

PLANT PROTECTION BULLETIN

Bitki Koruma Bülteni

Volume 61

Number 2

April- June, 2020

ISSN 0406-3597

E-ISSN 1308-8122



Published by Plant Protection Central Research Institute Ankara, Turkey

TAGEM JOURNALS

Owner

Sait ERTÜRK

Editor in Chief

Ayşe ÖZDEM

Section Editors

AKSU, Pelin - Turkey	FARSHBAF, Reza - Iran
ALKAN, Mustafa - Turkey	FURSOV, Victor - Ukraine
ASAV, Ünal - Turkey	GÜLER, Yasemin - Turkey
ATHANASSIOU, Christos - Greece	GÜNAÇTI, Hale - Turkey
ATLIHAN, Remzi - Turkey	HASSAN, Errol - Australia
AYDAR, Arzu - Turkey	IŞIK, Doğan - Turkey
BARIŞ, Aydemir - Turkey	İMREN, Mustafa - Turkey
BAŞTAŞ, Kubilay - Turkey	KARAHAN, Aynur - Turkey
BATUMAN, Özgür - USA	KAYDAN, Mehmet Bora - Turkey
BOZKURT, Vildan - Turkey	KODAN, Münevver - Turkey
CANPOLAT, Sirel - Turkey	KOVANCI, Orkun Barış - Turkey
CORONA, OCHOA - Francisco - USA	SERİM, Ahmet Tansel - Turkey
COŞKAN, Sevgi - Turkey	SÖKMEN, Miray - Turkey
ÇAKIR, Emel - Turkey	TOPRAK, Umut - Turkey
DUMAN, Kamil - Turkey	TÖR, Mahmut - UK
DURMUŞOĞLU, Enver - Turkey	ULUBAŞ SERÇE, Çiğdem - Turkey
EVLİCE, Emre - Turkey	ÜSTÜN, Nursen - Turkey

Plant Protection Bulletin has been published by Plant Protection Central Research Institute since 1952. The journal is published four times a year with original research articles in English or Turkish languages on plant protection and health. It includes research on biological, ecological, physiological, epidemiological, taxonomic studies and methods of protection in the field of disease, pest and weed natural enemies that cause damage in plant and plant products. In addition, studies on residue, toxicology and formulations of plant protection products and plant protection machinery are also included. Article evaluation process is based on double blind referee system and published as open access. Annual biological studies, short communication, first report and compilations do not publish in the journal.

Abstracted/indexed by EBSCOhost, CAB Abstracts, Clarivate Analytics-Zoological Record, TR-Dizin.

Plant Protection Bulletin is quarterly publication of the Directorate of Plant Protection Central Research Institute on behalf of General Directorate of Agricultural Research and Policies.

Correspondence Address : Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü

📍 Gayret Mahallesi Fatih Sultan Mehmet Bulvarı No.66 PK 49 06172 Yenimahalle, Ankara / TÜRKİYE

☎ +90 (0312) 344 59 93 (4 lines)

📠 +90 (0312) 315 15 31

@ bitkikorumbulteni@zmmae.gov.tr

🌐 <http://dergipark.gov.tr/bitkkorb>

Grafik Tasarım : Filiz Eryılmaz

Printing: Tarım ve Orman Bakanlığı - Eğitim ve Yayım Dairesi Başkanlığı İvedik Caddesi Bankacılar Sokak No: 10 Yenimahalle, Ankara Türkiye

Tel: (0312) 315 65 55 - Fax: 0312 344 81 40

E-Posta : yayin@tarim.gov.tr

Contents / İçindekiler

- The effect of different depth drip irrigation systems and different amount of irrigation water on wilt disease (*Verticillium dahliae* Kleb.) of cotton 5**
 Farklı derinlikteki damla sulama sistemleri ve farklı sulama suyu miktarlarının Pamuk solgunluk hastalığı (*Verticillium dahliae* Kleb.)'na etkisi
 Pınar SAĞIR, Neşe ÜZEN
- Determination of the reactions of some bread and durum wheat varieties to the wheat seed gall nematode [*Anguina tritici* (Steinbuch) Filipjev] 13**
 Bazı ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin Buğday gal nematodu [*Anguina tritici* (Steinbuch) Filipjev]'na karşı reaksiyonlarının belirlenmesi
 Adnan TÜLEK, İlker KEPENEKÇİ, Banu TÜLEK, Mehmet Ali SAKİN
- Assessment of a six-year national survey and eradication program for Plum pox virus in Turkey 19**
 Türkiye'de Plum pox virus'un altı yıllık ulusal survey ve eradikasyon programının değerlendirilmesi
 Nevzat BİRİŞİK, Ali Ferhan MORCA, Serpil ERİLMEZ, Osman ÇİFTÇİ, Melike YURTMEN, Nesrin UZUNOĞULLARI, İlyas DELİGÖZ, Murat ŞAHİN, Mehmet Levent ÖNTEPELİ
- A faunistic study on Cerambycidae (Coleoptera) of Kocaeli province (Turkey) 33**
 Kocaeli ili Cerambycidae (Coleoptera) üzerine faunistik bir çalışma
 Şener ATAĞ, Fevzi UÇKAN, Havva Kübra SOYDABAŞ-AYOUB
- Determination of the reactions of some wheat cultivars against *Gaeumannomyces graminis* [Sacc.] Arx & Oliver var. *tritici* [J. Walker] which causes take all disease on wheat 45**
 Bazı buğday çeşitlerinin Buğdayda göçerten hastalığına sebep olan *Gaeumannomyces graminis* [Sacc.] Arx & Oliver var. *tritici* [J. Walker]'ye karşı reaksiyonlarının belirlenmesi
 Orhan BÜYÜK, Filiz ÜNAL
- Investigation of susceptibility of some apricot cultivars to shot-hole [*Stigmia carpophila* (Lev.) M.B. Ellis] disease under natural inoculum conditions 51**
 Bazı kayısı çeşitlerinin [*Stigmia carpophila* (Lev.) M.B. Ellis] yaprak delen hastalığına karşı doğal inokülasyon koşullarında duyarlılığının araştırılması
 Suat KAYMAK, Yusuf ÖZTÜRK, Ayşe UYSAL MORCA, Hakkı KOÇAL, Şeyma Reyhan ERDOĞAN

Bitki Koruma Bülteni / Plant Protection Bulletin

<http://dergipark.gov.tr/bitkorb>

Original article

The effect of different depth drip irrigation systems and different amount of irrigation water on wilt disease (*Verticillium dahliae* Kleb.) of cotton

Farklı derinlikteki damla sulama sistemleri ve farklı sulama suyu miktarlarının Pamuk solgunluk hastalığı (*Verticillium dahliae* Kleb.)'na etkisi

Pınar SAĞIR^{a*}, Neşe ÜZEN^b

^aDiyarbakır Plant Protection Research Institute, 21110 Sur, Diyarbakır, Turkey

^bDicle University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Structures and Irrigation, Diyarbakır, Turkey

ARTICLE INFO

Article history:

DOI: [10.16955/bitkorb.841657](https://doi.org/10.16955/bitkorb.841657)

Received : 16-12-2020

Accepted: 19-02-2021

Keywords:

cotton, wilt, drip irrigation,
Verticillium dahliae

* Corresponding author: Pınar SAĞIR

[✉ p_sagir@hotmail.com](mailto:p_sagir@hotmail.com)

ABSTRACT

This study was conducted to determine the effects of different depth three drip irrigation systems (surface drip irrigation (SDI), subsurface drip irrigation (SSDI-30 and 40 cm) and different amount of irrigation water [125%, 100% and 75% of crop evapotranspiration (ET_c)] on cotton wilt disease (*Verticillium dahliae*). The study was conducted in Diyarbakır in 2016-2017. According to the average results (2 experimental years), there were considerably differences between different depth drip irrigation systems and amount of irrigation water. The highest disease severity (DS) (1.29) occurred in surface drip irrigation system application. The lowest disease severity (0.88) was obtained from the SSDI-40 cm. In addition, as long as increasing amount of irrigation water, the DS increased. Considering the disease rates (DR), there was no statistically significant difference between different drip irrigation systems. However, the highest rate of disease among drip irrigation systems (51.9%) was observed in the parcels where the surface drip irrigation (SDI) system was applied. The disease rate has increased with the increase in the amount of irrigation water. Cotton wilt disease severity and disease rates according to the amount of irrigation water were found to be statistically significant in both years of the study. In the study, the highest disease rate value (72.6%) was obtained from the parcels where 125% of the plant water consumption was applied. In order to control cotton wilt disease in the contaminated areas, subsurface drip irrigation and amount of irrigation water as well as actual crop evapotranspiration should be applied.

GİRİŞ

Pamuk, ülkemizin en önemli tarımsal ürünlerinden biri olup, birçok sanayi kolunun hammaddesini oluşturmakta, özellikle lif, yağ ve küspesinden yararlanılmaktadır. Türkiye dünyada pamuk ekim alanı bakımından 2019 yılı verilerine göre, 520.000 hektarlık alan ile 11. sırada, 977.000 ton lif

üretimi ile 6. sırada ve 1.944 kg/ha lif verim ile 5. sırada yer almaktadır. Türkiye pamuk ihtiyacının %63'ünü iç üretim ve %37'sini dış alım ile karşılamaktadır (Anonim 2020). Ülkemizde halen dört ana bölgede; Güneydoğu Anadolu, Ege, Çukurova ve Antalya'da pamuk üretimi yapılmakta ve

ekim alanlarının %60.46'sı Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer almaktadır (Anonim 2020).

Pamuk tarımını olumsuz yönde etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörlerden biri de hastalıklardır. Pamukta farklı etmenlerin neden olduğu, 20 kadar önemli hastalık zarar yapmaktadır. Ancak, pamukta görülen hastalıklar içerisinde, tüm dünyada en yaygın olarak görülen ve en tahripkâr olanı *Verticillium dahliae* Kleb. fungusunun neden olduğu solgunluk hastalığıdır (Pegg 1984). Bu fungusun iki patotipi saptanmıştır. T1 patotipi şiddetli yaprak dökümüne neden olduğu halde, SS4 patotipi yaprak dökümüne neden olmamaktadır (Le et al. 2020, Pullman and DeVay 1982). Türkiye'de her iki patotip de saptanmış, ancak Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, pamuk ekiliş alanlarında daha çok SS4 patotipi yaygınlık göstermektedir (Göre ve ark. 2007).

V. dahliae fungusu çeşitli aile ve cinslere ait çok geniş bir konukçu dizisine sahip olup, 400'den fazla bitki türünde hastalık yapmaktadır (Schnathorst 1981). Hastalık etmeninin konukçuları arasında, tarla bitkileri (pamuk, patates, susam), çeşitli sebzeler (domates, biber, patlıcan, bamya, kavun, karpuz, enginar, lahan, karnabahar, marul), bazı meyve türleri (zeytin, şeftali, kayısı, çilek), süs bitkileri (gül, krizantem) ve yabancı otlar (domuz pıtrağı, horoziböğü, pireotu) yer almaktadır (Bhat and Subbarao 1999, Esentepe et al. 1972, Joaquim and Rowe 1990, Karaca ve ark. 1971, Kocatürk ve Karcıoğlu 1979, Saydam et al. 1971, Saydam et al. 1973, Saydam and Copçu 1972, Saydam and Kamal 1970).

Bir toprak patojeni olan, Pamuk solgunluk hastalığının etmeni, *V. dahliae* fungusu kış toprak ve bitki artıkları üzerinde mikrosklerot halinde geçirebilmekte ve 13 yıl kadar uzun bir süre canlılığını sürdürebilmektedir (Schnathorst 1981). Fungus, bitkiyi özellikle kök ucundan veya hipokotil kısmında enfekte etmektedir. Enfeksiyondan sonra fungus hücre içinde ve hücreler arasında yayılarak ksilem iletim demetlerine kadar ulaşmaktadır. Burada oluşturduğu konidi ve miseller ksilem iletim boruları boyunca, bitkinin yaprak ve tepe noktalarına kadar ulaşmaktadır. Bitkinin iletim demetlerinin tıkanması sonucunda bir siyahlaşma ve kahverengileşme, yapraklarda ise solma ve pörsüme şeklinde belirtiler ortaya çıkmaktadır. Hastalığa erken dönemde yakalanmış bitkilerin boyları kısa kalmakta, koza sayısı ve büyüklüğünde azalma olmaktadır (Anonim 2008).

Pamukta *Verticillium* solgunluğu sebebiyle verim kaybı Kaliforniya'da %75, Rusya'da %8-10 ve Suriye'de %4 olarak saptanmıştır (Bejanaro-Alcazar et al. 1995). Pamuk solgunluk hastalığı, Türkiye'de ilk olarak Manisa Kırkağaç'ta saptanmıştır (İyriboz 1941). Ancak, daha sonra yapılan

bir başka çalışmada etmenin *Verticillium dahliae* Kleb. olduğu (Karaca ve ark. 1971) bildirilmiştir. Ülkemizde farklı bölgelerde, pamukta solgunluk hastalığı konusunda yapılan çalışmalarda, hastalığın yaygınlık oranı ve ürün kayıplarının farklı olduğu belirlenmiştir. Hastalığa yakalanma oranı Ege, Batı Akdeniz (Antalya), Çukurova (Adana) ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde sırasıyla %27, %14, %25 ve %16, ürün kaybı ise Ege Bölgesi'nde %12, Adana'da %12 ve Antalya'da %4 olduğu saptanmıştır (Esentepe 1979, Sağır ve ark. 1995, Sezgin 1985).

Pamuk solgunluk hastalığına karşı ekonomik bir kimyasal mücadele yöntemi önerilememekle birlikte; hastalığın neden olduğu zararın azaltılması ve hastalığın kontrol altına alınabilmesi için uygun bir ekim rotasyonunun yapılması, dayanıklı/tolerant çeşitlerin yetiştirilmesi, ekim zamanı ve ekim sıklığının ayarlanması, dengeli bir gübreleme programının uygulanması, damla sulama yönteminin tercih edilmesi, sulama suyu miktarının ayarlanması ve tarlada bulunan yabancı otların yok edilmesi ile sağlanabilir (Anonim 2000, El-Zik 1985, Erdemci ve Sağır 2001, Godoy et al. 1995, Kurt and Biçici 1998, Sağır ve Başbağ 1998).

Yağış ve sulama suyunun, hastalık etmenlerinin özellikle sekonder inokulumun taşınması ve yayılmasında önemli bir rolü bulunmaktadır. Damla sulama yöntemine göre karık sulama ve yağmurlama sulama yönteminde hastalıklar daha fazla yayılmaktadır. Kaliforniya'da toprak altı damla sulama ve karık sulama uygulamasında marulda sclerotinya çürüklüğü (*Sclerotinia minor*) hastalık oranı ve mantarımı kök çürüklüğü (*Rhizomonas suberifaciens*) hastalık şiddetinin damla sulamada karık sulamaya göre belirgin bir şekilde düşük olduğu, marulda toprak kaynaklı hastalıkların yönetiminde toprak altı damla sulamanın uzun vadeli bir strateji olarak önerilebileceği bildirilmiştir (Subbarao et al. 1997).

İspanya'da *V. dahliae* ile doğal bulaşık arazi koşullarında, duyarlı "Picual" zeytin çeşidi kullanılarak, sulama sıklığının (günlük sulama-T1, iki haftada bir sulama-T2 ve susuz-T3) zeytinde solgunluk hastalığına etkisi araştırılmıştır. Susuz parsellere göre sulanan parsellerde hastalık oranının sürekli arttığı, günlük sulanan parsellerde hastalık ilerlemesinin susuz parsellere göre daha fazla olduğu, iki haftada bir sulama değerlendirmesinde mevsim ve deneme alanına bağlı olarak değerlerin zamanla değiştiği, hastalık oranı ve hastalık şiddeti ile toprağın su kapasitesi arasında anlamlı bir korelasyonun mevcut olduğu bildirilmiştir (Pérez-Rodríguez et al. 2016).

Karık usulü sulama ve toprak altı damla sulama (eksik, normal ve aşırı sulama rejimi) ile *V. dahliae*'nın karnabaharın kök ve bitki gelişimine olan etkilerinin araştırıldığı

çalışmalarda, solgunluk şiddeti ve hastalık oranının aşırı ve normal sulama rejiminde eksik sulama rejimine göre daha yüksek bulunduğu, yetersiz sulama rejiminin solgunluk hastalığını baskıladığı, daha yüksek nem seviyelerinin *V. dahliae* ile bulaşık parsellerde daha yüksek kök uzunluğu yoğunluğuna neden olmakla beraber solgunluk oranı ve şiddetinin artmasına daha fazla yol açtığı saptanmıştır (Xiao et al. 1998, Xiao and Subbarao 2000).

Bu çalışma, Diyarbakır koşullarında, farklı derinlikteki damla sulama sistemleri ve farklı miktardaki sulama suyu miktarının pamuk solgunluk hastalığı (*Verticillium dahliae*)'na etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Denemeler, Diyarbakır'da Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Araştırma Alanında solgunluk hastalık etmeni *Verticillium dahliae* Kleb. fungusu ile doğal bulaşık ve hastalığın yoğun görüldüğü bir tarlada 2016 ve 2017 yıllarında aynı alanda çakılı deneme şeklinde yürütülmüştür. Araştırmada orta erkenci Stonville-468 (ST 468) isimli pamuk çeşidi kullanılmıştır. Denemeler, tesadüf blokları bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Bitkilerin sıra aralığı 0.7 m, her parselde 6 adet sıra olacak şekilde parsel alanı 4.2 m (0.7 m x 6 sıra) x 8.0 m = 33.6 m² olarak alınmıştır. Ana konularda farklı derinlikteki damla sulama sistemleri (I₁:Yüzey damla sistemi (YDS), I₂:Yüzey altı damla sistemi (YADS) 30 cm derinlikte ve I₃:Yüzey altı damla sistemi (YADS) 40 cm derinlikte) ve alt konularda ise FAO-56 Penman-Monteith (PM) yönetimine göre tahmin edilen bitki su tüketiminin (ETc) farklı oranları/miktarları (K₁: Bitki su tüketiminin %125'i, K₂: Bitki su tüketiminin %100'ü ve K₃: Bitki su tüketiminin %75'i) yer almıştır.

Denemede kullanılan sulama sistemi

Ana borular ve yüzey altı damla lateralleri tohum ekiminden önce, yüzey damla lateralleri ise ekimden sonra (ekime engel olmaması için) araziye yerleştirilmiştir. Sulama suyu, deneme yeri yakınında bulunan derin kuyudan çıkarılıp biriktirme havuzunda bekledikten sonra güneş enerjisinden üretilen elektrik enerjisi ile çalışan dalgıç pompa sayesinde sisteme verilmiştir. İki bitki sırası arasında, 1.40 m aralıklarla bir lateral damlatıcı boru yerleştirilmiş, damlatıcı debisi toprak bünyesi ve infiltrasyon hızı esas alınarak seçilip uygulanmıştır. Damlatıcı aralığı 40 cm, damlatıcı debisi ise 2.2 l/h olarak hesaplanmıştır.

Sulama suyu miktarı ve gerçek bitki su tüketiminin hesaplanması

Sulama suyunun hesabı için öncelikle bitkinin seçilen sulama aralığındaki (5 gün) gerçek zamanlı PM yöntemine göre tahmin edilen su tüketimi hesaplanmış ve seçilen

sulama konusuna göre uygulama yapılmıştır (Allen et al. 1998). Toprak nem ölçümleri, nem sensörleri (Decagon, Procheck, hacimsel toprak nem sensörü) aracılığıyla toprağın 0-90 cm derinliğinde, her 30 cm'lik katmanda her sulama öncesi yapılmıştır. Ayrıca zaman zaman gravimetrik yöntem kullanılarak ağırlık esasına göre toprak örnekleri alınarak nem ölçümlerinin doğruluğu kontrol edilmiştir.

Toprak hazırlığı, sulama sisteminin kurulumu ve tohum ekimi

Toprak işleme, boruların döşenmesi için kazı işlemi, gübre ve yabancı otlara karşı kimyasal uygulamalarının tamamlanmasından sonra yüzey altı damla sulama sistemi döşenmeye başlanmıştır. Parsellerde sulama ve tahliye hatları belirlendikten sonra döşenen boruların üstü kapatılmıştır. Toprak nemini hacim yüzdesi cinsinden ölçen nem sensörleri (FDR, Frequency Domain Reflectometry) toprağın 0-90 cm derinliklerindeki profilin nem düzeyini belirlemek için; toprağın 15 cm, 45 cm ve 75 cm derinliklerine yerleştirilmiştir.

Çimlenmeyi kolaylaştırmak ve hızlandırmak için denemede kullanılan pamuk tohumları, ekimden önce bir gün suda bekletilmiştir. Tohum ekimi birinci ve ikinci yılda sırasıyla 09.05.2016 ve 11.05.2017 tarihinde gerçekleştirilmiştir.

Gübreleme

Denemelerde, taban gübresi olarak 20-20-0 kompoze gübre kullanılmıştır. Azot ve fosfor içerikli gübrenin %20'si ekimle birlikte doğrudan toprağa uygulanmış, geriye kalan %80'ini ise fertigasyon yöntemi ile ilk sulama ile başlayıp, koza oluşum dönemine kadar uygulanmaya devam etmiştir. Azotlu gübre 13 kg/da, fosforlu gübre ise toprak analiz sonuçları da esas alınarak 8 kg/da P₂O₅ olarak eşit dozlar şeklinde fertigasyonla uygulanmıştır (Karademir ve ark. 2005, Özer 1992, Özer ve Dağdeviren 1986). Fertigasyon için gübre tankı kullanılarak basınç farklılığı ilkesinden yararlanılarak, gübre sisteme sulama suyu ile birlikte tüm konulara (karakterlere) eşit miktarda uygulanmıştır. Fertigasyon her iki sulamada bir (10 günde bir) uygulanmıştır (Çetin ve ark. 2013).

Seyreltme ve çapalama

Denemede tarla temizliği ve yabancı ot mücadelesi el ile mekanik şekilde yapılmıştır. Bitkiler 4-5 yapraklı dönemde iken sıra üzeri mesafeye uygun olarak tekleme (seyreltme) yapılmıştır. Sulamalardan sonra da belli aralıklarla bitkilerin boğaz doldurma işlemi tekrarlanmıştır.

Tarımsal mücadele

Tarla hazırlığı yapılırken henüz tohum ekimi yapılmadan önce, çeşitli yabancı otların kontrolü için total bir herbisit olan Knock Out (450 g/l glyphosate), ilk sulamadan sonra

ise yaygın olarak gelişen dar yapraklı yabancı otlara karşı selektif etkili Echo 5 EC (50 g/l quizalofop-p-ethyl) adlı herbisit uygulanmıştır. Ayrıca bitkilerin ileriki gelişme dönemlerinde, yeniden ortaya çıkan yabancı otlar mekanik olarak temizlenmiştir. Deneme alanında görülen yaprak bitlerine karşı ise Hunter OD 300 (210 g/l imidacloprid + beta cyfluthrin) preparatı kullanılmıştır.

Sulama

Denemelerde, ilk sulama birinci yılda 17.06.2016 ve ikinci yılda 13.06.2017 tarihinde yapılmış, sulamalar deneme konularına bağlı olarak aynı sraya göre 05.09.2016 ve 06.09.2017 tarihlerinde bitirilmiştir. İlk sulama tarihinde bütün parsellerdeki nem 0-60 cm toprak derinliği için "Tarla Kapasitesi" düzeyine getirilerek daha önce hesaplanan eksik nem miktarı uygulanmıştır. İlk sulamadan sonra planlanan sulama aralığı olan 5 (beş) günde bir konu uygulamalarına göre sulama yapılmıştır. Ayrıca fertigasyon uygulamalarına da başlanmıştır. PM yöntemine göre hesaplanarak tahmin edilen bitki su tüketim değerleri sulama konularına göre gerekli düzeltme (hesaplama) yapılarak bir önceki su sayacı okuma değerlerine eklenerek, sulamaya son verilecek olan su sayaç değerleri hesaplanmıştır. Yetiştirme mevsimi boyunca konulara göre, ETc'nin %125'i (K₁), ETc'nin %100'ü (K₂) ve ETc'nin %75'i (K₃) uygulamasında sırasıyla 679 mm, 524 mm ve 342 mm sulama suyu tüketilmiştir.

Hastalığın değerlendirilmesi

Mevsim sonunda pamuk hasadı tamamlandıktan sonra, birinci ve ikinci yılda sırasıyla 20.10.2016 ve 24.10.2017 tarihlerinde her parselin ortasındaki 4 pamuk sırasından tesadüfen 40 adet bitki seçilerek, toprak seviyesinde 4-5 cm

yukarıda gövdeleri enine kesilmiştir. Bu bitkilerin iletim demetlerinin renk değişikliği esas alınarak hasta/sağlam şeklinde değerlendirilmiştir. Her parselin hastalık oranı bulunduktan sonra, hastalık şiddeti 0-3 skalasına göre hesaplanmıştır (Erwin et al. 1976).

0-3 Skalası

- 0 Bitki sağlıklı
- 1 Bitki iletim demetlerinin %1-33'ü kahverengileşmiş
- 2 Bitki iletim demetlerinin %34-67'si kahverengileşmiş
- 3 Bitki iletim demetlerinin %68-100'ü kahverengileşmiş

Analiz ve değerlendirme

Denemelerde elde edilen verilerin değerlendirilmesi için tesadüf blokları bölünmüş parseller deneme desenine göre varyans analizleri yapılmıştır. Varyans analizinden sonra, konular arasındaki farkın önemli olup olmadığı ise çoklu karşılaştırma testi Duncan ile kontrol edilmiştir.

Elde edilen verilerin istatistikî analizleri yapılmadan önce, sayıma dayalı veriler , yüzde değerler ise Arcsin dönüşümleri yapılarak veriler normal dağılım şekline yaklaştırıldıktan sonra varyans analizi SPSS bilgisayar programında yapılmıştır. Ancak ilgili tablolarda orijinal değerler verilmiş olup, buna göre yorumlanmıştır (Yurtsever 1984).

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Farklı damla sulama sistemleri ve sulama suyu miktarlarının pamuk solgunluk hastalığı (*V. dahliae*)'na etkilerini belirlemek için yapılan çalışmada yıllara ve deneme konularına göre elde edilen sonuçlar Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Farklı damla sulama sistemleri ve sulama suyu miktarının 2016 ve 2017 yılı uygulamalarında elde edilen solgunluk hastalığı şiddeti ve hastalık oranı (%) değerleri

Table 1. Values of wilt disease severity and disease rate (%) obtained in 2016 and 2017 applications of different drip irrigation systems and the amount of irrigation water

Sulama Sistemleri ¹		Hastalık Şiddeti			Hastalık Oranı (%)		
		2016 Yılı	2017 Yılı	Ort.	2016 Yılı	2017 Yılı	Ort.
I ₁ K ₃	YDS (ETc'nin %75'i)	0.25	0.43	0.34	15.83	24.44	20.13
I ₁ K ₂	YDS (ETc'nin %100'ü)	1.07	1.43	1.25	63.06	62.22	62.64
I ₁ K ₁	YDS (ETc'nin %125'i)	1.50	2.02	1.76	71.70	74.28	72.99
Ortalama		0.94	1.29	1.11	50.19	53.64	51.92
I ₂ K ₃	YADS-30 cm (ETc'nin %75'i)	0.20	0.45	0.32	13.33	27.77	20.55
I ₂ K ₂	YADS- 30 cm (ETc'nin %100'ü)	0.79	1.57	1.18	43.09	66.66	54.87
I ₂ K ₁	YADS-30 cm (ETc'nin %125'i)	1.29	2.12	1.70	62.50	86.66	74.58
Ortalama		0.76	1.38	1.06	39.64	60.36	50.00
I ₃ K ₃	YADS-40 cm (ETc'nin %75'i)	0.63	0.75	0.69	40.83	42.75	41.79
I ₃ K ₂	YADS- 40 cm (ETc'nin %100'ü)	0.69	1.37	1.03	38.33	58.24	48.28
I ₃ K ₁	YADS-40 cm (ETc'nin %125'i)	1.22	1.93	1.57	65.83	74.36	70.09
Ortalama		0.84	1.35	1.09	48.33	58.45	53.38
ORTALAMA		0.84	1.34	1.14	46.05	57.48	51.76

1)YDS: Yüze Damla Sulama; YADS: Yüze Altı Damla Sulama

Çizelge 2. Damla sulama sistemleri ve sulama suyu miktarlarına göre ortalama solgunluk hastalığı şiddeti ve hastalık oranı (%) değerleri

Table 2. According to drip irrigation systems and irrigation water amounts, mean wilt disease severity and disease rate (%) values

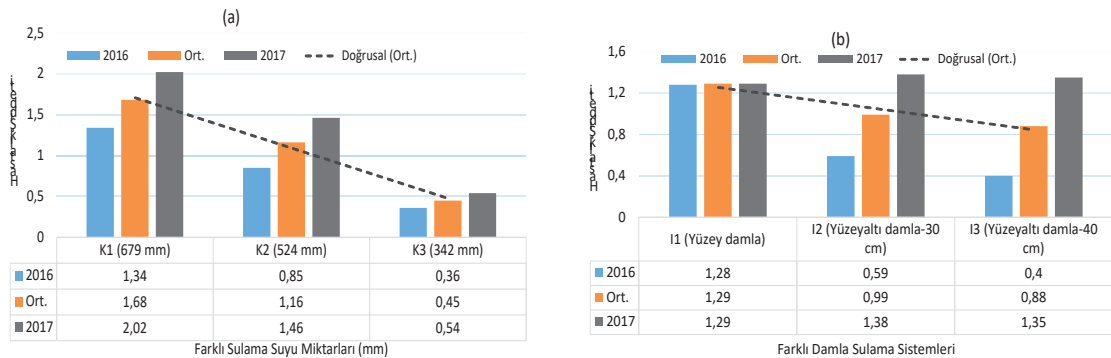
Damla Sulama Sistemleri ve Sulama Suyu Miktarları	Hastalık Şiddeti			Hastalık Oranı (%)		
	2016 Yılı	2017 Yılı	Ort.	2016 Yılı	2017 Yılı	Ort.
I ₁ Yüzeysel Damla Sistemi	1.28	1.29	1.29	50.1	53.7	51.9
I ₂ Yüzeysel Altı 30 cm Damla Sistemi	0.59	1.38	0.99	39.6	60.4	50.0
I ₃ Yüzeysel Altı 40 cm Damla Sistemi	0.40	1.35	0.88	48.3	53.5	50.9
Ortalama	0.75	1.34	1.05	46.0	55.8	50.9
K ₁ Sulama Suyu Miktarı 679 mm	1.34 a	2.02 a	1.68	66.7 a	78.4 a	72.6
K ₂ Sulama Suyu Miktarı 524 mm	0.85 b	1.46 b	1.16	48.1 b	62.4 b	55.2
K ₃ Sulama Suyu Miktarı 342 mm	0.36 c	0.54 c	0.45	23.3 b	31.7 c	27.5
Ortalama	0.85	1.34	1.09	46.0	57.5	51.7

Çizelge 1 incelendiğinde, 2016 yılında en düşük hastalık şiddeti (0.20) ve hastalık oranı (%13.3) değerleri 30 cm derinlikte yüzeysel altı damla sistemi (YADS) ve %25 eksik sulama suyu miktarı (I₂K₃) uygulamasında, en yüksek hastalık şiddeti (1.50) ve hastalık oranı (%71.70) değerleri ise yüzeysel damla sulama (YDS) ve %25 fazla sulama su miktarı (I₁K₁) uygulamasında ortaya çıkmıştır. 2017 yılı bulgularında ise en düşük hastalık şiddeti (0.43) ve hastalık oranı (%24.44) değerleri yüzeysel damla sulama (YDS) ve %25 eksik sulama suyu miktarı (I₁K₃) uygulamasında, en yüksek hastalık şiddeti (2.12) ve hastalık oranı (%86.7) değerleri ise 30 cm derinlikte yüzeysel altı damla sulama (YADS) ve %25 fazla sulama su miktarı (I₂K₁) uygulamasında saptanmıştır.

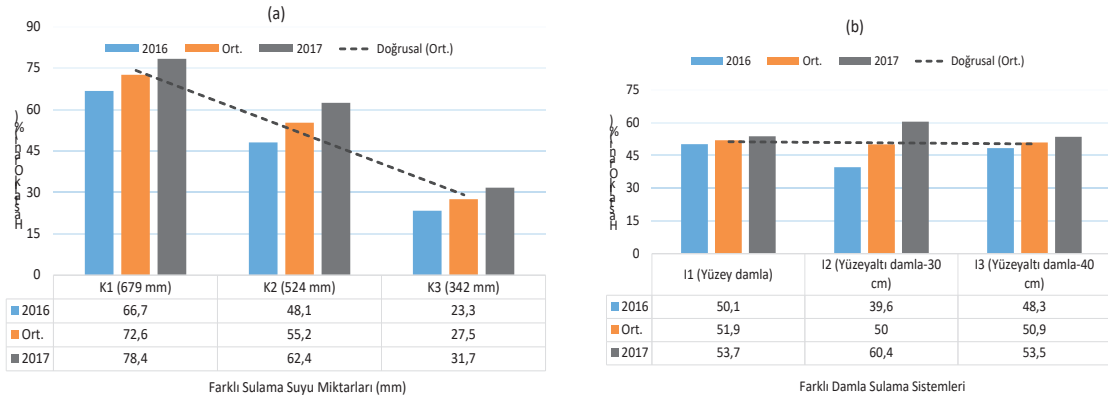
Pamuk solgunluğu hastalık şiddeti ve hastalık oranları damla sulama sistemlerine göre değerlendirildiğinde 2016 ve 2017 yıllarında, istatistiki olarak herhangi bir farklılık bulunmamakla birlikte uygulanan sulama suyu miktarları bakımından önemli farklılık elde edilmiş ve her uygulama şekli farklı gruplarda yer almıştır (Çizelge 2).

Ayrıca, farklı damla sulama sistemleri ve sulama suyu miktarlarına göre hastalık şiddeti ve hastalık oranı değerleri grafikler halinde Şekil 1 ve 2'de verilmiştir.

Çalışmada sulama suyu miktarlarının pamuk solgunluk hastalığının çıkışı ve şiddeti üzerine etkili olduğu tespit edilmesine karşın, farklı sulama sistemleri arasındaki farkın istatistiki açıdan önemsiz olduğu saptanmıştır. Ancak Çizelge 1 ve grafikler (Şekil 1 ve 2) incelendiğinde, yüzeysel damla sulama sistemi (YDS- I₁), yüzeysel altı damla sulama sistemi 30 cm (YADS- I₂) ve yüzeysel altı damla sulama sistemi 40 cm (YADS- I₃)'nin ortalama hastalık şiddeti değerleri sırasıyla 1.29, 0.99 ve 0.88, aynı sıraya göre hastalık oranı değerleri ise %51.9, %50.0 ve %50.9 olduğu anlaşılmaktadır. Yine iki yılın verileri esas alındığında %25 fazla sulama suyu (K₁-679 mm), normal sulama (K₂-524 mm) ve %25 eksik sulama (K₃-342 mm) uygulamalarında, hastalık şiddeti ve hastalık oranı değerleri sırasıyla 1.68, 1.16 ve 0.45 ile %72.6, %55.2 ve %27.5 olduğu saptanmıştır. Hem hastalık şiddeti hem hastalık oranları bakımından 2016 ve 2017 yıllarında



Şekil 1. Farklı sulama suyu miktarları (a) ile farklı damla sulama sistemlerinin (b) pamukta solgunluk hastalığı şiddetine etkisi
Figure 1. The effect of different irrigation water amounts (a) and different drip irrigation systems (b) on cotton wilt disease severity



Şekil 2. Farklı sulama suyu miktarları (a) ile farklı damla sulama sistemlerinin (b) pamukta solgunluk hastalık oranına etkisi
Figure 2. The effect of different irrigation water amounts (a) and different drip irrigation systems (b) on cotton wilt disease rate

elde edilen bulgular arasında belirgin bir paralellik mevcuttur. Ancak Çizelge 2 incelendiğinde, hem sulama sistemleri hem de sulama suyu miktarları esas alındığında, hastalık şiddeti ve hastalık oranı değerlerinin 2017 yılında 2016 yılına göre daha yüksek olduğu görülmektedir.

Daha önce yapılan çalışmalarda Pamuk solgunluk hastalığının kontrolü için uygun bir ekim rotasyonu, dayanıklı/tolerant çeşitlerin yetiştirilmesi, ekim zamanı ve ekim sıklığının ayarlanması, dengeli bir gübreleme programının uygulanması, damla sulama yönteminin tercih edilmesi, yeterli sulama suyu miktarının uygulanması ve tarlada bulunan yabancı otların yok edilmesi ile sağlanabilir (Anonim 2000, El-Zik 1985, Erdemci ve Sağır 2001, Godoy et al. 1995, Kurt and Biçici 1998, Sağır ve Başbağ 1998). Solgunluk etmeni *V. dahliae* fungusu bir toprak patojeni olup, aynı konukçu bitkinin münavebe (rotasyon) uygulamadan üst üste yetiştirilmesi durumunda topraktaki inokulum miktarında sürekli olarak bir artış olabilmektedir.

Bu durumun, çalışmanın ikinci yılında elde edilen bulgularda, hastalık şiddeti ve hastalık oranı değerlerinin artmasına neden olduğu düşünülmektedir. Denemenin çakılı deneme olması da bu değerlerin artışında etkili olmuştur. Nitekim Diyarbakır koşullarında Pamuk solgunluk hastalığı konusunda çakılı deneme şeklinde yürütülmüş iki yıllık bir çalışmada, bir gram toprakta birinci yılda 75 adet, ikinci yılda ise 85 adet propagül (mikrosklerot) saptandığı bildirilmiştir (Sağır ve ark. 2019).

Deneme sonuçlarına göre sulama suyu miktarının artması ile birlikte hastalık şiddeti ve hastalık oranı da artmıştır. Bu konuda daha önce yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar alınmıştır. Nitekim Ege Bölgesi'nde Pamuk solgunluk hastalığı ile ilgili yürütülmüş bir çalışmada, toprak tipi ve sulamanın hastalığın enfeksiyon şiddeti üzerine çok etkili faktörler olduğu,

sulamanın yapılmadığı alanlarda hastalık oranının daha az olduğu saptanmıştır (Karaca ve ark. 1971). Kaliforniya'da Pamuk solgunluk hastalığının (*V. dahliae*) entegre kontrolünde sulama aralığı ve uygulanan su miktarı azaltıldığında solgunluk hastalığının önemli bir şekilde azaldığı, sulama suyu miktarı ve sulama sayısı arttığında ise hem yaprak hem de iletim demeti hastalık belirtilerinin arttığı bildirilmiştir (El-Zik 1985). Diyarbakır koşullarında yüzeysel damla sulama sistemi konusunda yapılan bir çalışmada, 6 farklı uygulama şeklinde elde edilen sonuçlar arasında farklılık olduğu, uygulamalara göre hastalık oranının %29.99 ile %41.10 arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır (Sağır ve Başbağ 1998).

Sonuç olarak yapılan bu çalışmada, damla sulama sistemlerinin Pamuk solgunluk hastalığının hastalık şiddeti ve hastalık oranı değerleri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu, fakat en az hastalık şiddetinin yüzeysel damla sulama sisteminde meydana geldiği saptanmıştır. Sulama suyu miktarlarının ise hastalık şiddeti ve hastalık oranının çıkışı üzerine etkili olduğu, sulama suyu miktarı arttıkça hastalık şiddeti ve hastalık oranı değerlerinin arttığı ortaya konulmuştur. Pamuk solgunluk hastalığının kontrolü için, hastalık etmeni *V.dahliae* fungusu ile bulaşık alanlarda yüzeysel damla sulama yapılması ve bitkinin gerçek su tüketimi kadar sulama suyu miktarının uygulanması önerilmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu makalede yer alan veriler, TÜBİTAK 115O600 No'lu araştırma projesi kapsamında yürütülen deneme alanından elde edilmiştir. Bu nedenle, bu makalenin "Materyal ve Yöntem" bölümünün bir kısmı, ilgili proje verilerinden üretilen farklı makale veya yayın(lar)'ın yalnız "Materyal ve Yöntem" bölümlerinin bir kısmı ile benzerlik göstermektedir. Belirtilen projenin finansal desteğinin (bütçesi) tamamı TÜBİTAK tarafından sağlanmıştır. Ayrıca Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Koordinatörlüğü (DÜBAP)'ünden de

kısmi destek sağlanmıştı. Bu nedenle kurumsal olarak her iki Kuruma teşekkür ederiz.

ÖZET

Bu çalışma, farklı derinlikteki üç farklı damla sulama sistemi (yüze, yüzey altı 30 ve 40 cm) ve farklı sulama suyu miktarının (bitki su tüketiminin %125'i, %100'ü ve %75'i) pamuk solgunluk (*Verticillium dahliae*) hastalığına etkisini belirlemek amacıyla 2016-2017 yıllarında Diyarbakır'da yapılmıştır. İki yılın ortalama sonuçlarına göre, farklı derinlikteki damla sulama sistemleri ve farklı sulama suyu miktarlarına göre önemli farklılıklar bulunmuştur. En yüksek hastalık şiddeti (1.29) yüze damla sulama sistemi uygulamasında ortaya çıkmıştır. En düşük hastalık şiddeti (0.88), yüze altı damla sulama - 40 cm'den elde edilmiştir. Bunun yanında, sulama suyu miktarı arttıkça, hastalık şiddeti de artmıştır. Hastalık oranları göz önüne alındığında farklı damla sulama sistemleri arasında istatistikî açıdan önemli bir fark bulunmamıştır. Ancak, damla sulama sistemleri arasında en yüksek hastalık oranı değeri (%51.9) yüze damla sulama sisteminin uygulandığı parsellerde gözlenmiştir. Sulama suyu miktarının artışıyla hastalık oranı da artmıştır. Sulama suyu miktarlarına göre pamuk solgunluğu hastalık şiddeti ve hastalık oranları, çalışmanın yürütüldüğü her iki yılda da istatistikî olarak önemli bulunmuştur. Çalışmada en yüksek hastalık oranı değeri (%72.6), bitki su tüketiminin %125'i oranında su miktarının uygulandığı parsellerden elde edilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda, hastalık etmeni ile bulaşık alanlarda Pamuk solgunluk hastalığının kontrolü için, yüze altı damla sulama ve gerçek bitki su tüketimi miktarı kadar sulama suyu uygulanması gerektiği tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: pamuk, solgunluk, damla sulama, *Verticillium dahliae*

KAYNAKLAR

Allen R.G., Pereira L.S., Raes D., Smith M., 1998. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. United Nations Food and Agriculture Organization, Irrigation and Drainage Paper 56, Rome.

Anonim, 2000. Pamukta Entegre Mücadele Teknik Talimatı. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, TAGEM, Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, Ankara, 14-16.

Anonim, 2008. Zirai Mücadele Teknik Talimatları Cilt 2. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Ankara, 260 s.

Anonim, 2020. T.C. Ticaret Bakanlığı Esnaf, Sanatkarlar ve Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü. 2019 Yılı Pamuk Raporu, 34 s., http://www.upk.org.tr/User_Files/ (erişim tarihi: 05.01.2021).

Bejanaro Alcazar J., Melero Vala J.M., Blanco Lopez M.A., Jimenez-Diaz R.M., 1995. Influence of inoculum density of defoliating and non-defoliating pathotypes of *Verticillium dahliae* on epidemics of Verticillium wilt of cotton in Southern Spain. Phytopathology, 85 (12), 1474-1481.

Bhat R.G., Subbarao K.V., 1999. Host range specificity in *Verticillium dahliae*. Phytopathology, 89 (12), 1218-1225.

Çetin Ö., Üzen N., Temiz M.G., Sessiz A., 2013. Güneş enerjisi kullanarak damla sulama ile sulanan pamukta fertigasyonda azotlu gübre yönetimi. Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Koordinatörlüğü (Proje No: ZF-10-166), Desteklenen Araştırma Sonuç Raporu, Diyarbakır.

El-Zik K.M., 1985. Integrated control of verticillium wilt of cotton. Plant Disease, 69 (12), 1025-1032.

Erdemci İ., Sağır A., 2001. Pamuk ekim zamanları ile solgunluk hastalığı (*Verticillium dahliae* Kleb.) arasındaki ilişkinin ve bunun verime olan etkisinin belirlenmesi. Türkiye IX. Fitopatoloji Kongresi, 3-8 Eylül 2001, Tekirdağ, 284-290.

Erwin D.C., Tsoti S.D., Khan R.A., 1976. Reduction of severity of verticillium wilt of cotton by the growth retardant tributyl (5-chloro-2-thienyl methyl) phosphonium chloride. Pytopathology, 66, 106-110.

Esentepe M., 1979. Adana ve Antalya illerinde pamuklarda görülen solgunluk hastalığının etmeni, yayılışı, kesafeti ve zarar derecesi ile ekolojisi üzerinde araştırmalar. İzmir Bölge Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Araştırma Eserleri Serisi, Yayın No:32, Sayfa No: 45.

Esentepe M., Karcıoğlu A., Sezgin E., 1972. The first report of Verticillium wilt of sesame and okra in Turkey. Journal of Turkish Phytopathology, 1 (3), 127-129.

Godoy A., Palomo G.A., Garcia C.E.A., 1995. Performance of new cotton cultivars on *Verticillium dahliae* Kleb. infested soils at Camorca Lagunera, Mexico. Proceedings Beltwide Cotton Conferences, 4-7 January 2001, San Antonio TX, USA, 498-500 p.

Göre M.E., Esen H., Bars A., Gözcü D., Altın N., Erdoğan O., 2007. Türkiyede pamuktaki *Verticillium dahliae* Kleb. izolatları içerisindeki patotip grupları. Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 17 (1), 16-42.

İyriboz N., 1941. Mahsul Hastalıkları. Ziraat Vekâleti Neşriyatı, Ankara, 237 s.

Joaquim T.R., Rowe R.C., 1990. Reassessment of vegetative compatibility relationships among strains of *Verticillium dahliae* using nitrate-nonutilizing mutants. Phytopathology, 80 (11), 1160-1166.

- Karaca İ., Karcılıoğlu A., Ceylan S., 1971. Wilt disease of cotton in the Aegean Region of Turkey. *Journal of Turkish Phytopathology*, 1 (1), 4-11.
- Karademir Ç., Karademir E., Doran İ., Altıkat A., 2005. Diyarbakır ekolojik koşullarında farklı azot ve fosfor uygulamalarının pamukta verim ve lif teknolojik özelliklere etkisi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22 (1), 55-61.
- Kocatürk S., Karcılıoğlu A., 1979. Ege Bölgesinde *Verticillium* spp. fungusunun konukçuları ve türlerinin tespiti üzerinde çalışmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 19 (4), 237-242.
- Kurt Ş., Biciçi, M., 1998. Development of *V. dahliae* in cotton plants grown in Çukurova and reaction of some cultivars to wilt. *Proceedings of the World Cotton Research Conference-2*, 6-12 September 1998, Greece, 919-922.
- Le D.P., Gregson A., Tran T.T., Jackson R., 2020. Co-occurrence of defoliating and non-defoliating pathotypes of *Verticillium dahliae* in field-grown cotton plants in New South Wales, Australia. *Plants*, 9 (6), 750.
- Özer M.S., 1992. Harran Ovası koşullarında pamuğun fosforlu gübre isteği, Şanlıurfa Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 71, Rapor Serisi No: 47, Şanlıurfa.
- Özer M.S., Dağdeviren İ., 1986. Harran Ovası koşullarında pamuğun azotlu gübre isteği. *Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü*, Yayınları No: 25, Şanlıurfa.
- Pegg G.F., 1984. The impact of *Verticillium* diseases in agriculture. *Phytopathologia Mediterranea*, 23 (2/3), 176-192.
- Pérez-Rodríguez M., Serrano N., Arquero O., Orgaz F., Moraland J., López-Escudero F.J., 2016. The effect of short irrigation frequencies on the development of *verticillium* wilt in the susceptible olive cultivar 'picual' under field conditions. *Plant Disease*, 100 (9), 1880-1888.
- Pullman G.S., DeVay J.E., 1982. Epidemiology of *Verticillium* wilt of cotton: a relationship between inoculum density and disease progression. *Phytopathology*, 72 (5), 549-554.
- Sağır A., Başbağ S., 1998. Pamukta solgunluk hastalığı (*Verticillium dahliae* Kleb.) üzerine damla sulama yönteminin etkisi. *Türkiye VIII. Fitopatoloji Kongresi*, 21-25 Eylül 1998, Ankara.
- Sağır A., Tatlı F., Gürkan B., 1995. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde pamuk ekim alanlarında görülen hastalıklar üzerinde çalışmalar. *GAP Bölgesi Bitki Koruma Sorunları ve Çözüm Önerileri Sempozyumu*, 27-29 Nisan 1995, Şanlıurfa, 5-9.
- Sağır P., Orak Bars A., Karademir E., Baran B., 2019. Sığır gübresinin pamuk solgunluk hastalığı (*Verticillium dahliae* Kleb.) ve lif teknolojik özellikleri üzerine etkisi. *Bitki Koruma Bülteni*, 59 (2), 55-65.
- Saydam C., Kamal M., 1970. Occurance of *Verticillium* wilt of chili, potato and tomato. *F.A.O. Plant Protection Bulletin*, 18 (2), 46.
- Saydam C., Copcu M., 1972. *Verticillium* wilt of olives in Turkey. *Journal of Turkish Phytopathology*, 1 (2), 45-49.
- Saydam C., Delen N., Ercivan S., 1973. *Verticillium* wilt of apricot in the Aegean Region of Turkey. *Journal of Turkish Phytopathology*, 2 (2), 90-92.
- Saydam C., Sarıbay A., Ögüt M., 1971. Occurance of *Verticillium* wilt of peach in Turkey. *Journal of Turkish Phytopathology*, 2 (1), 12-13.
- Schnathorst W.C., 1981. Life cycle and epidemiology of *Verticillium*. In: *Fungal wilt diseases of plants*. Mace, M.E., Bell, A.A., Beckman, C.H. (Eds.). Academic Press, New York, 81-111 p.
- Sezgin E., 1985. Pamuk solgunluk hastalığı ile savaşmada kültürel önlemlerin önemi. *Bornova Zirai Mücadele Yıllığı*, İzmir, 3 (3), 23-31.
- Subbarao K.V., Hubbard J.C., Schulbach K.F., 1997. Comparison of lettuce diseases and yield under subsurface drip and furrow irrigation. *Phytopathology*, 87 (8), 877-883.
- Xiao C.L., Subbarao K.V., 2000. Effects of irrigation and *Verticillium dahliae* on cauliflower root and shoot growth dynamics. *Phytopathology*, 90 (9), 995-1004.
- Xiao C.L., Subbarao K.V., Schulbach K.F., Koike S.T., 1998. Effects of crop rotation and irrigation on *Verticillium dahliae* microsclerotia in soil and wilt in cauliflower. *Phytopathology*, 88 (10), 1046-1055.
- Yurtsever N., 1984. *Deneysel İstatistik Metotları*. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü, Genel Yayın No. 121, Teknik Yayın No. 56, Ankara.
- Cite this article: Sağır P, Üzen N (2021). Farklı derinlikteki damla sulama sistemleri ve farklı sulama suyu miktarlarının Pamuk solgunluk hastalığı (*Verticillium dahliae* Kleb.)'na etkisi. *Plant Protection Bulletin*, 61-2. DOI: 10.16955/bitkorb.841657
- Atfı için: Sağır P, Üzen N (2021). The effect of different depth drip irrigation systems and different amount of irrigation water on wilt disease (*Verticillium dahliae* Kleb.) of cotton. *Bitki Koruma Bülteni*, 61-2. DOI: 10.16955/bitkorb.841657

Bitki Koruma Bülteni / Plant Protection Bulletin

<http://dergipark.gov.tr/bitkorb>

Original article

Determination of the reactions of some bread and durum wheat varieties to the wheat seed gall nematode [*Anguina tritici* (Steinbuch) Filipjev]

Bazı ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin Buğday gal nematodu [*Anguina tritici* (Steinbuch) Filipjev]'na karşı reaksiyonlarının belirlenmesi

Adnan TÜLEK^{a*}, İlker KEPENEKÇİ^b, Banu TÜLEK^a, Mehmet Ali SAKİN^b

^aTrakya Agricultural Research Institute, 22100 Edirne, Turkey

^bGaziosmanpaşa University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Taşlıçiftlik - 60250, Tokat, Turkey

ARTICLE INFO

Article history:

DOI: [10.16955/bitkorb.822783](https://doi.org/10.16955/bitkorb.822783)

Received : 08-11-2020

Accepted: 08-03-2021

Keywords:

wheat, wheat seed gall nematode, *Anguina tritici*, resistance, yield losses

* Corresponding author: Adnan TÜLEK

✉ adnantulek@gmail.com

ABSTRACT

This study was conducted to determine the reactions of some bread and durum wheat varieties against wheat seed gall nematode. In the varietal reaction experiment, widely grown in Turkey, 20-bread and 12-durum wheat varieties were used. Total infected grains and healthy grains for each variety were counted and recorded. A statistically significant difference at the level of 0.01 was found among the cultivars in terms of the number of infected grains (pieces / plant), the number of healthy grains (pieces / plant) and the rate of infected grains. Compared to the control, there was a 35.8% decrease in the number of healthy grains in infected plots due to the damage of wheat gall nematodes in wheat varieties. The number of infected grains and the highest rate of infected grains were obtained from a bread wheat variety from cv. Aldane. While different rates of infected grains were obtained from 23 of the varieties included in the experiment, infected grain formation did not occur in the other 9 varieties (durum wheat varieties; Mirzabey 2000, Imren, Şahinbey, Zühre, Yelken 2000, Altıntaş, and bread wheat varieties; Bağcı 2002, Konya 2002, Ahmetağa). According to the number and ratio of infected grains, durum varieties were more tolerant. As with many diseases and pests, using resistant or tolerant varieties is one of the most economical and environmentally friendly method to control wheat gall nematode.

INTRODUCTION

Plant parasitic nematodes are one of the factors that adversely affect the yield and quality of produce in wheat cultivation. Harmful species of wheat are *Heterodera* spp. (Dababat et al. 2015), *Pratylenchus* spp. (Smiley and Nicol 2009), *Anguina tritici* (Tulek et al. 2015), *Ditylenchus dipsaci* and *Meloidogyne* spp., (McDonald and Nicol 2005). Of these

species, the wheat seed gall nematode (WSGN) continues to thrive in several countries despite being managed.

The first record of nematodes parasitizing plants in literature is of WSGN [*Anguina tritici* (Steinbuch, 1799) Filipjev 1936] identified by Needham (Needham 1744). He soaked the

dark brown hardened wheat grains in water and observed that a white and mobile layer formed on the surface of the water after a certain period. When samples taken from this layer were examined under a microscope, he noted the presence of worm and threadlike creatures. Actually, it was understood that these organisms were the second stage larvae (J2) of the WSGN half century later (Siddiqi 2000, Thorne 1961).

This nematode, which causes significant damage in grains, is responsible for 20-50% yield loss in wheat and 35-65% in rye (Leukel 1924). In Viranşehir district of Turkey, durum wheat (*Triticum durum* Desf.) has been reported to have lost 32% of yield due to *A. tritici* (Özberk et al. 2011). In another study conducted with four bread wheat varieties, *A. tritici*-infected (35%) grains of each variety were seeded together with untreated controls. At harvest time, there was a 55.3% decrease in the grain yield compared to the controls when these infected seeds were sown. The grain yield losses were 59.9% in Gelibolu, 56.6% in Selimiye, 53.2% in Pehlivan and 51.3% in Kate-A variety (Tulek et al. 2015).

This study aimed to determine the reactions of some bread and durum wheat varieties commonly grown in Turkey against the gall nematodes and to compare the differences among the varieties.

MATERIALS AND METHODS

Wheat cultivars and nematode source

In this study, a total of 32 registered and commonly grown wheat cultivars in Turkey that includes 20-bread wheat and 12-durum wheat were evaluated. Infected grains collected from the wheat cultivation areas of Edirne in previous years were used as the source of the inoculum. Accordingly, by using an oblong sieve, grains infected with an average of 11.700 nematodes per infected grain and falling between sieves of ≥ 2.2 and < 2.5 mm width was used in the trials (Tulek et al. 2015).

Seed disinfection and vernalization

The seeds of the varieties used in the experiment selected uniform size. They were soaked in 96% alcohol for 5 min and then their surface sterilized for 10 min in 4.5% sodium hypochlorite. After the seeds were rinsed with sterile distilled water three times, and they were then placed on filter paper in 9 cm diameter plastic Petri dishes, approximately 20 seeds per Petri dish. Afterwards the filter papers were moistened with sterile distilled water and kept in a dark incubator at 20 °C for 48 hours. The seeds taken from the incubator were kept at 2 °C in a refrigerator for 3 weeks because most of them were classified as winter type. Thus, the vernalization requirement of the seeds was satisfied (Tulek and Ökten 2008).

Experimental design and assessment of nematode infection

The experiment was established as split plot in a randomized complete block design with 5 replications. Main plots were applications, infected and uninfected (control) plots, and cultivars were assigned as sub-plots. Plastic pots, 15 cm length and 6 cm in diameter are used for this purpose. Each replication was planted in a pot, and in the first application (infected plots), a healthy germinated, vernalized seed + an infected seed per pot; in the second application (control plots), a healthy germinated, vernalized seed per pot was sown. Before sowing, the infected grains were kept in cold water for about 8 hours to soften. Seed damage caused by nematode was observed regularly during growth periods (From March to July in 2019). Spikes obtained each pot / tube at the harvest maturity were separated from husks using a threshing board and recorded by counting the infected and healthy ones. The percentage of infection was determined according to the formula given below.

$$\text{Percentage of infected seeds (\%)} = \frac{\text{Number of infected seeds per plant}}{\text{Total number of seeds per plant}} \times 100$$

Statistical analysis

Infected seed ratio and measured grain data were subjected to Analysis of Variance (ANOVA) using Jump 5.0.1 statistical program. The means were compared with the least significant difference (LSD $P < 0.05$) if the F value was significant.

RESULTS AND DISCUSSION

The infected grain formation was formed in 23 of the varieties whereas the remaining 9 varieties had no signs of gall formation (Mirzabey 2000, İmren, Şahinbey, Zühre, Yelken 2000, Altıntaş, Bağcı 2002, Konya 2000, Ahmetağa), (Table 1). Some images obtained in field and laboratory studies are given in Figure 1. A negative correlation ($P < 0.01$) was found between the percentage of infected seeds and the number of healthy grains ($r = -0.6544$). Compared to the control, there was a 35.8% decrease in the number of healthy grains in infected parcels due to WSGN in wheat varieties (Table 2).

A statistically significant difference was found among the cultivars in terms of the number of infected grains (pieces / plant), the number of healthy grains (pieces / plant) and the rate of infected grains ($P < 0.01$). The highest number of infected grains and the ratio of infected grains were obtained from Aldane bread wheat variety. The infected grain formation was undetected in 9 varieties (durum wheat varieties; Mirzabey 2000, İmren, Şahinbey, Zühre, Yelken 2000, Altıntaş and bread wheat varieties; Bağcı 2002, Konya 2002, Ahmetağa) while different rates of infected grains were obtained from the other 23 varieties included in the experiment. It was observed that durum varieties were

Table 1. Mean number of infected grains (pieces / plant), mean number of healthy grains (pieces / plant), percentage of infected seeds (%) in the infected plots

Varieties	Number of infected grain	Number of healthy grain	Percentage of infected seeds	Cultivars bread/durum
Aldane	57.2 a ^x	2.4 h	97.8 a	Bread wheat
Tosunbey	44.2 ab	3.8 h	92.5 ab	Bread wheat
Gün-91	37.8 bd	11.2 gh	87.4 ac	Bread wheat
Syrena Odeska	44.6 ab	3.6 h	86.4 ac	Bread wheat
Müfitbey	39.0 bc	20.4 fh	79.2 ad	Bread wheat
Flamura-85	24.6 ce	22.6 eh	70.8 ae	Bread wheat
Selimiye	13.4 eg	12.0 gh	70.3 ae	Bread wheat
Kate A-1	11.2 eg	29.2 dh	60.0 af	Bread wheat
Esperia	24.0 ce	10.4 gh	58.2 af	Bread wheat
Demir-2000	20.4 df	18.2 fh	56.7 bf	Bread wheat
İkizce-96	21.6 cf	46.0 ch	48.0 cg	Bread wheat
Nacibey	7.6 eg	14.6 gh	45.6 dg	Bread wheat
Pehlivan	12.0 eg	28.4 dh	40.5 dh	Bread wheat
Sönmez-2001	17.8 eg	44.8 ch	37.9 ei	Bread wheat
Altın 40/98	5.4 fg	68.6 ae	26.2 fi	Durum wheat
Bereket	9.4 eg	21.8 eh	20.7 fi	Bread wheat
Seval	6.8 eg	41.0 ch	20.5 fi	Bread wheat
Eyyubi	4.0 fg	33.8 dh	20.0 fi	Durum wheat
Dumlupınar	2.4 g	20.4 fh	20.0 fi	Durum wheat
Artuklu	4.2 fg	52.8 bg	20.0 fi	Durum wheat
Yakar-99	15.6 eg	84.6 ac	12.4 gi	Bread wheat
Eminbey	0.6 g	31.8 dh	4.7 hi	Durum wheat
Sarıçanak	1.6 g	97.2 ab	2.9 hi	Durum wheat
Altıntaş 95	0.0 g	55.6 bg	0.0 i	Durum wheat
İmren	0.0 g	55.0 bg	0.0 i	Durum wheat
Konya-2002	0.0 g	9.4 gh	0.0 i	Bread wheat
Mirzabey 2000	0.0 g	73.4 ad	0.0 i	Durum wheat
Şahinbey	0.0 g	23.8 eh	0.0 i	Durum wheat
Ahmetağa	0.0 g	34.2 dh	0.0 i	Bread wheat
Bağcı-2002	0.0 g	48.4 ch	0.0 i	Bread wheat
Yelken 2000	0.0 g	106.0 a	0.0 i	Durum wheat
Zühre	0.0 g	63.2 af	0.0 i	Durum wheat
LSD _{0.05}	18.05	47.38	40.7	

X Means not connected by same letter are significantly different at $P < 0.05$ according to LSD.

more tolerant to WSGN in terms of the number and ratio of infected grains. In the experiment, the highest healthy grain (pieces / plant) obtained from durum cv. Yelken 2000 and Sarıçanak with 106 and 97.2, respectively.

Most of the studies on wheat gall nematode in Turkey were to determine the prevalence of the pest in wheat cultivation areas. According to reports from Turkey, the presence of *A. tritici* was first revealed in the surveys carried out in post-

harvest warehouses in the cereal fields of Şanlıurfa, Mardin, Bitlis and Van in 1967 (Öztüzün 1970). In another survey study, wheat samples taken from Tokat and its districts were found to be infected with WSGN (Bora 1970). In a survey study, seed samples collected from 27 provinces were examined and the presence of wheat gall nematodes in samples from 22 provinces was confirmed; it was also determined that the highest contamination rate was found the samples taken from Aksaray by 55.22% (Elmalı 2002). Tülek et al. (2017)'s study examined seed samples taken from farm stores in 2015 to determine the prevalence status of wheat gall nematode in wheat cultivation areas of the Trakya Region. The author reported that out of a total of 685 wheat seed samples examined for gall nematodes; however, 13 samples were infected.

Table 2. Mean number of healthy grains among the treatments

Treatments	Number of grains
Non-infected plot (Control)	57.87 a ^x
Infected plot	37.14 b

X Means not connected by same letter are significantly different at $P < 0.05$ according to LSD.

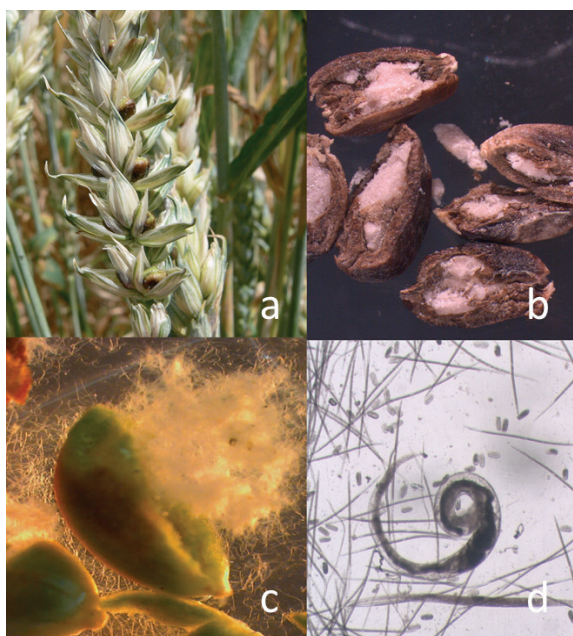


Figure 1. Infected grain in the spike (a), cross-section of the infected grain after harvest (b), view of nematode wools in the early dough stage of grain (c) view of nematode eggs, second stage (J2) juvenile and adults (d)

Wheat damage caused by gall nematodes occurs in the two stages. The first is the formation of infected grains instead of healthy grains; the latter is the reduction in the number of tillers due to the deformation caused by the nematode in the plant, the decrease in the number of grains in the spike, the reduction of 1000-kernel weight and hectoliter weight (Taher 2012). In the experiment, it was observed that growth disorder and deformation more serious in the varieties with high infected grain rate.

The highest grain infection rates in the durum and bread wheat varieties were observed in Altın 40/98 (26.2%) and Aldane (97.8%) varieties, respectively (Figure 2). Ami and Taher (2014), on the other hand, found the highest rate of infected grains in durum and bread wheat was in Arey (37.12%) and Maxipak (65.33%), respectively. Studies have reported that some wheat genotypes are resistant to *A. tritici* and there are differences between varieties. Studies conducted in Iraq have been reported that the Saberbeg wheat variety was highly resistant to WSGN (Al-Beldawi et al. 1977).

Parveen et al. (2003) tested the effects of wheat gall nematode against 7 bread wheat varieties and showed that of these, HD-2009 and WH-542 varieties were resistant to the nematode. Furthermore, they established that even if infected grain formation was not observed in these varieties, curling and twisting were observed in the leaves, which are important signs of nematode damage. From the results of their study conducted in pots and tubes, they proposed that HD-2009 and WH-542 can minimize the effect of wheat gall nematode.



Figure 2. Healthy wheat grains and grains converted into galls, bread wheat cv. Aldane and durum wheat cv. Altın 40/98

Wheat gall nematode reduces the number of spikes, increases deformation in the plant and causes a decrease in yield. The yield obtained from parcels infected with gall nematode was recorded as 4.13-ton ha⁻¹ while the potential yield of Enola bread wheat variety was 6.5-ton ha⁻¹, (Mohamedova and Piperkova 2013). In Tülek et al. (2019)'s study, seeds containing three different densities of infected grain were used to determine the yield loss caused by the wheat gall nematode in the Selimiye bread wheat variety. Compared to the control, in applications containing 10%, 20% and 40% of infected grain resulted in yield losses of 9.7%, 21.5% and 27%, respectively. There was no statistically significant decrease between applications in terms of 1000-grain weight in healthy grains (Tülek et al. 2019).

Results from this study showed that there was a statistically significant decrease of 0.01 levels in the infected parcels in terms of healthy grain number. Compared to the control, there was a 35.8% decrease in the number of healthy grains in infected parcels due to the damage of WSGN in wheat varieties.

In Turkey, WSGN has been noted to cause damage in the fields where certified seed and seed cleaning units are not used. As with many diseases and pests, using resistant varieties is the most economical method to control wheat gall nematode. Therefore, there is a need to develop resistant varieties and screening the genetic resources.

ACKNOWLEDGEMENTS

Research cited in this publication were supported by The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK; Project no: 118O777).

ÖZET

Bu çalışmada seçilen bazı ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin buğday gal nematoduna (*Anguina tritici*) karşı reaksiyonları tespit edilmiştir. Çeşit reaksiyon denemesinde Türkiye’de yaygın olarak yetiştirilen 20 ekmeklik ve 12 makarnalık buğday çeşidi kullanılmıştır. Her çeşide ilişkin toplam enfekteli ve sağlıklı taneler sayılarak kaydedilmiştir. Çeşitler arasında enfekteli tane sayısı (adet/bitki), sağlıklı tane sayısı (adet/bitki) ve enfekteli tane oranı açısından istatistiksel olarak 0.01 düzeyinde önemli farklılık bulunmuştur. Buğday çeşitlerinde kontrolle kıyaslandığında enfekteli parsellerde, sağlıklı tane sayısında buğday gal nematodu zararından kaynaklanan %35.8 azalma olmuştur. Enfekteli tane sayısı ve enfekteli tane oranı en yüksek, ekmeklik buğday çeşidi olan Aldane çeşidinden elde edilmiştir. Denemede yer alan 23 çeşitte farklı oranlarda enfekteli tane elde edilirken diğer 9 çeşitte (makarnalık buğday çeşitleri; Mirzabey 2000, İmren, Şahinbey, Zühre, Yelken 2000, Altıntaş ve ekmeklik buğday çeşitleri; Bağcı 2002, Konya 2002, Ahmetağa) enfekteli tane oluşumu gerçekleşmemiştir. Enfekteli tane sayısı ve oranı dikkate alındığında makarnalık çeşitlerin daha toleran olduğu tespit edilmiştir. Birçok hastalık ve zararlı olduğu gibi günümüzde buğday gal nematoduna karşı en ekonomik ve çevreci mücadele yöntemlerinden birisi de, dayanıklı ya da toleran çeşitlerin kullanılmasıdır.

Anahtar kelimeler: buğday, buğday gal nematodu, *Anguina tritici*, dayanıklılık, verim kaybı

REFERENCES

Al-Beldawi A., Stephan Z.A., Lwaa N.H., Shali R.A., 1977. Studies on wheat gall nematode in Iraq. Yearbook of Plant Protect. Reseach, Baghdad, 1, 268-283.

Ami A.N., Taher İ.E., 2014. Survey, races identification and host range of wheat seed gall nematode *Anguina tritici* in Duhok province. Journal of Agriculture and Veterinary Science, 7 (5), 44-48.

Bora A., 1970. Investigations on the determination of plant parasitic nematodes on Black Sea Region and their distribution and chemical control possibilities. Plant Protection Bulletin, 10 (1), 53-71.

Dababat A.A., Imren M., Erginbas-Orakci G., Ashrafi S., Yavuzaslanoglu E., Toktay H., Pariyar S.R., Elekcioğlu H.I., Morgounov A., Mekete T., 2015. The importance and management strategies of cereal cyst nematodes, *Heterodera* spp., in Turkey. Euphytica, 202 (2), 173-188.

Elmalı M., 2002. The distribution and damage of wheat gall nematode [*A. tritici* (Steinbuch)] (Tylenchida: Tylenchidae) in western part of Anatolia. Türkiye Entomoloji Dergisi, 26 (2), 105-114.

Leukel R.W., 1924. Investigations on the nematode diseases of cereals caused by *Tylenchus tritici*. Journal of Agricultural Research, 27 (12), 928-956.

McDonald A.H., Nicol J.M., 2005. Nematode parasites of cereals. In: Luc M., Sikora R.A., Bridge, J. (Eds.). Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. CABI Publishing, Wallingford, 131-191 p.

Mohamedova M., Piperkova N., 2013. Seed gall nematode *Anguina tritici* in Bulgaria: nematode impact on wheat growth and grain yield. Agrolife Scientific Journal, 2 (2), 15-19.

Needham J.T., 1744. A letter concerning certain chalky tubulous concretions, called malm; with some microscopically observation on the farina of the red lily, and of worms discovered in smutty corn. Philosophical Transaction of the Royal Society of London 42, 634-641.

Özberk I., Yolcu S., Yücel A., Köten M., Nicol J.M., 2011. The impact of seed gall nematode on grain yield, quality and marketing prices on durum wheat in Anatolia, Turkey. African Journal of Agricultural Research, 6 (16), 3891-3896.

Öztüzün N., 1970. Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi kültür bitkilerine arız olan bitki parazit nematodları üzerinde sürvey çalışmaları. Bitki Koruma Bülteni, 10 (3), 180-198.

Parveen R., Khan A.A., Imran M., Ansari A.A., 2003. Response of wheat varieties to the seed gall nematode, *Anguina tritici*. Nematologia Mediterranea, 31 (1), 103-104.

Siddiqi M.R., 2000. Tylenchida: parasites of plant and insects. 2nd Edition. CABI Bioscience, Egham, UK, 848 p.

Smiley R.W., Nicol J.M., 2009. Nematodes which challenge global wheat production. In: wheat science and trade. Carver, B. F. (Ed.). Wiley Blackwell, 171-187 p.

Taher İ.E., 2012. Pathogenicity, biology and control of wheat seed gall nematode *Anguina tritici*. M.Sc. Thesis College of Agriculture, University of Duhok, Iraq.

Thorne G., 1961. Principles of nematology. McGraw Hill, Inc New York, 553 p.

Tülek A., Ökten E., 2008. The study on the resistance of some wheat (*Triticum* sp.), barley (*Hordeum vulgare* L.) and triticale (xTriticosecale) varieties to the Root Lesion Nematode (*Pratylenchus thornei*, Sher & Allen 1953). National Wheat Symposium, June 02-05, Konya, Turkey, 571-577 pp.

Tülek A., Kepenekci I., Ciftçigil T.H., Ozturk I., Akin K., Seidi M., Yıldırım M., Dababat A.A., 2015. Effects of seed-gall nematode (*Anguina tritici*) on bread wheat grain characteristics and yields in Turkey. *Nematology* 17 (9), 1099-1104.

Tülek A., Dababat A.A., Çiftçigil T.H., Akin K., Kepenekçi İ., 2017. Occurrence and distribution of wheat seed gall nematode, [*Anguina tritici* (Steinbuch) Filipjev] in wheat (*Triticum aestivum* L.) growing areas in Thrace Region of Turkey. Sixth International Cereal Nematodes Symposium, 11-15 September, Agadir, Morocco, 11-15 p.

Tülek A., Dababat A.A., Kepenekci İ., Öztürk İ., 2019. Effect of seed gall nematode, *Anguina tritici*, on grain yield of bread wheat cultivar under field conditions. *Nematropica*, 49 (1), 59-62

Cite this article: Tülek A, Kepenekçi İ, Tülek B, Sakin M. (2021). Determination of the reactions of some bread and durum wheat varieties to the wheat seed gall nematode [*Anguina tritici* (Steinbuch) Filipjev]. *Plant Protection Bulletin*, 61-2. DOI: 10.16955/bitkorb.822783

Atıf için: Tülek A, Kepenekçi İ, Tülek B, Sakin M. (2021). Bazı ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin Buğday gal nematodu [*Anguina tritici* (Steinbuch) Filipjev]’na karşı reaksiyonlarının belirlenmesi. *Bitki Koruma Bülteni*, 61-2. DOI: 10.16955/bitkorb.822783

Bitki Koruma Bülteni / Plant Protection Bulletin

<http://dergipark.gov.tr/bitkorb>

Original article

Assessment of a six-year national survey and eradication program for *Plum pox virus* in Turkey

Türkiye'de *Plum pox virus*'un altı yıllık ülkesel survey ve eradikasyon programının değerlendirilmesi

Nevzat BİRİŞİK^a, Ali Ferhan MORCA^{b*}, Serpil ERİLMEZ^c, Osman ÇİFTÇİ^d, Melike YURTMEN^e, Nesrin UZUNOĞULLARI^f, İlyas DELİGÖZ^g, Murat ŞAHİN^h, Mehmet Levent ÖNTEPELİ^h

^aAdiyaman University, Faculty of Agricultural Sciences and Technology, Kabta, Adiyaman, Turkey

^bDirectorate of Plant Protection Central Research Institute, Gayret Mh. Fatih Sultan Mehmet Bul. 06172 Yenimahalle, Ankara, Turkey

^cDirectorate of Plant Protection Research Institute, Bornova, Gençlik Cad. 35040 Bornova, Izmir, Turkey

^dDirectorate of Plant Protection Research Institute, Diyarbakır, Silvan Karayolu 7. km. 21110 Sur, Diyarbakır, Turkey

^eBiological Control Research Institute, Kışla Cad. 01321 Yüreğir, Adana, Turkey

^fAtatürk Horticultural Central Research Institute, Suleyman Bey Mh. 77100 Merkez, Yalova Turkey

^gBlack Sea Agricultural Research Institute, Çiftlik Mh. Atatürk Bul. 55300 Tekkeköy, Samsun, Turkey

^hGeneral Directorate of Food and Control, Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry, Üniversiteler Mh. Dumlupınar Bul. 06800, Çankaya, Ankara, Turkey

ARTICLE INFO

Article history:

DOI: [10.16955/bitkorb.793804](https://doi.org/10.16955/bitkorb.793804)

Received : 12-09-2020

Accepted : 29-05-2021

Keywords:

eradication, PPV, stone fruit, sharka, virus

* Corresponding author: Ali Ferhan MORCA

✉ ferhan.morca@gmail.com

ABSTRACT

Plum pox virus (PPV) is the most dangerous viral agent of stone fruits. PPV can be transmitted by vector aphids and may cause serious damage on fruits, leaves and flowers of *Prunus* species, especially on plum, apricot, and peach. Eradication of infected plants is one of the most recommended control methods of PPV in the world. The main objective of this study is to evaluate the National PPV survey and eradication program carried by the National Plant Health Authority between 2013 and 2018. During the six years of study, approximately 60.000 trees in 96.26% of Turkey were screened for PPV symptoms and 21.394 samples were collected from suspected plants from seven different fruit species. The samples were tested by ELISA (Enzyme Linked Immunosorbent Assay), and then ELISA questionable samples were verified by RT-PCR (Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction). Based on the six years results, 2.718 samples from 161 locations were determined as PPV positive and the infection rate was calculated as 12.70%. During this study, 78.868 trees were eradicated. By the help of intensive monitoring and eradication program, PPV infection rate decreased from 35.72% to 7.47%. On the other hand, PPV infection was firstly recorded and eradicated in seven provinces (Aydın, Bolu, Denizli, Erzurum, Kırıkkale, Sivas, Samsun) which have been known as PPV-free before. This study showed that eradication is a very effective way to suppress PPV infection and spread. In conclusion, the national survey and eradication program should be operated nationwide and concentrated in nurseries.

GİRİŞ

Türkiye genetik kaynakları, ekolojik özellikleri ve yetiştiricilik usulleri açısından bahçe bitkileri üretiminde dünya ülkeleri arasında önemli bir konuma sahiptir. Türkiye, birçok sert çekirdekli meyve türünün (*Prunus* spp.) doğal olarak kendiliğinden yetiştiği veya ekonomik olarak yetiştirildiği ve bu meyvelerin günlük beslenme ve tarımsal dış ticaretinde önemli rol oynadığı bir ülkedir. Ekonomik olarak yetiştiriciliği yapılan türler arasında kayısı, kiraz, vişne, şeftali, erik ve nektarin en çok bilinenleridir. Türkiye'de PPV'nin konukçusu olan sert çekirdekli meyve üretimi geçmişten günümüze artış göstermiştir (Uzun et al. 2018). 2018 yılı FAO (Food and Agriculture Organization) verilerine göre Türkiye 750.000 ton/yıl kayısı ve 639.564 ton/yıl kiraz üretimi ile dünyada birinci sırada yer almaktadır. Öte yandan vişnede 184.167 ton/yıl üretim ile dünyada dördüncü sırada, erik üretiminde ise 296.878 ton/yıl ile dünyada yedinci sıradadır. Şeftali ve nektarin üretiminde ise 789.457 ton/yıl ile dünyada altıncı sıralarda yer almaktadır (FAO 2018).

Prunus türlerinin dünya çapında en önemli hastalık etmeni PPV'dir (Scholthof et al. 2011). PPV Potyviridae familyasına ait *Potyvirus* cinsine dahil viral bir etmendir. PPV, 660-750 nm uzunluğunda, 12-15 nm genişliğinde ve tek sarmal bir RNA yapısına sahiptir. Bu RNA molekülü yaklaşık 9.8 kb büyüklüğünde ve 355.5 kDa ağırlığında tek bir poliproteini kodlamaktadır (Cui and Wang 2016, Revers and Garcia 2015, White 2015).

PPV'nin kısa mesafelerde yani bahçe içinde veya bahçeler arasında yayılmasında yaprak bitleri etkin bir rol almaktadır. PPV'nin 20'den fazla yaprak biti türü ile taşındığı bilinmektedir. Bunlar arasında *Aphis fabae*, *A. craccivora*, *A. gossypii*, *A. spiraeicola*, *Myzus persicae*, *Brachycaudus cardui*, *B. helichrysi*, *B. persicae*, *Hyalopterus pruni*, *Macrosiphum euphorbiae* taşınmada önem arz eden türler arasında yer almaktadır (Çağlayan et al. 2013, Levy et al. 2000).

PPV, Okyanusya kıtası hariç Avrupa, Asya, Afrika ve Amerika kıtalarında tespit edilmiş olup, özellikle Balkan ülkeleri ile Mısır'da yaygın olarak bulunan ve sert çekirdekli meyvelerde büyük ekonomik kayıplara yol açan bir virüstür (EPPO 2004). Dünya çapında yaygın olan bu virüs üzerinde yapılan çalışmalar neticesinde, virüsün serolojik özellikleri, genom farklılıkları ve epidemiyolojik özelliklerine bağlı olarak 10 farklı ırk tespit edilmiştir. Bunlar sırasıyla M (Marcus), D (Dideron), C (Cherry), EA (El Amar), T (Turkey), W (Winona), Rec (Recombinant), PPV-CR (Cherry Russia), PPV-An (Ancetor) ve son olarak tespit edilmiş olan PPV-CV (Cherry Volga) ırkıdır (Gürcan et al. 2020). Ülkemizde bu ırklardan yalnızca D (Elibüyük

2004, Gürcan and Ceylan 2016, Gürcan et al. 2020), M (Sertkaya et al. 2003, Elibüyük 2004, Gürcan et al. 2019), Rec (Candresse et al. 2007) ve T (Serçe et al. 2009, Teber et al. 2019) ırkları tespit edilmiştir.

PPV'nin belirtileri virüsün ırkına, enfeksiyon zamanına, çevre faktörlerine, konukçunun bulunduğu konuma, mevsime, konukçunun türüne, çeşidine ve yaşına bağlı olarak hafiften şiddetliye kadar değişebilmektedir. Söz konusu şartlara bağlı olarak, belirtilerin görüldüğü bitki organı farklılık gösterebildiği gibi, latent enfeksiyon durumu veya belirtilerin maskelendiği de görülebilmektedir (Cambra et al. 2006a). PPV'nin çiçeklerde oluşturduğu en tipik belirti, şeftali çiçek petallerinde görülen koyu pembe çizgilerdir. Yaprak belirtileri genel olarak kayısı, erik ve şeftali bitkilerinde oldukça belirgindir. Genel olarak yaprak damarları etrafındaki renk açılımı, damar bantlaşması, sarıdan açık yeşile değişen halka lekeler ve çizgiler bu bitkiler için oldukça tipiktir. Meyvede ise, kayısı ve erik bitkilerinde şiddetli deformasyonlar ile meyve etinde görülen kahverengileşme, meyve yüzeyindeki soluk sarı halka ve çizgi şeklindeki belirtilerin aynı zamanda izdüşümü şeklinde çekirdekte de görülmesi bu bitki grubu için oldukça tipiktir. PPV'nin diğer önemli bir belirtisi de kayısılarda ve Avrupa kökenli eriklerde görülen erken meyve dökümüdür (Anonim 2017).

Şarka hastalığı ilk tespit edildiği ülke olan Bulgaristan'dan kıtalar arasında yayılmış ve dünya için tehlikeli bir duruma gelmiştir. PPV, EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization) A2 listesinde yer alan ve yine EPPO bölgesinde yaygın ya da sınırlı olarak bulunan, birçok ülkede büyük risk taşıyan önemli bir karantina organizmasıdır (Cambra et al. 1994). Ülkemizde de önemli bir karantina organizması olan PPV, karantina listesinde EK2-B'de (Türkiye'de sınırlı olarak bulunan karantinaya tabi zararlı organizmalar) yer almaktadır. PPV ülkemizde ilk olarak 1969 yılında Edirne ilinde erik ağaçlarında tespit edilmiştir (Sahtiyancı 1969). Daha sonrasında coğrafi olarak neredeyse her bölgede lokal olarak varlığı belirlenmiş durumdadır (Kurcman 1973, Yürektürk 1984, Dunez 1986, Azeri 1994, Buzkan et al. 2006, Koc and Baloglu 2006, Candresse et al. 2007, Gumus et al. 2007, Gazel et al. 2010, Akbaş et al. 2011, Çelik ve Kütük 2013, Gürcan et al. 2013a, 2013b; Deligöz et al. 2015, Değirmenci et al. 2016, Morca et al. 2020).

PPV'nin tam kontrolü; esas olarak virüsten ari bitki materyallerinin kullanımı, dayanıklı bitki çeşitlerinin geliştirilmesi, yaprak bitleri ile mücadele ve özellikle hastalığın yeni girdiği alanlarda inokulum kaynağı olan bitki ve böceklerin yok edilmesi ile mümkündür (Németh

1986). PPV'nin vektör mücadelesinde pestisit kullanımı sonuç vermediğinden, en etkili mücadele yöntemi hastalık etmeninin ülkeye veya bölgeye girişinin engelleyecek karantina yöntemleri ve virüs etmeninden arı sertifikalı fidan kullanımınıdır. Bu nedenle Türkiye gibi PPV'nin sınırlı olarak bulunduğu ve karantinaya tabi olduğu ülkelerde bulaşık alanların ve bulaşık bitkilerin tespit edilerek imhası teknik ve ekonomik olarak son derece önemlidir (Anonim 2011).

PPV'ye dayanıklı Prunus çeşitlerinin piyasaya sürülmesi, PPV'nin neden olduğu yıkıma uzun vadeli bir çözümdür (Welliver et al. 2014). Bugüne kadar, PPV'ye karşı kayısı ve erikte sınırlı sayıda dayanıklılık kaynağının olduğu, şeftali de ise dayanıklılık kaynağının bulunmadığı bilinmektedir. Kuzey Amerika kayısı çeşitlerinden Goldrich, Harlayne, Stark Early Orange, Stella ve Harcot dayanıklı oldukları belirlenen ve üzerine yoğun olarak çalışılan çeşitlerdir (Gürcan ve Yılmaz 2012). Bunun dışında dirençli bir erik çeşidi olan Honey Sweet, USDA-ARS (United States Department of Agriculture-Agricultural Research Service) tarafından yürütülen çalışmada genetik modifikasyon yoluyla geliştirilmiştir (Scorza and Ravelonandro 2006). Avrupa ve Kuzey Amerika'daki kapsamlı çalışmalarla bile, küresel olarak ana üretim fidanlıklarına ulaşmak için yeterince büyük sayılarda genetik olarak dirençli çeşitlerin piyasaya sürülmesi için daha fazla zamana ihtiyaç olduğu görülmüştür. PPV'nin daha fazla yayılmasını önlemek için sertifikalı virüssüz stok materyallerin kullanılması çok önemlidir. Bununla beraber sürvey, analiz ve eradikasyon programının birlikte uygulanması ile PPV'nin görülmediği veya düşük seviyelerde mevcut olduğu alanların oluşabileceği bildirilmiştir (Welliver et al. 2014).

Bugüne kadar İtalya (Myrta et al. 2006), İspanya (Capote et al. 2010), Japonya (Fujiwara et al. 2011), Şili (Herrera 2013), ABD ve Kanada'da (Gougherty and Nutter 2015) başarılı eradikasyon çalışmaları yürütülmüştür. Nitekim Türkiye'de de günümüze kadar PPV enfeksiyonu belirlenen yerlerdeki bulaşık bitkiler GKGM'nin bilgisi ve talimatları dahilinde imha edilmiştir (Yurtmen et al. 2017). Ancak bu çalışmalar 2013 yılına kadar herhangi bir ulusal sürvey veya eradikasyon programı kapsamında yapılmamıştır. Tüm bu çalışmalar sonucunda GKGM'ü Türkiye'de PPV ile mücadelede mevcut koşullarda en etkili yöntemin eradikasyon olduğuna karar vermiş ve 2012 yılında Kayseri ilinde başlayan pilot sürvey ve eradikasyon çalışması 2013 yılında ülke çapında "Ulusal Şarka Sürvey ve Eradikasyon Programı" olarak yürütülmeye başlanmıştır. PPV eradikasyon çalışmaları Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yayımlanan "Şarka

Hastalığı ile Mücadele Hakkında Talimat" çerçevesinde ve bu çalışmada yer alan araştırmacıların önerisi ve koordinasyonunda yürütülmüştür (Anonim 2013). Bu çalışmada, bahsi geçen talimat ve program kapsamında 2013-2018 yılları arasında ülke çapında yapılan sürvey, teşhis ve eradikasyon çalışmalarının bir bölümünün değerlendirilmesi yapılmış, PPV bulunması muhtemel alanların çiçek döneminden başlanarak taranmasına ve bulaşık bulunan tüm bitkilerin imhasına karar verilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen veriler analiz edilmiş ve bazı öneriler geliştirilmiştir.

MATERYAL VE METOT

Sürvey ve eradikasyon programının belirlenmesi

PPV ile enfekteli alanların tespiti ve imhası ile ilgili 2012 yılında Tarım ve Orman Bakanlığı GKGM tarafından başlanmış ve eradikasyon için sürvey, analiz ve imha yöntemini içeren bir talimat yayınlanmıştır. Söz konusu talimat kapsamında PPV ile bulaşık olduğu düşünülen bir alanın sınırlarını belirlemek amacıyla "Sınırlandırma Sürveyi (S)", PPV'nin bir alanda var olup olmadığını tespit etmek amacıyla "Keşif Sürveyi (K)" yapılması planlanmıştır. Sürvey kapsamındaki iller yıllık "Bitki Sağlığı Uygulama" programında "Zararlı Organizmalar Sürvey Programına" dahil edilmiştir (Anonim 2020). Sürveyler ve eradikasyon çalışmaları IPPC (International Plant Protection Convention) kapsamında FAO tarafından yayınlanan 5 numaralı Uluslararası Bitki Sağlığı Tedbirleri (International Standards for Phytosanitary Measures ISPM5-Glossary of phytosanitary terms) tanımlarına göre yürütülmüştür (FAO 2016). Sürvey kapsamındaki illerin sayısı, sürveyin seviyesi yıllar içinde elde edilen sonuçlara göre değişmiş ve her yılın sürvey durumu bir önceki yılın sonuçları doğrultusunda güncellenmiş ve sürvey çalışmaları bu kapsamda yönetilmiştir (Anonim 2020).

Sürveyler ve örneklerin toplanması

Sürvey çalışmaları Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından hazırlanmış ve yayınlanmış olan "Sürvey Talimatları Kılavuz El Kitabı" kapsamında belirtilen usullere göre yapılmıştır. Çalışma süresince toplam 78 il (Muş, Ordu ve Trabzon hariç) PPV sürvey programına dahil olmuştur (Çizelge 1). Bu kapsamda İl Tarım ve Orman Müdürlükleri tarafından toplanan semptom gösteren ve göstermeyen örnekler, etiketlenerek sorumlu araştırma enstitülerine (Çizelge 2) analizi yapılmak üzere gönderilmiştir (Anonim 2017). Söz konusu bu çalışmada sürvey sonuçları tamamlanan 44 ile ait veriler değerlendirilmiştir.

Laboratuvar çalışmaları

Çizelge 1. 2013-2018 yılları arasında PPV survey programına dahil olan iller ve survey statüleri
Table 1. The provinces included in the PPV survey program in 2013-2018 years and survey statues

No	İller	2013	2014	2015	2016	2017	2018	No	İller	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	Adana	S	S	S	S	S	S	40	İstanbul	S	S	S	S	S	S
2	Adıyaman	K	K	K	K	K	K	41	İzmir	S	S	S	S	S	S
3	Afyonkarahisar	K	K	K	K	K	K	42	Kahramanmaraş	K	K	K	K	K	K
4	Ağrı	K	K	K	K	K	K	43	Karabük	K	K	K	K	K	K
5	Aksaray	-	-	-	-	S	S	44	Karaman	K	K	K	K	K	K
6	Amasya	K	K	K	K	K	K	45	Kars	K	K	K	K	K	K
7	Ankara	S	S	S	S	S	S	46	Kastamonu	K	K	K	K	K	K
8	Antalya	S	S	S	S	S	S	47	Kayseri	S	S	S	S	S	S
9	Ardahan	K	K	K	K	K	K	48	Kırkkale	K	K	S	S	S	S
10	Artvin	K	K	K	K	K	K	49	Kırklareli	S	S	S	S	S	S
11	Aydın	K	S	S	S	S	S	50	Kırşehir	K	K	K	K	K	K
12	Balıkesir	K	K	K	K	K	K	51	Kilis	K	K	K	K	K	K
13	Bartın	K	K	K	K	K	K	52	Kocaeli	S	S	S	S	S	S
14	Batman	K	K	K	K	K	K	53	Konya	S	S	S	S	S	S
15	Bayburt	K	K	K	K	K	K	54	Kütahya	K	K	K	K	K	K
16	Bilecik	S	S	S	S	S	S	55	Malatya	K	K	K	K	K	K
17	Bingöl	K	K	K	K	K	K	56	Manisa	S	S	S	S	S	S
18	Bitlis	K	K	K	K	K	K	57	Mardin	K	K	K	K	K	K
19	Bolu	K	K	K	K	K	K	58	Mersin	S	S	S	S	S	S
20	Burdur	K	K	K	K	K	K	59	Muğla	K	K	K	K	K	K
21	Bursa	S	S	S	S	S	S	60	Nevşehir	K	K	K	K	K	K
22	Çanakkale	S	S	S	S	S	S	61	Niğde	K	K	K	K	K	K
23	Çankırı	K	K	K	K	K	K	62	Osmaniye	K	K	K	K	K	K
24	Çorum	K	K	K	K	K	K	63	Rize	K	K	K	K	K	K
25	Denizli	K	S	S	S	S	S	64	Sakarya	K	S	S	S	S	S
26	Diyarbakır	K	K	K	K	K	K	65	Samsun	K	S	S	S	S	S
27	Düzce	K	K	K	K	K	K	66	Siirt	K	K	K	K	K	K
28	Edirne	S	S	S	S	S	S	67	Sinop	K	K	K	K	K	K
29	Elazığ	K	K	K	K	K	K	68	Sivas	K	S	S	S	S	S
30	Erzincan	K	K	K	K	S	S	69	Şanlıurfa	K	K	K	K	K	K
31	Erzurum	K	K	K	K	K	K	70	Şırnak	K	K	K	K	K	K
32	Eskişehir	K	K	K	K	K	K	71	Tekirdağ	S	S	S	S	S	S
33	Gaziantep	K	K	K	K	K	K	72	Tokat	K	K	K	K	K	K
34	Giresun	K	K	K	K	K	K	73	Tunceli	K	K	K	K	K	K
35	Gümüşhane	K	K	K	K	K	K	74	Uşak	K	K	K	K	K	K
36	Hakkari	K	K	K	K	K	K	75	Van	K	K	K	K	K	K
37	Hatay	S	S	S	S	S	S	76	Yalova	S	S	S	S	S	S
38	İğdır	K	K	K	K	K	K	77	Yozgat	K	K	K	K	K	S
39	Isparta	K	K	K	K	K	K	78	Zonguldak	K	K	K	K	K	K
Toplam										18 S	23S	24S	24S	26S	27S
										59K	54K	53K	53K	52K	51K

S: Sınırlandırma sürveyi, K: Keşif sürveyi, Kalın yazı tipi: Çalışmaya dahil edilen iller

Çizelge 2. Sürvey bölgeleri ve bağlı oldukları bitki sağlığı araştırma kurumları
Table 2. The provinces included in the PPV survey program in 2013-2018 years and survey statues

Coğrafi Bölge	Sorumlu Araştırma Enstitüsü
Akdeniz Bölgesi	Adana Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi	Diyarbakır Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
Ege Bölgesi	Bornova Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
İç Anadolu ve Karadeniz Bölgeleri	Ankara Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
Marmara Bölgesi	Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü

Çalışma süresince sahada gözlem yapılarak alınan örneklerin teşhisleri EPPO tarafından yayınlanan 7/32 sayılı PPV teşhis protokolünün (EPPO 2004) genel esasları gözetilerek Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından hazırlanmış olan “Zirai Karantinaya Tabi Zararlı Organizmalar Teşhis Protokollerine” (Anonim 2018) göre yapılmıştır. Bu kapsamda gönderilen numunelerin tamamı serolojik olarak ELISA (Clark and Adams 1977) metodu ile ticari firmanın önerileri doğrultusunda analiz edilmiştir. Değerlendirmede negatif kontrolün absorpsiyon değerinin en az iki katı ve üzeri değere sahip örnekler enfekteli olarak kabul edilmiştir. Serolojik çalışmalar sonucunda şüpheli çıkan örnekler RT-PCR metodu ile doğrulanmıştır.

RT-PCR’da kullanılan toplam RNA’ların izolasyonu ticari firmanın önerileri (NucleoSpin RNA Plant Mini kit-Macherey-Nagel, USA) doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Elde edilen toplam RNA’lar PPV’nin evrensel primerleri P1/P2 (Wetzel et al. 1992) kullanılarak 25 µl toplam hacimdeki PCR karışımı: 8 µl 5X GoTaq Flexi Buffer, 1.25 µl MgCl₂ (25 mM), 0.7 µl dNTP (10 mM), 0.25 µl GoTaq polimeraz enzim (5 U µl), 1 µl ileri (Forward) primer (10 µM), 1 µl geri (Reverse) primer (10 µM), 0.2 µl reverse transcriptase enzimi (200 U µl), 0.2 µl RNase inhibitörü (5000 U ml), 2 µl RNA içerecek şekilde hazırlanmış ve nükleaz-içermeyen steril su ile toplam hacime tamamlanmıştır. Karışım ile gerçekleştirilen RT-PCR koşulları; 45 dk 42 °C süre ile gerçekleştirilen cDNA aşamasının ardından, 94 °C’de 2 dk, 94 °C’de 30 sn, 60 °C’de 30 sn, 72 °C’de 1 dk ve 72 °C’de 10 dk şeklinde uygulanmıştır. RT-PCR sonucunda elde edilen 244 bp boyutundaki amplikonlar Pronosafe (Conda, Madrid, Spain) DNA boyası ile hazırlanan %1.5’luk agaroz jelde 80 V’da 60 dk yürütülmüş ve UV transilluminatör altında görüntülenmiştir.

Elde edilen teşhis sonuçları zaman kaybedilmeden örnekleri gönderen ilgili İl Tarım ve Orman Müdürlüğüne bildirilmiştir.

Kontrol ve eradikasyon programı

Laboratuvar çalışmaları sonucunda PPV ile enfekteli olduğu tespit edilen örneklerin alındığı bölge, PPV talimatına göre “bulaşık alan” olarak ilan edilmiş ve ardından 1 km çapında tampon bölge oluşturulmuştur. Tampon bölge içerisine fidan giriş çıkışı yasaklanmış, vektörlerle ve yabancı otlarla mücadele yapılmıştır. Tampon bölgede fidanlık işletmesi var ise yeni bahçe tesisine müsaade edilmemiştir. Söz konusu bu önlemler dışında;

a. Virüsün meyve bahçesinde tespit edilmesi halinde, bulaşık ağaçlar kökleri dahil yakılarak imha edilmiş ve eradikasyon yapılan bahçelerde en az üç yıl süre ile herhangi bir konukçu bitki dikimine izin verilmemiştir.

b. PPV’nin damızlık parsellerinde tespit edilmesi halinde

bulaşık bulunan çeşit ve bu damızlıktan alınan üretim materyali ile üretilen fidanların tamamı eradike edilmiştir. Bulaşık bulunan alandaki diğer damızlıklar için ise 3 yıl süre ile analizler tekrarlanarak üretime devam edilmiştir.

c. PPV’nin fidanlık parsellerinde tespit edilmesi halinde bulaşık bulunan çeşidin tamamı eradike edilmiştir.

d. Eradikasyon yapılan bitki ve bitkisel ürünlerle ilgili gerekli kayıtlar alınmıştır.

Verilerin değerlendirilmesi

Çalışma süresince iki adet veri seti oluşturulmuştur. Bunlardan ilki İl Tarım ve Orman Müdürlükleri tarafından oluşturulan sürvey ve eradikasyon bilgileridir. Bu bilgiler sürvey yapılan alandaki makroskobik gözlem yapılan nokta sayısı, şüpheli bulunan ağaçlardan alınan örnek sayısı, imha edilen ağaç ve bitki sayısı verilerinden oluşmuştur. İkinci veri grubu ise araştırma enstitüleri tarafından oluşturulan laboratuvar analiz sonuçlarıdır. Bu bilgiler ise gelen örnek sayısı, analiz sonuçları ve raporlardan oluşmaktadır. Elde edilen bu iki veri setindeki tüm bilgiler bir bütün haline getirilerek gözden geçirilmiş, saha çalışmaları ile laboratuvar çalışmaları karşılaştırılmış ve doğrulanmayan veriler elenerek sonuçlar değerlendirmeye alınmıştır.

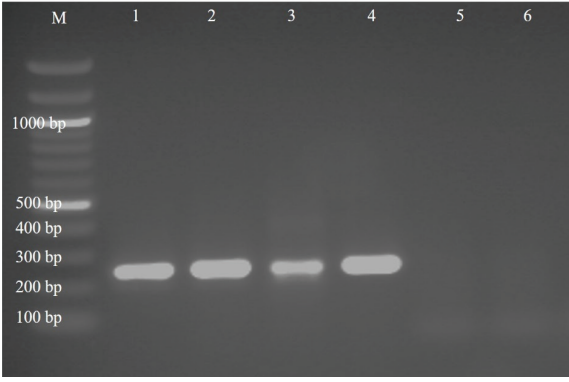
SONUÇLAR

Sürvey ve eradikasyon programı

Çalışma süresince Türkiye’deki 81 ilin 78’inde sürvey çalışması yapılmış ve sürvey sonuçları tamamlanan 44 ilde ait veriler değerlendirmeye alınmıştır. Yıllara göre sürvey kapsamında olan illerin sayısı ve sürveyin statüsünde değişiklikler olmuştur.

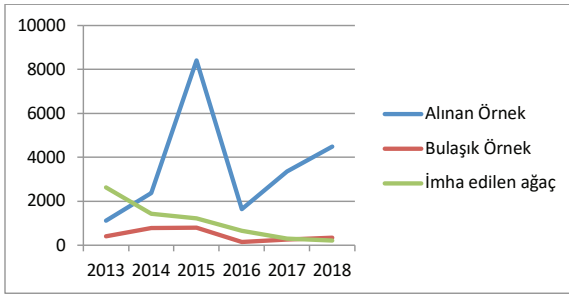
Ulusal Şarka Eradikasyon Programı kapsamında makroskobik gözlemler sonucunda laboratuvar analizine gönderilen örnek sayısı 2013-2015 yılları arasında hızla artmıştır. Buna bağlı olarak PPV pozitif bulunan (Şekil 1) örnek sayısında da artış olmuştur. Yıllık alınan örnek sayısı en çok 2015 yılında 8411’e, bulaşık örnek sayısı 799’a çıkmıştır. Ancak bulaşık ağaçların imhası ile birlikte bulaşık ağaç sayısı ve imha edilen ağaç sayısında önemli düşüşler olmuştur. Buna bağlı olarak çalışmanın son yılı olan 2018 yılında alınan 4495 örnekten sadece 336 adeti pozitif bulunmuştur (Şekil 2).

Yoğun sürvey ve eradikasyon çalışmaları sonucu PPV yayılımında önemli yavaşlama ve gerilemeler görülmüştür. 2013 yılında tespit edilen %35.72 bulaşıklık oranı 2018 yılında 5 kat azalarak %7.47’e gerilemiştir. Aynı şekilde vaka (PPV enfeksiyonu tespit edilen bahçe, fidanlık vb. alan) sayısı 2015 yılında 50’ye kadar yükseldikten sonra



Şekil 1. P1/P2 primer çiftleri kullanılarak yapılan RT-PCR amplifikasyonuna ait agaroz jel görüntüsü. (M: 100 bp DNA Markör, 1-2-3; PPV enfekteli izolatlar, 4; Pozitif Kontrol, 5; Negatif Kontrol, 6; Su Kontrol)

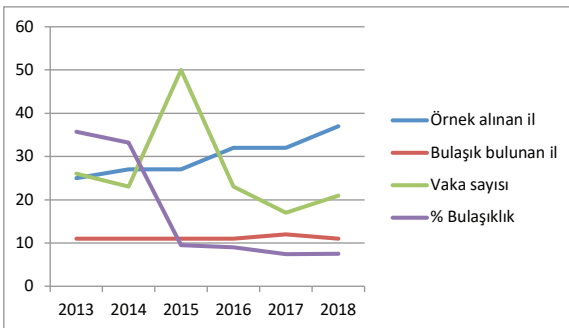
Figure 1. Agarose gel image of RT-PCR amplification using P1/P2 primer pairs. (M: 100 bp DNA marker, 1-2-3: PPV infected isolates, 4: positive control, 5: negative control, 6: water as a negative control)



Şekil 2. 2013-2018 yılları arasında alınan örnek, bulaşık örnek ve imha edilen ağaç sayısı

Figure 2. Number of collected samples, infected samples and eradicated trees in 2013-2018

2018 yılında %58 oranında hızla düşerek 21'e düşmüştür Bulaşık bulunan il sayısında ise 2017 yılında artış olmuş ancak yine durum durağan seyretmiş ve her yıl ortalama 11 ilde PPV belirlenmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. 2013-2018 yılları arasında örnek alınan iller, bulaşık iller, vaka sayıları ve % bulaşıklık oranları

Figure 3. The provinces taken samples in 2013-2018, the infected provinces, the number of cases and % infection ratio

Türkiye'de PPV'nin dağılımı

Çalışma süresi sonucunda survey sonuçları tamamlanan 44 ilde PPV yönüyle şüpheli ağaçlar tespit edilmiş ve örnekleme yapılmıştır. Alınan örneklerden yapılan analiz sonucunda 23 ilde PPV varlığı tespit edilmiştir. Çalışma süresince elde edilen sonuçlara göre Aydın, Bolu, Denizli, Erzincan, Kırıkkale, Samsun ve Sivas olmak üzere 7 ilde ilk kez PPV varlığı tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar detaylı olarak Şekil 4'deki haritada gösterilmektedir.



Şekil 4. 2013-2018 PPV survey sonuçları haritası (Yeşil: Survey yapılan ve örnek alınan iller, Sarı: Survey yapılmış ancak çalışmaya dahil edilmeyen iller, Kırmızı noktali yeşil alanlar: PPV bulaşık bulunan iller, Mavi: Survey yapılmayan iller)

Figure 4. Map of PPV survey results in 2013-2018 (Green: In the survey and sampled provinces, Yellow: Provinces surveyed but not included in the study, Green areas with red dots: Provinces infected with PPV, Blue: Provinces without survey)

Analiz sonuçlarının yıllara göre değerlendirilmesi

PPV survey çalışmaları sonucu elde edilen veriler yıllara göre değerlendirildiğinde, şüpheli bulunarak örnek alınan il sayısının yıllık ortalamasının 2013 yılında 25 olduğu, 2018 yılında ise bu sayının artarak 37'e çıktığı görülmüştür. Alınan örneklerin sayısına bakıldığında en çok örneğin 2015 yılında alındığı ve sayının 8411 olduğu görülmektedir. Alınan örneklerin PPV ile enfekteli olma oranına bakıldığında ise çalışmanın başladığı 2013 yılında %35.72 oranı ile en yüksek seviyeye çıktığı, 2017 yılında %7.42 oranı ile en düşük seviyeye gerilediği kaydedilmiştir. Vaka sayısının 2013 yılında 26 olduğu, 2015 yılında bu sayının artarak 50'ye çıktığı ve devamında %58 oranında azalarak 2018 yılında 21'e gerilediği kaydedilmiştir. Çalışma süresince 72.408 adet fidan ve 6.460 adet ağaç olmak üzere toplam 78.868 bitki imha edilmiştir. Ağaç imhasının 2.631 adet ile en çok 2013 yılında, fidan imhasının ise 64.663 ile en çok 2018 yılında yapıldığı görülmüştür. Yıllar bazında en az imhanın ise 2016 yılında, en çok imhanın ise 2018 yılında yapıldığı görülmektedir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Yıllara göre elde edilen sürvey ve eradikasyon verileri**Table 3.** Surveillance and eradication data obtained according to years

Yıllar	İl	A.Ö.S	B.Ö.S.	V.S.	B.O. %	İ.E.A.S.	İ.E.F.S.	T.İ.S.
2013	25	1117	399	26	35.72	2631	2173	4804
2014	27	2367	787	23	33.24	1431	507	1938
2015	27	8411	800	51	9.49	1227	-	1227
2016	33	1650	148	23	8.96	667	-	667
2017	32	3354	249	17	7.42	291	5065	5356
2018	37	4495	336	21	7.47	213	64663	64876
Toplam		21394	2719	161	12.70	6460	72408	78868

AÖS: Alınan örnek sayısı, BÖS: Bulaşık örnek sayısı, VS: Vaka sayısı, BO: Bulaşıklık oranı, İEAS: İmha edilen ağaç sayısı, İEFS: İmha edilen fidan sayısı, TİS: Toplam imha sayısı

Analiz sonuçlarının bitki türlerine göre değerlendirilmesi

Çalışma süresince 7 bitki türünde örnekleme yapıldığı, bir grubun ise tür düzeyinde tanımlanmamış sert çekirdekli meyve grubu (Mahlep, Süs eriği, Japon kayısı vb.) olmak üzere toplam sekiz grupta incelenmiştir. Alınan toplam 21.394 örneğin 7.597 adeti kayısı olup, toplam örneklerin içinde %35.50 ile birinci sırada yer almaktadır. Örnek sayısı ile ilk sırada yer alan kayısı bitkisi, bulaşıklık oranı olarak %16.70 ile ikinci sırada yer almaktadır. Ayrıca çalışmanın tamamında belirlenen 161 adet PPV ile bulaşık alanların 62 adedi yani %38.50'si de yine kayısı türünde belirlenmiştir. Ancak 5.277 örnek sayısı ile toplam alınan örnek sayısı içinde ikinci sırada yer alan erik bitkisi, 988 PPV pozitif örnek sayısı ve %18.72 ile bulaşıklık oranı ile PPV'nin en yaygın olduğu tür olarak tespit edilmiştir. Şeftali bitkisi için 384 PPV pozitif örnek sayısı ve %14.79 bulaşıklık oranı ile en riskli üçüncü tür olmuştur. Diğer önemli bir sert çekirdekli meyve türü olan nektarin de ise alınan 367 örneğin 47'si PPV ile bulaşık bulunmuş ve %12.80 ile yüksek bir bulaşıklık oranı tespit edilmiştir. Ancak badem, kiraz ve vişne bitkileri için sırasıyla %2.67, %0.22 ve %0.13 oranları ile düşük seviyelerde bulaşıklık tespit edilmiştir. Eldeki verilere göre türler düzeyinde erik %18.72 bulaşıklık oranı ile PPV'nin en yoğun bulunduğu tür iken, vişne %0.13 bulaşıklık oranı ile PPV'nin en az bulunduğu bitki türü olmuştur (Çizelge 4).

Çalışma süresince Çizelge 4'de görüldüğü üzere PPV'nin konukçusu olduğu bilinen tüm türlerde PPV tespit edilmiş olmasına rağmen en riskli türlerin sırasıyla erik, kayısı, şeftali ve nektarin olduğu ve bu türlerde ortalama enfeksiyon oranının %12.80-18.72 arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu türlerden sonra en riskli türün badem olduğu kiraz ve vişnenin ise PPV'nin konukçusu olduğu ama yaygınlık oranının düşük olduğu görülmektedir.

Analiz sonuçlarının il düzeyinde değerlendirilmesi

Çalışmada fidanlıklar, meyve bahçeleri, ev bahçeleri ve şehir merkezleri olmak üzere yaklaşık 60 bin noktada makroskobik gözlem yapılmıştır. Saha çalışmalarında yapılan makroskobik incelemeler neticesinde 44 ilde bulunan bitkilerden 21.394 adet örnek alınarak laboratuvar analizi yapılmış ve 23 ilde 2.719 örnek PPV ile bulaşık bulunmuştur. Elde edilen bu sonuçlara göre örnek alınan illerin %52.27'sinde PPV tespit edilmiştir. Alınan örneklerin yalnızca %12.70'ine denk gelen bu oran illere göre önemli farklılıklar arz etmiştir. Vaka sayısı bakımından 46 vaka ile toplam vakaların %28.75'nin görüldüğü Ankara ilinde, PPV bulaşıklık oranı ülke ortalaması olan %11.68'in altında %7.49 olarak belirlenmiştir. Laboratuvar sonuçlarına göre PPV'nin en yoğun olduğu iller ise sırasıyla Denizli (%58.90), Kayseri (%53.53) ve Aydın (%50.92) olmuştur. Vaka sayısı açısından Ankara ilinden sonra 22 vaka sayısı ile Kayseri ikinci ve 16

Çizelge 4. Yıllara göre elde edilen sürvey ve eradikasyon verileri**Table 4.** Surveillance and eradication data obtained according to years

Bitki Türü	A.Ö.S.	Ö.O. (%)	B.Ö.S	B.O. (%)	V.S.	V.O. (%)	İ.E.A.S	İ.E.F.S
Erik	5277	24.66	988	18.72	49	30.43	2339	45565
Kayısı	7597	35.50	1269	16.70	62	38.50	1060	7397
Şeftali	2595	12.12	384	14.79	38	23.60	1943	16939
Nektarin	367	1.71	47	12.80	5	3.10	374	1500
Badem	897	4.19	24	2.67	3	1.86	-	500
Kiraz	1308	6.11	3	0.22	1	0.62	1	-
Vişne	732	3.42	1	0.13	2	1.24	1	-
Sert Çekirdekli	2621	12.25	3	0.11	1	0.62	742	507
Toplam	21394	100	2719	12.70	161	100	6461	72408

AÖS: Alınan örnek sayısı, ÖO: Örnek oranı, BÖS: Bulaşık örnek sayısı, BO: Bulaşıklık oranı, VS: Vaka sayısı, VO: Vaka oranı, İEAS: İmha edilen ağaç sayısı, İEFS: İmha edilen fidan sayısı

vaka sayısı ile İzmir üçüncü sırada yer almaktadır. Çalışma süresince Antalya, Bolu, Kahramanmaraş, Kocaeli ve Sivas'ta sadece 1'er vaka tespit edilmiştir. Yıllar bazında eradikasyon

yapılan il sayısında önemli bir değişim olmamış, 2015 ile 2017 yılında 12, diğer yılların tamamında yıllık olarak 11 ilde eradikasyon çalışması yapılmıştır (Çizelge 5).

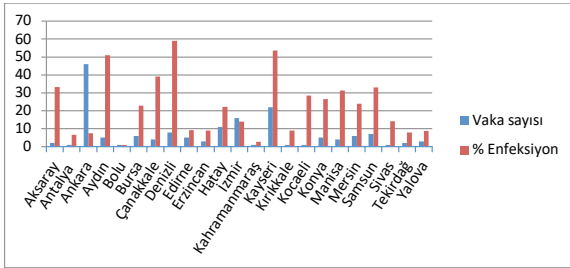
Çizelge 5. 2013-2018 yılları arasında iller bazında yapılan çalışmalar

Table 5. Studies conducted on the basis of provinces in 2013-2018

No	İller	A.Ö.S.	B.Ö.S.	V.S.	İ.E.A.S.	İ.E.F.S.	T.İ.S.	E.O. (%)
1	Adana	67	-	-	-	-	-	0
2	Adıyaman	166	-	-	-	-	-	0
3	Afyonkarahisar	200	-	-	-	-	-	0
4	Aksaray	15	5	2	13	-	13	33.33
5	Ankara	10769	807	46	845	-	845	7.49
6	Antalya	61	4	1	4	-	4	6.55
7	Aydın	108	55	5	415	3373	3788	50.92
8	Batman	2	-	-	-	-	-	0
9	Bingöl	7	-	-	-	-	-	0
10	Bitlis	46	-	-	-	-	-	0
11	Bolu	278	3	1	3	-	3	1.07
12	Burdur	23	-	-	-	-	-	0
13	Bursa	224	51	6	1477	-	1477	22.76
14	Çanakkale	322	232	4	232	-	232	39.13
15	Çankırı	8	-	-	-	-	-	0
16	Denizli	73	43	8	243	-	243	58.90
17	Diyarbakır	14	-	-	-	-	-	0
18	Edirne	122	21	5	700	-	700	9.13
19	Elazığ	377	-	-	-	-	-	-
20	Erzincan	132	12	3	22	-	22	9.09
21	Erzurum	111	-	-	-	-	-	0
22	Hatay	645	132	11	811	3865	4676	22.18
23	İğdir	98	-	-	-	-	-	0
24	İstanbul	56	-	-	-	-	-	0
25	İzmir	3457	480	16	640	64646	65286	13.88
26	Kahramanmaraş	74	2	1	37	-	37	2.70
27	Karaman	12	-	-	-	-	-	0
28	Kayseri	1201	643	22	684	-	684	53.53
29	Kırıkkale	11	1	1	1	-	1	9.09
30	Kırklareli	47	-	-	-	-	-	0
31	Kocaeli	14	4	1	4	-	4	28.57
32	Konya	233	62	5	98	-	98	26.60
33	Malatya	1039	-	-	-	-	-	0
34	Manisa	51	16	4	20	-	20	31.37
35	Mardin	279	-	-	-	-	-	0
36	Mersin	302	72	6	111	524	635	23.84
37	Osmaniye	51	-	-	-	-	-	0
38	Samsun	88	29	7	34	-	34	32.95
39	Siirt	20	-	-	-	-	-	0
40	Sivas	21	3	1	25	-	25	14.28
41	Tekirdağ	75	6	2	6	-	6	8.00
42	Van	43	-	-	-	-	-	0
43	Yalova	410	36	3	36	-	36	8.78
44	Yozgat	42	-	-	-	-	-	0
	Toplam	21394	2719	161	6461	72408	78869	11.68

AÖS: Alınan örnek sayısı, BÖS: Bulaşık örnek sayısı, VS: Vaka sayısı, İEAS: İmha edilen ağaç sayısı, İEFS: İmha edilen fidan sayısı, TİS: Toplam imha sayısı, EO: Enfeksiyon oranı

Örnek alınan illerdeki vaka sayıları ile % enfeksiyon oranlarının karşılaştırılması Şekil 5’de verilmiştir. Görüldüğü üzere enfeksiyon oranı ile vaka sayısı arasında doğrusal bir ilişki yoktur. Örneğin Ankara’da yüksek vaka sayısı olmasına rağmen enfeksiyon oranı düşük, Denizli’de ise vaka sayısı az olmasına rağmen enfeksiyon oranı yüksek çıkmıştır. Bu durumun Ankara’da kapama bahçelerden daha çok ev bahçelerinde ve hobi bahçelerinde PPV enfeksiyonunun yüksek olmasından kaynaklandığı kanaatine varılmıştır. Genel değerlendirmede Türkiye’de PPV’nin bulaşma kaynağının enfekteli üretim materyali olduğu, bu nedenle damızlık parsellerinde, fidanlıklarda ve fidan üretim alanlarında survey çalışmalarının daha önemli olduğu görülmektedir.



Şekil 5. İller bazında 6 yıl boyunca tespit edilen PPV vaka sayısı ve enfeksiyon oranı

Figure 5. Number of PPV cases and infection rate detected over 6 years on a provincial basis

Proje kapsamında Türkiye coğrafyasının %54.32’ si kısmi olarak taranmış, 44 ilde örnekleme yapılmış ve 23 il ile ülkenin %27.3’ünde PPV varlığı tespit edilmiştir. Aynı şekilde analiz yapılan 21 ilde hiç PPV varlığı tespit edilmemiştir. Adana, Bingöl, Bitlis, Çankırı, Elazığ, İstanbul, Malatya, Mardin, Kırklareli, Karaman, Osmaniye, Erzurum, Iğdır, Siirt, Tekirdağ olmak üzere toplam 15 ilde en az ardışık 3 yıl ve daha uzun süre survey yapılması, örnek alınması ve sonuçların negatif çıkması sonucu; eldeki veriler kullanılarak bu iller resmi olarak PPV’den arı alan ilan edilebilir. Projede 6 yıl boyunca Denizli ve İzmir’de, 5 yıl boyunca ise Bursa, Mersin, Hatay ve Samsun’da PPV vakaları süreklilik arz etmiştir. Bu nedenle bu iller en riskli grupta kabul edilmiştir (Çizelge 5).

Eradikasyon yapılan bitki türlerinin değerlendirilmesi

Çalışma süresince 72.408 adedi fidan, 6.461 adedi ağaç olmak üzere toplam 78.869 adet bitki imha edilmiştir. İmha edilen bitkilerin içinde fidanlıklardaki bitkilerin oranı %91.81’dir. Bu bitkilerin 45.565 adedi erik, 16.939 adedi şeftali, 7.397 adedi kayısı, 1.500 adedi nektarin, 500 adedi badem ve 507 adedi tanımlanmamış diğer sert çekirdekli fidanlardan oluşmaktadır. Bahçelerde imha edilen ağaçların toplam imha içindeki payı %8.19’dur.

Tür bazında sayılara bakıldığında 2.339 erik, 1.943 şeftali, 1.060 kayısı, 374 nektarin, 1 kiraz, 1 vişne ve 742 tanesi ise tanımlanmamış diğer sert çekirdekli meyve ağaçlarından oluşmaktadır (Çizelge 4).

İmha edilen tüm bitkilere türler bazında bakıldığında imha edilen bitkiler içinde 47.904 adet ile erik ilk sırayı alırken, 18.882 adet ile şeftali ikinci sırayı, 8.457 adetle kayısı üçüncü sırayı almaktadır. Bunları devamında ise 1.874 adet nektarin, 500 adet badem, 1 adet kiraz, 1 adet vişne ve 1.249 adet türü bildirilmemiş sert çekirdekli meyve cinsinden bitki gelmektedir (Çizelge 4).

Çalışma süresince imha yapılan toplam fidanlık sayısı 10 adet olup, bulaşık bulunan tüm parseller imha edilmiştir. PPV bulaşık bulunan veya imhasına karar verilen bitkiler kök, kısımları ile birlikte ilk önce sökülmüş (Şekil 6), daha sonra bulunduğu bölgeden taşınmış ve yakılarak imha edilmiştir (Şekil 7). İmha işlemleri genel olarak PPV’nin tespit edildiği yılın içinde ve yaz aylarında yapılmıştır. Yıllar geçtikçe imha edilen ağaç sayısında azalma, imha edilen fidan sayısında artış olmuştur. 2013 yılında 2.631 ağaç imha edilirken 2018 yılında bu sayı 213 gerilemiş yani son yıl imha edilen ağaç sayısı, ilk yılın ancak %8’i olmuştur. İlk yıl imha edilen fidan sayısı 2.173 iken, bu sayı son yılda (2018) 64.663 olarak gerçekleşmiş ve yaklaşık 30 kat artmıştır (Çizelge 3).



Şekil6. Enfekteli ağaçların kökleri ile birlikte sökülme işlemi
Figure 6. Uprooting of infected trees with their roots



Şekil7. Enfekteli ağaçların yakılarak imha edilmesi
Figure 7. Destroying infected trees by burning

TARTIŞMA VE KANI

PPV’nin Türkiye’deki varlığı yaklaşık 50 yıldır bilinmektedir (Sahtiyancı 1969). Bu süre zarfında hastalığın bulunduğu iller, virüsün ırkları, karakterizasyonu, hangi konukçu bitki türlerinin bulunduğu, vektörleri ve belirtileri üzerine önemli çalışmalar yapılmıştır (Sertkaya 2003, Serçe et al. 2009, Koc and Baloglu 2006, Teber and Gürçan 2016, Gürçan 2017,

Gürcan et al. 2019, Gürcan et al. 2020). PPV'nin ülkemizdeki varlığı ve yaygınlığı hakkında yapılan en kapsamlı çalışmada 2007-2010 yılları arasında 56 ilde 5.762 numune alınarak çalışılmış ve Ege, Marmara, Orta Anadolu ve Akdeniz bölgeleri bulaşık bulunmuştur (Akbaş et al. 2011). Bu çalışmadan sonra bazı il ve bölgelerde de yaygınlık çalışmaları yapılmıştır (Gürcan 2016, Gürcan 2017). Yaygınlık çalışmaları ile beraber hastalığın mücadelesi amacıyla sertifikasyon sistemi kurulmuş ve etmenin tespit edildiği yerlerde yerel imkanlarla eradikasyon çalışmaları hızlandırılmıştır. Örneğin Mersin, Hatay, Adana illerinde 2007 yılından sonra değişik zamanlarda yerel imkanlar ile eradikasyon çalışmaları yapılmıştır (Yurtmen et al. 2013, Yurtmen et al. 2017).

Epidemiyoloji çalışmaları (Cambra et al. 2006b) ve enfeksiyonun çok erken bir aşamasında tespit yöntemlerinin geliştirilmesi (Olmos et al. 2006) hastalığın daha iyi yönetilmesine önemli katkılar sağlamaktadır. Bitki virüs hastalıklarının inokulum kaynaklarının azaltılması veya ortadan kaldırılması amacıyla eradikasyon yapılması önerisi uzun yıllardır bilinen ve önerilen bir mücadele yöntemidir (Agrios 1988, Stevens 1983). Rimbaud et al. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, PPV mücadelesinde virüsten arı bitki dikimi, dayanıklı çeşit kullanımı, sürvey ve eradikasyon yöntemlerinin başarısı dünya çapında elde edilen sonuçlar üzerinde değerlendirilmiştir. Bu çalışma sonucunda, PPV'nin epidemiyolojik özellikleri, yaygınlığı ve vektörlerin varlığı ve etkinliğine göre eradikasyonun başarılı mücadele yöntemlerinden biri olduğu belirlenmiştir. Ancak PPV'ye karşı yapılan eradikasyon çalışmaları ülkelerin programlarına ve PPV'nin yoğunluğa göre farklı sonuçlar vermiştir. ABD'nin Pensilvanya eyaletinde 1999-2009 yılları arasında yürütülen PPV eradikasyon programı bugüne kadar yürütülen en başarılı eradikasyon programlarından biri olarak kabul edilebilir. Bu program kapsamında, 10 yılda yıllık ortalama 40 bin örnek test edilmiş ve yaklaşık 6778 dekar bahçe alanı eradike edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, 2000 yılında %0.77 olan PPV yoğunluğunun 2008 yılında sıfıra düştüğü görülmüştür (Welliver et al. 2014). Diğer önemli bir başarı ise İtalya'nın Puglia bölgesinde 1990-2005 yılları arasında yürütülen 15 yıllık PPV eradikasyon programıdır. Bu programda 15 yılda 26 bin bitki test edilmiş, 2 km yarıçapında tesis edilmiş olan güvenlik bandı içinde 47 bahçe imha edilmiştir (Myrta et al. 2006). Ancak Kanada, Şili, Japonya gibi ülkelerde ise eradikasyon çalışmaları sonucu PPV tamamen imha edilememiş olsa da çok büyük bir başarı ile kontrol altına alınmıştır (Fujiwara et al. 2010). Şili'de 1994 yılında PPV'nin tespit edilmesinin hemen ardından başlayan eradikasyon sonucunda, 1995 yılında %1.63 olarak tespit edilirken bu oran 1999 yılında %0.008'e gerilemiştir. Ancak Şili ekolojisinde vektör böceklerin tüm yıl aktif olması, fidan üretiminde oturmuş bir sertifikasyon sisteminin bulunmaması, Şili koşullarında virüs-vektör

ilişkileri ile epidemiyolojisine dair verilerin eksik olmasından dolayı eradikasyon programı istenilen sonucu vermemiştir. Şili'de eradikasyon programında belirti göstermeyen bitkilerin de imha edilmesi ve hastalığın az ya da çok yoğun olduğu bölgelerde yoğun olarak eradikasyon programının devamı önerilmiştir (Herrera 2013).

Türkiye dünyanın en önemli sert çekirdekli meyve ve fidan ihracatçısı ülkelerinden biri olması sebebi ile PPV'nin kontrolü ve yok edilmesi önemli bir stratejidir. Yukarıda da bahsedildiği gibi diğer ülkelerde yürütülen çalışmalar ile bu çalışmadan elde edilen veriler karşılaştırıldığında, Türkiye'de de PPV ile mücadelede sürvey ve eradikasyonun son derece etkili bir yöntem olduğu görülmektedir. Çalışma süresince 60.000 noktada makroskobik gözlemler yapılmış ve 21.394 adet sert çekirdekli bitki analiz edilmiştir. Özellikle analiz sayısının artması ile tampon bölge sayıları artmış ve PPV sürekli kontrol altında tutulmaya çalışılmıştır. Analiz sayısı, iyi planlanmış sürvey programları ve gerekli izlemenin yapıldığı bir eradikasyon programı ile PPV enfeksiyon oranının ve vaka sayılarının 6 yıllık süre içinde gerilediği görülmüştür.

Sürvey ve eradikasyon çalışmalarında başarılı olabilmenin diğer önemli bir unsuru da bölgede mevcut PPV ırklarının, muhtemel konukçuların ve vektörlerin belirlenmesi ile latent enfeksiyonların tespit edilebilmesi için gerekli yöntemlerin geliştirilmesidir. Bulaşık bitkilerin en kısa zamanda imhası, vektör böceklerle karşı kimyasal mücadele yapılması, vektörlere ara konukçuluk yapacak bitkilerin imhası; eradikasyon çalışmalarının başarısını arttırmaktadır (Rimbaud et al. 2015). Tüm bu çalışmamaların sürdürülebilir bir başarıya götürmesi ise sürvey ve eradikasyon çalışmalarının ulusal bitki sağlığı otoritesi tarafından planlanarak sahada izlenmesi, 5 yıl boyunca PPV tespit edilmeyen bölgelerin arı alan ilan edilmesi ve tüm fidan üreticilerinin bitki pasaportu yönetmeliği hükümlerine uyması ile elde edilebilir. Günümüze kadar eradikasyon yoluyla virüs hastalıklarının mücadelesinde Avusturya'da *Banana bunchy top virus* (BBTV) ve *Sugarcane Fiji disease virus* (SCFDV), Amerika ve Avrupa'da *Citrus tristeza virus* (CTV) ve *Plum pox virus* (PPV), Ganada *Cacao swollen shoot virus* (CSSV) etmenlerine karşı büyük başarılar elde edilmiştir. Ancak üretim yapan kişilerin hasta bitkilerin bir miktar meyve vermesinden ya da belirti göstermeyen komşu bitkilerin imha edilmesinden dolayı gelir kaybı yaşamaları ve bu nedenle eradikasyon çalışmalarına destek vermedikleri görülmüştür (Thresh 2003). PPV eradikasyon çalışmalarında da bahçe sahiplerine büyük mali yükler getirmesinden dolayı, ağaçları imha edilen üreticilere makul bir süre ve miktarda destekleme ödemesi yapılmasının çalışmaları kolaylaştıracağı ve başarıyı arttıracağı beklenmektedir. Bu sebeple Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından 15 Kasım 2019 tarihinde resmi gazetede yayınlanan Bitki Karantinası Tazminatı Desteği Uygulama

Tebliğ çerçevesinde PPV ile enfekteli bitkisel ürünler için destekleme ödemeleri başlamıştır. Bu tebliğ sayesinde ülkemizde yapılacak olan PPV eradikasyon çalışmalarını daha kolay bir hale getirecek ve başarı şansı yükseltecektir. Eradikasyon çalışmaları ile beraber vektör türlerle etkili bir mücadelenin yapılması, virüsten ari üretim materyallerinin kullanılması ve dayanıklı çeşitlerin kullanılması ile PPV'den ari bölgelerin sayısının arttırılacağı düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada analizlerin yapılmasında büyük emekleri olan Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğüne bağlı Enstitü Müdürlüklerimizde görevli olan çalışma arkadaşlarımız Dr. Mahmut YEGÜL, Dr. Elen İNCE, Dr. Pelin KELEŞ ÖZTÜRK, Dr. Şefika YAVUZ, Dr. Pakize GÖK GÜLER, Dr. Aydan KAYA, Sabriye ÖZDEMİR ve Feyzullah YILMAZ'a sonsuz teşekkürler sunuyoruz.

Ayrıca çalışmada emeği geçen Tarım ve Orman Bakanlığı Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü Bitki Sağlığı ve Karantina Daire başkanlığında görevli personeller ile Bakanlık İl ve İlçe Müdürlüklerinde görevli tüm çalışanlar ile çalışma süresince her türlü katkısı sunan belediye personelleri ve üreticilerimize teşekkürlerimizi bir borç biliyoruz.

ÖZET

Plum pox virus (PPV), sert çekirdekli meyve türlerinin bilinen en tehlikeli viral etmenidir. PPV vektör yaprak bitleri tarafından taşınmakta ve sert çekirdekli meyve ağaçlarında özellikle erik, kayısı ve şeftalinin meyveleri, yaprakları ve çiçeklerinde ciddi hasarlara neden olmaktadır. Enfekteli bitkilerin eradike edilmesi, PPV'ye karşı alınması gereken tedbirlerin başında gelmektedir. Bu çalışmanın temel amacı; Ulusal Bitki Sağlığı Kurumu olan, Tarım ve Orman Bakanlığı Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü (GKGM) tarafından 2013-2018 yılları arasında yürütülen Ulusal PPV sürvey ve eradikasyon programının sonuçlarını değerlendirmektir. Altı yıllık çalışma süresince Türkiye'de yaklaşık 60.000 bitki makroskobik olarak incelenmiş ve yedi farklı meyve türünde toplam 21.394 bitkiden örnek (çiçek, yaprak ve meyve) alınmıştır. Alınan örnekler ELISA (Enzyme Linked Immunosorbent Assay) metodu ile analiz edilmiştir. ELISA'da şüpheli sonuç veren örnekler, RT-PCR (Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction) yöntemi ile doğrulanmıştır. Test sonuçlarına göre 161 farklı noktadan alınan örneklerin 2.718'i PPV pozitif olarak tespit edilmiş ve enfeksiyon ortalaması altı yıl boyunca %12.70 olarak hesaplanmıştır. Çalışma süresince 78.868 bitki eradike edilmiş, yoğun sürvey ve eradikasyon programı sonucunda PPV enfeksiyon oranının %35.72'den %7.47'ye gerilediği görülmüştür. Diğer taraftan, daha önce PPV'den ari olarak bilinen yedi ilde (Aydın, Bolu, Denizli,

Erzincan, Kırıkkale, Sivas, Samsun) PPV'nin varlığı belirlenmiş ve eradikasyonu gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu çalışma sonucunda eradikasyon uygulamalarının PPV'nin bulaşma ve yayılmasını baskılamada çok etkili bir yöntem olduğu ortaya konmuştur. Buna ek olarak ulusal sürvey ve eradikasyon programına ülke çapında devam edilmesi ve fidanlıklarda yoğunlaştırılması kanaatine varılmıştır.

Anahtar kelimeler: eradikasyon, PPV, sert çekirdekli meyve, şarka, virüs

KAYNAKLAR

- Agrios G.N., 1988. Plant pathology, control of plant viruses. Third Edition. Academic press, London. 655-656.
- Akbaş B., Değirmenci K., Çiftçi O., Kaya A., Yurtmen M., Uzunoğulları N., Çelik N., Türkölmez Ş., 2011. Update on plum pox virus distribution in Turkey. *Phytopathologia Mediterranea*, 50 (1), 75–83.
- Anonim 2011. Bitki karantinası yönetmeliği, EK2-B Türkiye'de sınırlı olarak bulunan karantinaya tabi zararlı organizmalar. <https://kms.kaysis.gov.tr/Home/Kurum/24308110> (Erişim tarihi: 27.04.2020)
- Anonim 2013. Şarka hastalığı ile mücadele hakkında talimat. <https://kms.kaysis.gov.tr/Home/Goster/56206> (Erişim tarihi: 27.04.2020)
- Anonim 2017. Şarka virüsü, plum pox potyvirus-PPV sürvey talimatı. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konu/943/Survey> (Erişim tarihi: 27.04.2020).
- Anonim 2018. Zirai karantinaya tabi zararlı organizmalar teşhis protokolleri, viroloji meyve virüsleri (Madde 10). <https://www.tarimorman.gov.tr/gkgm/menu/55/bitki-sagligi-hizmetleri> (Erişim tarihi: 27.04.2020)
- Anonim 2020. Bitki sağlığı uygulama program kitapları (2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018). https://www.tarimorman.gov.tr/Konu/1803/Bitki_Sagligi_Uygulama_Programi_Kitapları. (Erişim tarihi: 27.04.2020).
- Azeri T., 1994. Detection of virus diseases of stone fruits in Aegean Region of Türkiye. 9th Congress of Mediterranean Phytopathological Union, 18-24 September 1994, Kuşadası, Aydın, Türkiye, 511-513.
- Buzkan N., Öztekin V., Demir M., Onura D., İlgin M., 2006. SEKAMER kayısı koleksiyon parselindeki ağaçlarda virüs hastalıklarının saptanması ve çözüm yolları. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 9 (2), 121-124.
- Cambra M., Asensio M., Gorris M.T., Pérez E., Camarasa E., Garcia J.A., Sanz A., 1994. Detection of plum pox potyvirus using monoclonal antibodies to structural and non-structural proteins 1., *EPPO Bulletin*, 24 (3), 569-577.

- Cambra M., Capote N., Myrta A., Llácer G., 2006a. Plum pox virus and the estimated costs associated with sharka disease. *EPPO Bulletin*, 36 (2), 202–204.
- Cambra M., Capote N., Cambra M.A., Llacer G., Botella P., Lopez-Quilez A., 2006b. Epidemiology of sharka disease in Spain. *EPPO Bulletin*, 36 (2), 271–275.
- Candresse T., Svanella-Dumas L., Gentit P., Çağlayan K., Çevik B., 2007. First report of the presence of *Plum pox virus* Rec strain in Turkey. *Plant Disease*, 91 (3), 331.
- Capote N., Cambra M.A., Botella P., Gorrís M.T., Martínez M.C., López-Quilez A., Cambra M., 2010. Detection, characterization, epidemiology and eradication of plum pox virus Marcus type in Spain. *Journal of Plant Pathology*, 92 (3), 619-628
- Clark M.F., Adams A.N., 1977. Characteristics of the microplate method of enzyme linked immuno sorbent assay for the detection of plant viruses. *Journal of General Virology*, 34 (3), 475-483.
- Cui H., Wang A., 2016. Plum pox virus 6K1 protein is required for viral replication and targets the viral replication complex at the early stage of infection. *Journal of Virology*, 90 (10), 5119–5131. doi: 10.1128/JVI.00024-16.
- Çağlayan K., Serce C.U., Gazel M., Kaya K., Cengiz F.C., Vidal E., Cambra M., 2013. Evaluation of the susceptibility of different *Prunus* rootstocks to natural infection of Plum pox virus-T. *Journal of Plant Pathology*, 95 (3), 579-586.
- Çelik N., Kütük B.T., 2013. Antalya ilinde şarka virüs hastalığının belirlenmesi. *Derim*, 30 (2), 1-10.
- Değirmenci K., Morca A.F., Umar S., 2016. New infection areas of plum pox virus (PPV) in Turkey. 3rd International Symposium on plum pox virus, 9-13 May 2016, Antalya-Turkey, 37.
- Deligöz İ., Değirmenci K., Sökmen M., 2015. Samsun ilinde sert çekirdekli meyve türlerinde şarka hastalığı etmeninin (plum pox virus) belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 30 (3), 227-235.
- Dunez J., 1986. Preliminary observations on virus and virus like diseases of stone fruit trees in Mediterranean and near east countries. *FAO Plant Protection Bulletin*, 34, 43-48.
- Elibuyuk İ.Ö., 2004. Current situation of sharka disease in Ankara, Turkey. *Phytoparasitica*, 32 (4), 417–420.
- EPPO 2004. Diagnostic protocols for regulated pests PM7/32. Plum pox potyvirus. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1365-2338.2004.00726.x> (Erişim tarihi: 27.04.2020)
- EPPO 2020. Plum pox virus (PPV000). <https://gd.eppo.int/taxon/PPV000/photos> (Erişim tarihi: 27.04.2020).
- FAO 2016. ISPM 5, International Standards For Phytosanitary Measures. http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/faoterm/PDF/ISPM_05_2016_En_2017-05-25_PostCPM12_InkAm.pdf (Erişim tarihi: 27.04.2020).
- FAO 2018. Crops data. <http://www.fao.org/faostat/en/#data> (Erişim tarihi: 27.04.2020).
- Fujiwara Y., Saito N., Kasugai K., Tsukamoto T., Aihara F., 2010. Occurrence and eradication strategies of plum pox virus in Japan. In International Symposium on Plum Pox Virus, 5-9 September 2010, Sofia, Bulgaria, (899) 165-170.
- Gazel M., Serce C.U., Çağlayan K., 2010. New outbreaks of plum pox virus in Turkey. International Symposium on Plum pox virus, 5-9 September 2010, Sofia, Bulgaria, (Poster Presentation).
- Gougherty A.V., Nutter Jr., F.W. 2015. Impact of Eradication Programs on the Temporal and Spatial Dynamics of *Plum pox virus* on *Prunus* spp. in Pennsylvania and Ontario, Canada. *Plant Disease*, 99 (5), 593-603.
- Gumus M., Paylan I.C., Matic S., Myrta A., Sipahioglu H.M., Erkan S., 2007. Occurrence and distribution of stone fruit viruses and viroids in commercial plantings of *Prunus* species in western Anatolia, Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 89 (2), 265–268.
- Gürcan K., Yılmaz K.U., 2012. Şarka (Plum pox virus) hastalığı: kayısıda hastalığa dayanıklılığın genetiği ve moleküler çalışmalar. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 28 (5), 402-412.
- Gürcan K., Ceylan A., Akbulut M., Değirmenci K., 2013a. PPV-T is common in home gardens of Central Anatolia. 2nd International Symposium on Plum Pox Virus, 3-6 September 2013, Olomouc, Czech Republic, 21 p.
- Gürcan K., Ceylan A., Akbulut M., Comart S., Akbaş B., Ghaderi M., 2013b. Plum pox virus D in Turkey. 2nd International Symposium on Plum Pox Virus, 3-6 September 2013, Olomouc, Czech Republic, 22 p.
- Gürcan K., 2016. Trakya Bölgesi'nde Şarka hastalığının DASI-ELISA ve RT-PCR yöntemleri ile belirlenmesi. *Bitki Koruma Bülteni*, 56 (3), 309–326.
- Gürcan K., Ceylan A., 2016. Strain identification and sequence variability of plum pox virus in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40 (5), 746-760.
- Gürcan K., 2017. Bursada plum pox virus (Şarka)'ün yaygınlığının ve genetik çeşitliliğinin belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi/Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 32, 1-15.

- Gürcan K., Teber S., Çağlayan K., 2019. Further investigation of a genetically divergent group of plum pox virus-M strain in Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 101 (2), 385-391.
- Gürcan K., Teber S., Candresse T., 2020. Genetic analysis suggests a long and largely isolated evolutionary history of plum pox virus strain D in Turkey. *Plant Pathology*, 69 (2), 370-378.
- Herrera G., 2013. Investigations of the plum pox virus in Chile in the past 20 years. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 73 (1), 60-65.
- Koc G., Baloglu S., 2006. Disease note first report of sharka in the Çukurova Region of Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 88 (3), 65-70.
- Kurcman S., 1973. Nachweis des sharka-virus an aprikosen und pflaumenbaumen in Ankara. *Journal of Turkish Phytopathology*, 2, 124-129.
- Levy L., Damsteeg V., Welliver R., 2000. First report of Plum pox virus (Sharka disease) in *Prunus persica* in the United States. *Plant Disease*, 84 (2), 202.
- Morca A.F., Coşkan S., Öncü F., 2020. Determination and partial molecular characterization of plum pox virus in Bolu province. *Plant Protection Bulletin*, 60-4, 59-68 doi: 10.16955/bitkorb.719732
- Myrta A., Di Terlizzi B., Savino V., Martelli G.P., 2006. Control and monitoring: monitoring and eradication of sharka in south-east Italy over 15 years. *EPPO Bulletin*, 36 (2), 309-311.
- Nemeth M., 1986. Plum pox (sharka). In: virus, mycoplasma, and rickettsia diseases of fruit trees. *Akademiai Kiado Budapest*, 463-479 p.
- Olmos A., Capote N., Candresse T., 2006. Detection and characterization of plum pox virus: molecular methods. *EPPO Bulletin*, 36 (2), 262-266.
- Revers F., Garcia J.A., 2015. Molecular biology of potyviruses. *Advances in Virus Research*, 92, 101-199. doi: 10.1016/bs.aivir.2014.11.006
- Rimbaud L., Dallot S., Gottwald T., Decroocq V., Jacquot E., Soubeyrand S., Thébaud G., 2015. Sharka epidemiology and worldwide management strategies: learning lessons to optimize disease control in perennial plants. *Annual Review of Phytopathology*, 53, 357-378.
- Sahtiyanci S., 1969. Virus de la sharka chez le prunier. *Bulletin Phytosanitaire FAO*, 17, 69.
- Scholthof K.B., Adkins S., Czosnek H., Palukaitis P., Jacquot E., Hohn T., Hohn B., Saunders K., Candresse T., Ahlquist P., Hemenway C., Foster G.D., 2011. Top 10 plant viruses in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology*, 12, 938-954.
- Serçe Ç.U., Candresse T., Svanella-Dumas L., Krizbai L., Gazel M., Çağlayan K., 2009. Further characterization of a new recombinant group of plum pox virus isolates, PPV-T, found in orchards in the Ankara province of Turkey. *Virus Research*, 142 (1-2), 121-126.
- Sertkaya G., Ulubaş Ç., Çağlayan K., 2003. Detection and characterization of plum pox potyvirus (PPV) by DAS-ELISA and RT-PCR/RFLP analysis in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry TÜBİTAK*, 27 (4), 213-220.
- Scorza R., Ravelonandro M., 2006. Control of plum pox virus through the use of genetically modified plants. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 36 (2), 337-340.
- Stevens W.A., 1983. Virology of flowering plants. In: *Plant Virus Disease Control*. Stevens, W.A. (Ed.). Springer Science & Business Media, US, 115-132 p.
- Teber S., Gürcan K., 2016. Recombination analysis of 51 PPV isolates including 10 genomes of PPV-M Istanbul. In *3rd International Symposium on Plum Pox Virus*, 9-13 May 2016, Antalya, Turkey, 1163, 85-91.
- Teber S., Ceylan A., Gürcan K., Candresse T., Ulubaş Serçe Ç., Akbulut M., Kaymak S., Akbaş B., 2019. Genetic diversity and molecular epidemiology of the T strain of Plum pox virus. *Plant Pathology*, 68 (4), 755-763.
- Thresh J.M., 2003. Control of plant virus diseases in Sub-Saharan Africa: the possibility and feasibility of an integrated approach. *African Crop Science Journal*, 11 (3), 199-223
- Uzun A., Yaman M., Pınar H., Çetin N., Say A., 2018. Türkiye'de ekonomik olarak yetiştiriciliği yapılan sert çekirdekli meyvelerin üretim projeksiyonu. *Uluslararası Tarım Kongresi (UTAK)*, 2018 Özel Sayı, 2, 79-83.
- Welliver R., Valley K., Richwine N., Clement G., Albright D., 2014. Expelling a Plant Pest Invader: The Pennsylvania Plum Pox Eradication Program, A Case Study in Regulatory Cooperation. *Pennsylvania Department of Agriculture, Harrisburg, PA*. 48 p. https://www.agriculture.pa.gov/Plants_Land_Water/PlantIndustry/plant-health/PlumPox/Documents/PA%20PPV%20Eradication%2009-2014.pdf (Erişim tarihi: 27.04.2021)
- Wetzel T., Candresse T., Macquaire G., Ravelonandro M., Dunez J., 1992. A highly sensitive immunocapture polymerase chain reaction method for plum pox potyvirus detection. *Journal of Virological Methods*, 39 (1-2), 27-37.

White K.A., 2015. The polymerase slips and PIPO exists. EMBO Reports. 16, 885–886. doi: 10.15252/embr.201540871.

Yurtmen M., Fidan H., Ünlü A., Koç G., Ünlü M., 2013. Doğu Akdeniz Bölgesinde şarka virüs hastalığı sorveyi ve kontrolü. Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi, Van, 28-31 Mayıs 2013, 1.

Yurtmen M., Hazır A., Gök Güler P., Fidan H., 2016. Attempts to eradicate sharka disease in the Eastern Mediterranean region of Turkey. 3rd International Symposium on plum pox virus, 9-13 May 2016, Antalya-Turkey, 153-160 p.

Yürektürk M., 1984. Marmara Bölgesinde sert çekirdekli meyvelerde görülen şarka hastalığı üzerinde araştırmalar. Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Yayınları, 37 s.

Cite this article: Birişik N, Morca A, Erilmez S, Çiftçi O, Yurtmen M, Uzunoğulları N, Deligöz İ, Şahin M, Öntepeli M. (2021). Assessment of a six-year national survey and eradication program for Plum pox virus in Turkey. Plant Protection Bulletin, 61-2. DOI: 10.16955/bitkorb.793804

Atf için: Birişik N, Morca A, Erilmez S, Çiftçi O, Yurtmen M, Uzunoğulları N, Deligöz İ, Şahin M, Öntepeli M. (2021). Türkiye'de Plum pox virus'un altı yıllık ülkesel sürvey ve eradikasyon programının değerlendirilmesi. Bitki Koruma Bülteni, 61-2. DOI: 10.16955/bitkorb.793804

Bitki Koruma Bülteni / Plant Protection Bulletin

<http://dergipark.gov.tr/bitkorb>

Original article

A faunistic study on Cerambycidae (Coleoptera) of Kocaeli province (Turkey)

Kocaeli ili Cerambycidae (Coleoptera) üzerine faunistik bir çalışma

Şener ATAĞ^{a*}, Fevzi UÇKAN^b, Havva Kübra SOYDABAŞ-AYOUB^b

^aKocaeli Directorate of Provincial Agriculture and Forestry, Ovacık Mah. Burçak Sok. No:15 Başiskele, Kocaeli

^bKocaeli University, Faculty of Arts and Science, Department of Biology, İzmit, Kocaeli

ARTICLE INFO

Article history:

DOI: [10.16955/bitkorb.796414](https://doi.org/10.16955/bitkorb.796414)

Received : 17-09-2020

Accepted : 29-05-2021

Keywords:

Cerambycidae, invasive, forest pest, fauna, Kocaeli

* Corresponding author: Şener ATAĞ

✉ sener.atak@tarimorman.gov.tr

ABSTRACT

Due to the importation of lumber, timber, and wooden packaging materials via international ports, Kocaeli province is at risk of contamination of invasive forest pests, which is mentioned in the European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) alarm list. Fieldworks were carried out between March 2016 and October 2017 to determine the fauna of the family Cerambycidae (Coleoptera) in Kocaeli province. Species and specimen numbers were evaluated. Sixty-two species belonging to 39 genera were identified within 24 tribes, that classified under five subfamilies of Cerambycidae. Cerambycinae was the most represented subfamily with 29 species (634 specimens), and Prioninae was the least represented subfamily with three individuals in two species. Thirty-six of 62 species were the new records for Kocaeli province. Among them, *Leptura aurulenta* was reported for the second time in Turkey.

INTRODUCTION

The family Cerambycidae is known as one of the largest groups of beetles, with 33,954 described species worldwide (Tavakilian and Chevillotte 2020). It is impossible to give a precise number about the fauna of Turkey since the studies on this subject are still inadequate. According to Löbl and Smetana (2010), the number of cerambycid species and the subspecies, which are reported from Turkey approximately 650 and, but according to Özdikmen (2012) about 824.

Cerambycidae was studied under different xylophagous or phytophagous groups such as Pseudotetramera, Phytophaga, Chrysomeloidea, and Cerambycoidea together with Chrysomelidae and Bruchidae. Larvae of the most cerambycid species are xylophagous, and others feed in roots or stems of some gramineous plants (Gnjatovic

and Zikic 2010). Larvae hollow out the roots, trunk, and branches up to their core. Therefore, they cause to death of trees also, some species damage woody crops and natural landscapes (Ocete et al. 2010). Compare to larvae, the harm caused by adults is negligible. The adults trigger decaying of the barks and trunks, causing various deformations in plants (Gül-Zümreoğlu 1975).

Despite the intense studies of species records conducted in Turkey including Breuning (1962), Danilevsky and Skrylnik (2021), Acatay (1971), Adlbauer (1988, 1992), and the evaluations of some ecological properties of cerambycids such as Şabanoglu and Şen (2016), our knowledge is still insufficient. Detailed studies of the Cerambycidae have not been accomplished for all provinces, including Kocaeli.

The high volume of importation of industrial woods and wooden packaging materials increases the risk of invasion of the long-horned beetle pests, which in the alarm list of EPPO (Haack et al. 2014), although the phytosanitary measures (Allen et al. 2017). Kocaeli is one of the most critical provinces with 35 international ports, where intense forest products

are being imported. Moreover, there are large industrial enterprises, where forest products (round timber, lumber, industrial wood chips, and wooden packing materials) are stored and shipped. These conditions might facilitate the invasion of some forest pests such as *Anoplophora chinensis* (Forster, 1771) and *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky,

Table 1. Sampling locations and their abbreviations, coordinates and altitudes

Location	Collecting points	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Location abbreviation
Umuttepe	IUCF	40.827616	29.914468	470	U (1)
Umuttepe	IUCF	40.827546	29.913539	484	U (2)
Umuttepe	IUCF	40.829273	29.918154	460	U (3)
Umuttepe	IUCF	40.828907	29.917394	426	U (4)
Umuttepe	IUCF	40.821287	29.920964	390	U (5)
Umuttepe	IUCF	40.829796	29.912649	479	U (6)
Gebze	Gebze-Kastamonu Integrated Wood Storage Area	40.819622	29.493633	172	K (1)
Gebze	Gebze-Kastamonu Integrated Wood Storage Area	40.819576	29.493635	173	K (2)
Gebze	Gebze-Kastamonu Integrated Wood Storage Area	40.825921	29.497796	208	K (3)
Gebze	Gebze-Kastamonu Integrated Wood Storage Area	40.825900	29.497778	153	K (4)
Gebze	Gebze-Kastamonu Integrated Wood Storage Area	40.824195	29.500479	116	K (5)
Gebze	Gebze-Kastamonu Integrated Wood Storage Area	40.827098	29.498562	135	K (6)
Gebze	Gebze-Kastamonu Integrated Wood Storage Area	40.711247	30.051805	57	K (7)
Gebze	Gebze-Kastamonu Integrated Wood Storage Area	40.753890	29.141405	197	K (8)
Gebze	Gebze-Akşemseddin Village	40.826131	29.498105	113	GAV (1)
Gebze	Gebze	40.809781	29.504220	150	G (1)
Gebze	Gebze	40.809740	29.516636	162	G (2)
Gebze	Gebze	40.805713	29.498592	160	G (3)
Gebze	Gebze	40.809302	29.517027	144	G (4)
Derince	Derince-Yenikent City Forest	40.785182	29.851676	309	Y (1)
Derince	Derince-Yenikent City Forest	40.782301	29.851738.	262	Y (2)
Derince	Derince-Yenikent City Forest	40.788705	29.845931	302	Y (3)
Derince	Derince-Yenikent City Forest	40.788767	29.845592	298	Y (4)
Derince	Derince-Yenikent City Forest	40.787594	29.845756	305	Y (5)
Derince	Derince-Yenikent City Forest	40.787113	29.845872	303	Y (6)
Derince	Derince-Yenikent City Forest	40.785965	29.846684	294	Y (7)
Derince	Derince-Yenikent City Forest	40.787174	29.846250	277	Y (8)
Derince	Derince-Yenikent City Forest	40.787585	29.846778	280	Y (9)
Yeniköy	Yeniköy-Başiskele	40.689081	29.901569	70	YB (1)
Yeniköy	Yeniköy Cevizlik Bosphorus Area	40.700071	29.898648	22	YC (1)
Yeniköy	Yeniköy Streamside Locality	40.699439	29.910664	22	YD (1)
Yeniköy	Yeniköy Shed Locality	40.696860	29.894771	35	YS (1)
Yeniköy	Yeniköy Kirazlıkent Locality	40.695407	29.899156	182	YK (1)
Yeniköy	Yeniköy Kavaklıklar Locality	40.695407	29.899156	123	YK (2)
Yeniköy	Yeniköy Across Cemetery Meşelik Locality	40.692064	29.898662	55	YAC (1)
Yeniköy	Yeniköy Çayırılık Locality	40.691000	29.901739	62	YÇL (1)
Yeniköy	Yeniköy Bahçeler Locality	40.695407	29.899156	32	YBL (1)
Yeniköy	Yeniköy-Değirmenler Arası Locality	40.689103	29.902835	65	YDAL (1)
Bahçecik	Bahçecik	40.679212	29.925200	236	BA (1)
Kandıra	Kandıra-Kerpe ResearchForest	41.145316	30.186889	101	KF (1)
Kandıra	Kandıra-Kerpe Beach	41.145316	30.186889	6	KKB (1)
Kandıra	Kandıra-Döngelli	41.002287	30.171732	72	KD (1)
Kandıra	Kandıra-Akçaova Village	41.050622	29.944146	172	KAV (1)
Kartepe	Kartepe-Yıldız MDF Wood Storage Area	40.763898	30.034718	15	KYM (1)
Kartepe	Kartepe-Ketenceler	40.754233	30.141611	197	KK (1)

1853). For example, *A. chinensis* spread by ornamental plants to Istanbul, and its eradication works still going on. The critical importance of such types of invasions could be more understandable considering that, the cost of *A. glabripennis* to China is 1.5 billion dollars (Hızal et al. 2014).

The study aims to determine the cerambycids of the Kocaeli province, considering their geographical distribution.

MATERIALS AND METHODS

Cerambycidae specimens were collected from various habitats in Kocaeli province between March 2016 and October 2017. Depending on the vegetation and the target beetle, Scandinavian-type three-funnel traps, light traps, and pitfall traps were used. Also, hand collecting and insect nets were used for flower-visiting species. The traps were established in the forest areas with different altitudes, especially close to the harbors, where imports are made (both coniferous and broad-leaved), at the end of February. On the other hand, sampling was carried out in urban and sub-urban towns (Table 1): Izmit Umuttepe City Forest [U (1-6)], Gebze [G (1-4)], Gebze Kastamonu Integrated Wood Storage Area [K (1-8)], Gebze Akşemseddin Villas [GAV (1)], Derince Yenikent City Forest [Y (1-9)], Yeniköy Başiskele [YB (1)], Yeniköy Cevizlik Area [YC (1)], Yeniköy Streamside Locality [YD (1)], Yeniköy Shed Locality [YS (1)], Yeniköy Kirazlıkent Locality [YK (1)], Yeniköy Kavaklıklar Locality [YK (2)], Yeniköy Across Cemetery Meselik Locality [YAC (1)], Yeniköy Çayırılık Locality [YCL (1)], Yeniköy Bahçeler Locality [YBL (1)], Yeniköy Değirmenler Arası Locality [YDAL (1)], Bahçecik [BA (1)], Kandıra Kerpe Research Forest [KF (1)], Kandıra Kerpe Beach [KKB (1)], Kandıra Döngelli [KD (1)], Kandıra Akçaova Village [KAV (1)], Kartepe Yıldız MDF Wood Storage Area [KYM (1)] and Kartepe Ketenceler [KK (1)].

Pheromones (ipsdienol, ethanol), acetic acid, and soap solutions were used to attract longhorn beetles. Taking into consideration the seasonal intensity and the releasing period of the attractants, which were hung on the traps, checking up was conducted once a week or two weeks. The consumed packages of attractants were replaced by new ones. The controls of the traps were started up when the air temperature reached 20 °C in March and terminated at the end of October.

The identification keys of Bense (1995), Breuning (1962, 1978), Harde (1966), Özdikmen (2013), Özdikmen and Turgut (2009a, 2009b, 2009c, 2009d, 2009e), Zamaroka and Panin (2011) were used for diagnosis of the specimens. Samples were stored at Kocaeli University, Biology Department, Turkey.

RESULTS

Detailed information on sampling localities and dates is given in Table 1, and a summary list of species is given in Table 2.

*New records for Kocaeli Province.

? Sex could not be determined.

Subfamily: Prioninae

1- *Prionus coriarius* (Linnaeus, 1758)

Material examined: U (6), 03.VII.2016, (1♀); U (4), 19.VI.2016, (1♂).

2- *Mesoprionus lefebvrei* (Marseul, 1856)*

Material examined: U (4), 28.VI.2017, (1♀).

Subfamily: Lepturinae

3- *Stenurella bifasciata* (Müller, 1776)

Material examined: YS (1), 10. VI.2016 (1♀); YS (1), 17. VI.2016, (1♀).

4- *Stenurella septempunctata* (Fabricius, 1792)

Material examined: YÇL (1), 16.VI.2017, (1♀).

5- *Leptura aurulenta* (Fabricius, 1793)*

Material examined: K (5), 03.VII.2016, (1♀).

6- *Pachytodes erraticus* (Dalman, 1817) = *Judolia erratica* (Dalman, 1817)

Material examined: YÇL (1), 15. VI.2017, (2♀); YDAL (1), 16.VI.2017, (1♂); YS (1), 16.VI.2017, (1♀, 1♂); YÇL (1), 16.VI.2017, (3♀); BA (1), 17.VI.2017, (2♂); YDAL (1), 24.VI.2017, (2♀, 2♂); YS (1), 29.VI.2017, (1♀); YBL (1), 01.VII.2017, (2♂).

7- *Rutpela maculata* (Poda, 1761)

Material examined: BA (1), 17.VI.2017, (1♀); YBL (1), 28.VI.2017, (1♂).

8- *Anastrangalia dubia* (Scopoli, 1763)*

Material examined: K (4), 23.VI.2016, (1♀); YS (1), 19.VI.2016, (1♀); K (5), 23.V.2016, (1♂); K (5), 10.VI.2016, (1♀); K (3), 08.VI.2016, (1♂).

9- *Stictoleptura cordigera* (Füssli, 1775)

Material examined: YÇL (1), 28.VI.2016, (2♂, 2♀); YD (1), 30.VI.2016, (2♂, 3♀); YD (1), 04.VII 2016, (1♀); YD (1), 09.VII.2016, (2♂, 2♀); YÇL (1), 04.VII.2016, (2♂); YÇL (1), 27.VI.2016, (1♀); K (4), 03.VII.2016, (1♀); K (3), 23.VI.2016, (1♀); YS (1), 05.V.2017, (2♂, 2♀); YS (1), 13.VI.2017, (1♀); YBL (1), 15.VI.2017, (1♀); YBL (1), 15.VI.2017, (1♂); BA (1), 17.VI.2017, (1♀); YBL (1), 21.VI.2017, (1♀); YK (1), 22.VI.2017, (1♂); YBL (1), 23.VI.2017, (1♂); YS (1), 23.VI.2017, (1♀, 1♂); YBL (1), 23.VI.2017, (1♀); YDAL (1), 24.VI.2017, (2♂); YBL (1), 24.VI.2017, (2♂, 2♀); U

Table 2. A list of cerambycid species collected in the study

Species	Subfamily	Tribe
1. <i>Prionus coriarius</i> (Linnaeus, 1758)	Prioninae	Prionini
2. <i>Mesoprionus lefebvrei</i> (Marseul, 1856)*	Prioninae	Prionini
3. <i>Stenurella bifasciata</i> (Müller, 1776)	Lepturinae	Lepturini
4. <i>Stenurella septempunctata</i> (Fabricius, 1792)	Lepturinae	Lepturini
5. <i>Leptura aurulenta</i> (Fabricius, 1793)*	Lepturinae	Lepturini
6. <i>Pachytodes erraticus</i> (Dalman, 1817)	Lepturinae	Lepturini
7. <i>Rutpela maculata</i> (Poda, 1761)	Lepturinae	Lepturini
8. <i>Anastrangalia dubia</i> (Scopoli, 1763)*	Lepturinae	Lepturini
9. <i>Stictoleptura cordigera</i> (Füssli, 1775)	Lepturinae	Lepturini
10. <i>Stictoleptura fulva</i> (De Geer, 1775)	Lepturinae	Lepturini
11. <i>Stictoleptura scutellata</i> (Fabricius, 1781)*	Lepturinae	Lepturini
12. <i>Stictoleptura rubra</i> (Linnaeus, 1758)	Lepturinae	Lepturini
13. <i>Rhagium mordax</i> (De Geer, 1775)*	Lepturinae	Rhagini
14. <i>Rhagium fasciculatum</i> (Faldermann, 1837)*	Lepturinae	Rhagini
15. <i>Rhagium bifasciatum</i> (Fabricius, 1775)	Lepturinae	Rhagini
16. <i>Rhagium inquisitor</i> (Linnaeus, 1758)	Lepturinae	Rhagini
17. <i>Stromatium auratum</i> (Böber, 1793)	Cerambycinae	Hesperophanini
18. <i>Cerambyx dux</i> (Faldermann, 1837)*	Cerambycinae	Cerambycini
19. <i>Cerambyx scopolii</i> (Füssli, 1775)*	Cerambycinae	Cerambycini
20. <i>Cerambyx cerdo</i> (Linnaeus, 1758)	Cerambycinae	Cerambycini
21. <i>Cerambyx carinatus</i> (Küster, 1846)*	Cerambycinae	Cerambycini
22. <i>Clytus rhamni</i> (Germar, 1817)	Cerambycinae	Clytini
23. <i>Clytus arietis</i> (Linnaeus, 1758)	Cerambycinae	Clytini
24. <i>Chlorophorus figuratus</i> (Scopoli, 1763)	Cerambycinae	Clytini
25. <i>Chlorophorus sartor</i> (O.F.Müller, 1766)*	Cerambycinae	Clytini
26. <i>Chlorophorus varius</i> (O.F.Müller, 1766)	Cerambycinae	Clytini
27. <i>Chlorophorus niehuisi</i> (Adlbauer, 1992)*	Cerambycinae	Clytini
28. <i>Plagionotus detritus</i> (Linnaeus, 1758)*	Cerambycinae	Clytini
29. <i>Plagionotus arcuatus</i> (Linnaeus, 1758)	Cerambycinae	Clytini
30. <i>Plagionotus bobelayei</i> (Brullé, 1832)*	Cerambycinae	Clytini
31. <i>Plagionotus floralis</i> (Pallas, 1773)	Cerambycinae	Clytini
32. <i>Isotomus speciosus</i> (Schneider, 1787)*	Cerambycinae	Clytini
33. <i>Ropalopus clavipes</i> (Fabricius, 1775)	Cerambycinae	Callidiini
34. <i>Callidium aeneum</i> (De Geer, 1775)*	Cerambycinae	Callidiini
35. <i>Pyrrhidium sanguineum</i> (Linnaeus, 1758)*	Cerambycinae	Callidiini
36. <i>Phymatodes testaceus</i> (Linnaeus, 1758)*	Cerambycinae	Callidiini
37. <i>Phymatodes femoralis</i> (Linnaeus, 1758)	Cerambycinae	Callidiini
38. <i>Penichroa fasciata</i> (Stephens, 1831)*	Cerambycinae	Graciliini
39. <i>Stenopterus kraatzii</i> (Pic, 1892)*	Cerambycinae	Stenopterini
40. <i>Stenopterus rufus</i> (Linnaeus, 1767)	Cerambycinae	Stenopterini
41. <i>Anaglyptus mysticus</i> (Linnaeus, 1758)*	Cerambycinae	Anaglyptini
42. <i>Lampropterus femoratus</i> (Germar, 1824)*	Cerambycinae	Hyboderini
43. <i>Purpuricenus budensis</i> (Götz, 1783)	Cerambycinae	Trachyderini
44. <i>Rosalia alpina</i> (Linnaeus, 1758)*	Cerambycinae	Compsocerini
45. <i>Hylotrupes bajulus</i> (Linnaeus, 1758)*	Cerambycinae	Hylotruperini
46. <i>Tetropium fuscum</i> (Fabricius, 1787)*	Spondylidinae	Asemini
47. <i>Arhopalus fesus</i> (Mulsant, 1839)*	Spondylidinae	Asemini
48. <i>Arhopalus syriacus</i> (Reitter, 1895)*	Spondylidinae	Asemini
49. <i>Arhopalus rusticus</i> (Linnaeus, 1758)*	Spondylidinae	Asemini
50. <i>Spondylis buprestoides</i> (Linnaeus, 1758)*	Spondylidinae	Spondylidini
51. <i>Dorcadion triste</i> (Frivaldzsky, 1845)*	Lamiinae	Dorcadiini
52. <i>Dorcadion septemlineatum</i> (Waltl, 1838)	Lamiinae	Dorcadiini
53. <i>Agapanthia suturalis</i> (Fabricius, 1787)*	Lamiinae	Agapanthiini
54. <i>Agapanthia lateralis</i> (Ganglbauer, 1884)*	Lamiinae	Agapanthiini
55. <i>Agapanthia violacea</i> (Fabricius, 1775)	Lamiinae	Agapanthiini
56. <i>Morimus orientalis</i> (Reitter, 1894)*	Lamiinae	Phrissomini
57. <i>Mesosa obscuricornis</i> (Pic, 1894)*	Lamiinae	Desmiphorini
58. <i>Phytoecia pubescens</i> (Pic, 1895)*	Lamiinae	Phytoeciini
59. <i>Pogonocherus perroudi</i> (Mulsant, 1839)*	Lamiinae	Pogonocherini
60. <i>Aegomorphus clavipes</i> (Schrank, 1781)	Lamiinae	Acanthoderini
61. <i>Exocentrus ritae</i> (Sama, 1985)*	Lamiinae	Acanthoderini
62. <i>Saperda octopunctata</i> (Scopoli, 1772)	Lamiinae	Saperdini

* New records from Kocaeli

(5), 26.VI.2017,(6♂, 8♀); YBL (1), 28.VI.2017,(1♂, 5♀); YS (1), 29.VI.2017, (3♀); YD (1), 30.VI.2017, (1♂); YBL (1), 01.VII.2017,(4♂, 2♀); YS (1), 02.VII.2017,(1♀); U (5), 08.VII.2017, (2♀); U (5), 17. VII.2017, (1♂); U (5), 18.VII.2017, (1♀).

10- *Stictoleptura fulva* (De Geer, 1775)

Material examined: YK (1), 23.VI.2016,(2♂); YD (1), 30.VI.2016, (1♀); YK (1), 09.VI.2016,(1♂); YS (1), 10.VI.2016, (1♀); K (5), 05.V.2017, (5♂, 3♀); U (2), 05.V.2017, (1♀); Y (8), 04.VI.2017, (1♂); YC (1), 13.VI.2017, (1♂); YD (1), 14.VI.2017, (1♂); YD (1), 14.VI.2017, (2♀); YD (1), 14.VI.2017,(1♀); YC (1), 15.VI.2017, (1♀); YC (1), 15.VI.2017,(4♀, 1♂); YBL (1), 15.VI.2017, (1♀, 2♂); YÇL (1), 15.VI.2017, (1♀); YDAL (1), 16.VI.2017, (3♂); YS (1), 16.VI.2017, (2♀, 1♂); YÇL (1), 16.VI.2017, (2♂); YD (1), 16.VI.2017, (1♀, 5♂); BA (1), 17.VI.2017, (4♂, 2♀); YBL (1), 21.VI.2017, (1♂); YBL (1), 22.VI.2017, (2♂, 6♀); YK (1), 22.VI.2017, (8♂); YK (2), 22.VI.2017, (2♂, 2♀); YBL (1), 23.VI.2017, (2♂, 5♀); YBL (1), 23.VI.2017, (2♂); YBL (1), 24.VI.2017, (1♀); YDAL (1), 24.VI.2017, (6♂, 6♀); YBL (1), 24.VI.2017, (1♀); U (5), 26.VI.2017, (1♀); YBL (1), 28.VI.2017, (12♂, 8♀); YS (1), 29.VI.2017, (11♂, 6♀); YD (1), 30.VI.2017, (7♀, 4♂); YBL (1), 01.VII.2017, (5♀); YS (1), 02.VII.2017, (3♂), YAC (1), 03.VII.2017, (2♂); U (5), 20.VII.2017, (1♀).

11- *Stictoleptura scutellata* (Fabricius, 1781)*

Material examined: GAV (1), 04.V.2016, (1♀); K (3), 16.VI.2016, (1♂); K (4), 16.VI.2016, (1♀); K (1), 01.VI.2016, (1♀); K (1), 02.VI.2016, (2♂).

12- *Stictoleptura rubra* (Linnaeus, 1758)

Material examined: YC (1), 13.VI.2017, (2♂, 1♀); YBL (1), 14.VI.2017, (2♀); YBL (1), 15.06.2017, (2♀); YK (2), 15.VI.2017, (2♂, 1♀); YC (1), 15.VI.2017, (1♀); YDAL (1), 16.VI.2017, (3♂); YK (1), 16.VI.2017, (1♀); BA (1), 17.VI.2017, (1♀); YAC (1), 21.VI.2017, (1♂); YC (1), 22.VI.2017, (1♂); YBL (1), 22.VI.2017, (1♀); YDAL (1), 24.VI.2017, (2♂); YBL (1), 28.VI.2017, (2♀); YS (1), 29.VI.2017, (2♂, 1♀); YC (1), 30.VI.2017, (8♂, 2♀); YD (1), 01.VII.2017, (2♂); YÇL (1), 02.VII.2017, (1♀); YÇL (1), 03.VII.2017, (1♀); YC (1), 13.VII.2017, (1♀); U (6), 14.VII.2017, (1♂).

13- *Rhagium mordax* (De Geer, 1775)*

Material examined: K (7), 12.IV.2016, (1♀).

14- *Rhagium fasciculatum* (Faldermann, 1837)*

Material examined: K (7), 22.IV.2016, (1♂).

15- *Rhagium bifasciatum* (Fabricius, 1775)

Material examined: K (7), 12.IV.2016, (1♂).

16- *Rhagium inquisitor* (Linnaeus, 1758)

Material examined: U (1), 17.IV.2016, (5♀, 10♂); U (4), 01.V.2016, (2♂, 2♀); U (3), 01.V.2016, (2♀); KAV (1), 21.IV.2016,(5♂);U (3),20.IV.2016,(3♀,1♂);Y (5),01.V.2016,(4♂); Y (3), 09.IV.2016, (4♀, 1♂); K (3), 18.IV.2016, (2♂, 5♀); K (1), 28.IV.2016, (1♀); U (3), 14.V.2016, (1♂); U (2), 06.IV.2016, (1♀); G (1), 18.IV.2016, (2♂); U (2), 20.IV.2016, (2♀); G (2), 18.IV.2016, (1♀); K (3), 28.IV.2016, (1♀); G (1), 14.IV.2016, (2♂); K (7), 23.III.2016, (2♂); G (4), 18.IV.2016, (2♂, 2♀); G (3), 18.IV.2016, (2♀); K (6), 22.IV.2016, (1♂); U (4), 01.IV.2016, (2♂); U (1), 07.IV.2016, (2♀, 1♂); K (7), 12.IV.2016, (2♂, 2♀); U (4), 20.IV.2016, (1♂, 3♀); GAV (1), 14.IV.2016, (2♀, 3♂); U (3), 22.V.2016, (3♀); KAV (1), 21.IV.2016, (3♂); U (2), 09.IV.2016, (3♀, 7♂); Y (8), 14.V.2016, (♀1); U (1), 17.V.2016, (♂1); U (1), 28.V.2016, (♀1); K (5), 22.IV.2016, (1♀); YAC (1), 22.IV.2016, (1♂). K (2), 13.IV.2017, (7♀, 5♂); K (3), 13.IV.2017, (2♂, 10♀); K (4), 13.IV.2017, (4♂, 4♀); Y (1), 17.IV.2017, (6♂, 5♀); Y (2), 17.IV.2017, (5♂, 5♀); Y (3), 17.IV.2017, (5♂, 4♀); U (3), 15.IV.2017, (2♂, 2♀); U (2), 15.IV.2017, (2♂, 3♀); Y (4), 17.IV.2017, (5♂, 4♀); U (1), 28.IV.2017, (2♂, 2♀); U (4), 28.IV.2017, (2♂, 3♀); U (1), 06.V.2017, (2♂, 2♀); Y (5), 01.V.2017, (7♂, 4♀); Y (6), 01.V.2017, (4♂, 4♀); Y (7), 01.V.2017, (6♂, 5♀); K (5), 05.V.2017, (2♂4♀); K (1), 05.V.2017, (10♂, 4♀); K (2), 05.V.2017, (7♂, 4♀); K (3), 05.V.2017, (8♀); U (3), 05.V.2017, (3♂); KF (1), 12.IX.2017, (3♀); Y (8), 04.VI.2017, (1♂); Y (9), 04.VI.2017, (1♀); Y (1), 04.VI.2017, (1♂); K (5), 07.VI.2017, (1♂); BA (1), 11.VI.2017, (4♂).

Subfamily: Cerambycinae

17- *Stromatium auratum* (Böber, 1793)

Material examined: YS (1), 28.VII.2016, (1♀); YS (1), 27.VII.2016, (1?).

18- *Cerambyx dux* (Faldermann, 1837)*

Material examined: YS (1), 18.VII.2016, (1♀); YS (1), 30.VI.2017, (1♀).

19- *Cerambyx scopoli* (Füssli, 1775)*

Material examined: K (5), 11.VII.2016, (1♂); K (5), 23.VI.2016, (1♂); K (4), 04.V.2016, (1♀); K (4), 09.V.2016, (1♀); YAC (1), 23.V.2016, (1♀).

20- *Cerambyx cerdo* (Linnaeus, 1758)

Material examined: YS (1), 27.VII.2016, (1♂); U (3), 03.VII.2016, (1♂); YD (1), 03.VI.2016, (1♀).

21- *Cerambyx carinatus* (Küster, 1846)*

Material examined: KD (1), 29.VIII.2016, (1♀); YS (1), 30.VI.2017, (1♂); YS (1), 20.IX.2017, (1♂).

22- *Clytus rhamni* (Germar, 1817)

Material examined: K (5), 08.VI.2016, (1♀); YS (1), 19.VI.2016, (1♀).

23- *Clytus arietis* (Linnaeus, 1758)

Material examined: K (6), 23.V.2016, (1♀); K (6), 04.V.2016, (2♂); K (5), 13.V.2016, (1♂); K (2), 28.IV.2016, (1♀); K (3), 13.V.2016, (1♀)

24- *Chlorophorus figuratus* (Scopoli, 1763)

Material examined: K (1), 02.VI.2016, (1♂).

25- *Chlorophorus sartor* (O.F.Müller, 1766)*

Material examined: YÇL (1), 07.VII.2016, (1♀); YS (1), 19.VI.2016, (1♂).

26- *Chlorophorus varius* (O.F.Müller, 1766)

Material examined: YÇL (1), 17.VII.2016, (7♀, 2♂); GAV (1), 05.VIII.2016, (4♀); YÇL (1), 07.VII.2016, (2♂, 2♀); YS (1), 10.VI.2016, (1♀); YD (1), 04.VII.2016, (2♂); YS (1), 09.VIII.2016, (1♀); K (5), 23.VI.2016, (2♂); YS (1), 02.VI.2016, (1♂); K (1), 12.VII.2016, (2♀); KYM (1), 19.VIII.2016, (1♀); K (1), 11.VIII.2016, (1♂); K (4), 12.VII.2016, (1♀); YK (2), 02.VI.2016, (2♂); YD (1), 23.VI.2016, (1♀); YS (1), 21.VII.2016, (2♀); K (4), 23.VI.2016, (1♀); YD (1), 27.VI.2016, (1♂); YAC (1), 28.VI.2016, (1♀); K (3), 23.VI.2016, (1♂); YD (1), 30.VI.2016, (1♂); K (5), 11.VII.2016, (1♀); KYM (1), 15.VII.2016, (1♀); YS (1), 01.VII.2016, (1♂); K (3), 12.VII.2016, (1♂); K (2), 03.VII.2016, (1♂); YS (1), 05.V.2017, (4♂, 6♀); YD (1), 21.VI.2017, (2♂); YDAL (1), 24.VI.2017, (1♀); K (2), 24.VI.2017, (1♂); U (5), 26.VI.2017, (2♀, 1♂); YBL (1), 28.VI.2017, (3♀5♂); YS (1), 29.VI.2017, (5♂, 5♀); YD (1), 30.VI.2017, (2♂); YC (1), 01.VII.2017, (10♀2♂); YS (1), 02.VII.2017, (1♂); YAC (1), 03.VII.2017, (6♂); K (5), 04.VII.2017, (1♀); K (1), 04.VII.2017, (2♂); U (3), 08.VII.2017, (1♀); U (3), 08.VII.2017, (3♂); YS (1), 11.VII.2017, (2♂, 4♀); U (3), 13.VII.2017, (6♂, 5♀), U (2), 14.VII.2017, (10♀, 11♂), K (3), 15.VII.2017, (1♀); K (4), 15.VII.2017, (1♀); K (5), 15.VII.2017, (1♂); U (5), 16.VII.2017, (16♀, 6♀); U (5), 17.VII.2017, (10♀, 8♂); U (5), 18.VII.2017, (7♀, 8♂); YAC (1), 19.VII.2017, (9♂, 9♀); U (5), 20.VII.2017, (12♂, 8♀); YÇL (1), 21.VII.2017, (6♂, 3♀); YAC (1), 24.VII.2017, (7♀, 8♂); YK (1), 25.VII.2017, (3♀, 9♂); YÇL (1), 27.VII.2017, (11♀, 9♂); YAC (1), 28.VII.2017, (5♀, 5♂); YAC (1), 06.VIII.2017, (1♀); K (1), 06.VIII.2017, (2♂, 2♀); K (4), 26.VIII.2017, (1♂); K (1), 15.IX.2017, (5♂).

27- *Chlorophorus niehuisi* (Adlbauer, 1992)*

Material examined: U (1), 17.07.2017, (1♀)

28- *Plagionotus detritus* (Linnaeus, 1758)*

Material examined: KYM (1), 15.VII.2016, (2♂, 4♀); K (1), 02.VI.2016, (1♀, 1♂); K (5), 11.VII.2016, (1♀, 1♂); K (4), 03.VII.2016, (2♂, 2♀); K (4), 10.VI.2016, (1♂, 3♀); GAV (1), 28.IV.2016, (1♀); K (3), 23.VI.2016, (1♂); K (1), 12.VII.2016, (1♀, 1?); K (2), 12.VII.2016, (1♂); YS (1), 19.VI.2016, (2♂); GAV (1), 04.V.2016, (1♀); K (5), 08.VI.2016, (1♀); K (2), 01.VI.2016, (1♂); K (5), 23.VI.2016, (1♀); K (2),

16.VI.2016, (1♂).

29- *Plagionotus arcuatus* (Linnaeus, 1758)

Material examined: K (3), 23.VI.2016, (3♀, 2♂); K (1), 23.V.2016, (10♂, 6♀); K (3), 01.VI.2016, (1♀); K (5), 08.VI.2016, (6♂); YS (1), 08.VI.2016, (2♀); K (3), 23.VI.2016, (1♀).

30- *Plagionotus bobelayei* (Brullé, 1832)*

Material examined: K (1), 02.VI.2016, (1♂).

31- *Plagionotus floralis* (Pallas, 1773)

Material examined: U (6), 08.VII.2017, (18♀, 20♂).

32- *Isotomus speciosus* (Schneider, 1787)*

Material examined: K (4), 03.VII.2016, (2♀); K (2), 03.VII.2016, (2♂); K (3), 16.VI.2016, (1♀).

33- *Ropalopus clavipes* (Fabricius, 1775)

Material examined: K (3), 08.VI.2016, (1♀); GAV (1), 09.V.2016, (1?); K (4), 08.VI.2016, (1♀); GAV (1), 28.IV.2016, (3♀); K (1), 02.VI.2016, (1♂).

34- *Callidium aeneum* (De Geer, 1775)*

Material examined: K (3), 01.VI.2016, (1♀); K (3), 02.VI.2016, (1♀).

35- *Pyrrhidium sanguineum* (Linnaeus, 1758)*

Material examined: YAC (1), 31.III.2016, (1♀); GAV (1), 28.IV.2016, (2♂); K (7), 31.III.2016, (1♀).

36- *Phymatodes testaceus* (Linnaeus, 1758)*

Material examined: K (1), 16.VI.2016, (2♂, 3♀); K (3), 02.VI.2016, (6♀, 2♂); K (3), 23.V.2016, (2♂, 2♀); K (4), 08.VI.2016, (12♀, 8♂); K (2), 02.VI.2016, (4♂, 2♀); K (1), 28.IV.2016, (2♂); K (1), 13.V.2016, (3♀); K (1), 23.V.2016, (1♀, 4♂); K (2), 13.V.2016, (5♂); K (4), 13.V.2016, (1); K (4♀), 23.V.2016, (1♀); K (5), 13.V.2016, (5♀, 5♂); K (4), 22.IV.2016, (1♀); K (2), 13.V.2016, (2♂, 2♀); K (2), 18.IV.2016, (1♂, 2♀); K (1), 03.VII.2016, (2♂); K (2), 23.VI.2016, (3♂, 2♀); GAV (1), 09.V.2016, (1♀); K (3), 16.VI.2016, (5♂, 3♀); K (4), 03.VII.2016, (1♂); K (3), 03.VII.2016, (3♀); K (4), 03.VII.2016, (3♂); K (1), 08.VI.2016, (2♂); K (5), 23.VI.2016, (5♂, 5♀); K (2), 16.VI.2016, (3♂, 6♀); K (3), 23.VI.2016, (4♂, 4♀); K (3), 23.VI.2016, (5♂, 3♀, 1?); YAC (1), 23.V.2016, (1♀); K (3), 23.VI.2016, (3♂); K (1), 01.VI.2016, (2♂); GAV (1), 16.VI.2016, (3♀); YS (1), 28.VII.2016, (2♂, 2♀); YD (1), 23.VI.2016, (1♀); K (3), 01.VI.2016, (1♂); K (5), 01.VI.2016, (2♀); K (4), 08.VI.2016, (4♂, 4♀); K (4), 16.VI.2016, (1♀); K (1), 01.VI.2016, (1♂).

37- *Phymatodes femoralis* (Linnaeus, 1758)*

Material examined: K (4), 08.VI.2016, (1?); K (4), 13.V.2016, (1♀); K (5), 13.V.2016, (2♂); K (3), 08.VI.2016, (2♀); K (3), 23.V.2016, (1♂); K (1), 23.V.2016, (1♂); K (5), 01.VI.2016,

(1♀); GAV (1), 16.VI.2016, (1♀).

38- *Penichroa fasciata* (Stephens, 1831)*

Material examined: YK (1), 14.IV.2016, (1♀).

39- *Stenopterus kraatzii* (Pic, 1892)*

Material examined: YD (1), 27.VI.2016, (1♂); YÇL (1), 27.VI.2016, (1♀); YS (1), 05.V.2017, (1♀).

40- *Stenopterus rufus* (Linnaeus, 1767)

Material examined: GAV1, 04.V.2016, (1♂); K (4), 03.VII.2016, (1♂); YS (1), 12.VI.2016, (2♀); K (5), 01.VI.2016, (1♀); YS (1), 17.VI.2016, (1?).

41- *Anaglyptus mysticus* (Linnaeus, 1758)*

Material examined: K (4), 22.IV.2016, (1♀); K (2), 18.IV.2016, (1♀); GAV (1), 04.V.2016, (1♂).

42- *Lampropterus femoratus* (Germar, 1824)*

Material examined: YD (1), 27.VI.2016, (1?).

43- *Purpuricenus budensis* (Götz, 1783)

Material examined: K (3), 23.VI.2016, (1♀); K (4), 01.VI.2016, (1♂).

44- *Rosalia alpina* (Linnaeus, 1758)*

Material examined: K (1), 23.VI.2016, (1♀, 1♂); K (3), 03.VII.2016, (1♂).

45- *Hylotrupes bajulus* (Linnaeus, 1758)*

Material examined: K (4), 16.VI.2016, (1♀, 1♂); K (2), 23.VI.2016, (2♂, 1♀); K (3), 02.VI.2016, (1♀, 1♂); YS (1), 19.VI.2016, (1♀); U (3), 06.IX.2016, (1♂).

Subfamily: Spondylidinae

46- *Tetropium fuscum* (Fabricius, 1787)*

Material examined: K (1), 01.VI.2016, (1?).

47- *Arhopalus ferus* (Mulsant, 1839)*

Material examined: YS (1), 19.VI.2016, (1♂); K (2), 23.VI.2016, (1♀); U (5), 17.VIII.2016, (1♂); U (5), 25.VIII.2016, (1♀); K (5), 10.VI.2016, (1♀); K (3), 01.VI.2016, (1♂); K (1), 12.VII.2016, (1♀); KYM (1), 08.VIII.2016, (1♀).

48- *Arhopalus syriacus* (Reitter, 1895)*

Material examined: K (1), 12.VII.2016, (1♀); KYM (1), 19.VIII.2016, (1♀, 1♂).

49- *Arhopalus rusticus* (Linnaeus, 1758)*

Material examined: KYM (1), 19.VIII.2016, (2♂, 1♀); G (3), 01.VI.2016, (1♂); K (1), 08.VI.2016, (3♀); K (3), 20.VIII.2016, (1♂); YS (1), 02.VII.2016, (1♀); K (3), 02.VI.2016, (2♂); K (4), 23.V.2016, (2♂); K (1), 01.VI.2016, (1♀); K (3), 11.VIII.2016, (1♂); K (1), 03.VII.2016, (1♂); KYM (1), 08.VIII.2016, (1♀); U (4), 12.VI.2016, (1♀); K

(4), 23.VI.2016, (1♂); YS (1), 01.VII.2016, (1♂); K (3), 23.VI.2016, (1♂); U (1), 05.VI.2016, (1♀); K (1), 01.VI.2016, (1♂); YS (1), 19.VI.2016, (1♀); K (1), 11.VIII.2016, (1♂); K (4), 11.VIII.2016, (2♀); K (4), 03.VII.2016, (2♀); K (5), 11.VII.2016, (1♀, 1♂).

50- *Spondylis buprestoides* (Linnaeus, 1758)*

Material examined: K (1), 07.VI.2017, (1♀); K (1), 24.VI.2017, (1♀, 2♂); K (2), 24.VI.2017, (1♂); K (3), 24.VI.2017, (1♀); K (1), 04.VII.2017, (2♂, 2♀).

Subfamily: Lamiinae

51- *Dorcadion triste* (Fruvaldzsky, 1845)*

Material examined: KK (1), 30.IV.2016, (1♂).

52- *Dorcadion septemlineatum* (Waltl, 1838)

Material examined: K (8), 12.IV.2016, (1♀).

53- *Agapanthia suturalis* (Fabricius, 1787)*

Material examined: YS (1), 19.VI.2016, (1♀); YS (1), 21.VII.2016, (1♀); YS (1), 16.VI.2016, (1♀); YS (1), 16.VI.2016, (1♂); YS (1), 12.VI.2016, (1♂).

54- *Agapanthia lateralis* (Ganglbauer, 1884)*

Material examined: YS (1), 19.VI.2016, (1♀).

55- *Agapanthia violacea* (Fabricius, 1775)

Material examined: YC (1), 14.VI.2017, (1♀); YDAL (1), 21.VI.2017 (1♂); YS (1), 28.06.2017, (♀1).

56- *Morimus orientalis* (Reitter, 1894)*

Material examined: U (4), 14.V.2016, (1♀); U (3), 02.IV.2016, (2♂); K (5), 11.VII.2016, (1♀); K (5), 02.IX.2016, (1♀); YB1, 12.VIII.2016, (1♂).

57- *Mesosa obscuricornis* (Pic, 1894)*

Material examined: GAV1, 22.IV.2016, (1?).

58- *Phytoecia pubescens* Pic, 1895*

Material examined: YS (1), 13.VI.2016, (1?).

59- *Pogonocherus perroudi* (Mulsant, 1839)*

Material examined: KYM (1), 19.VIII.2016, (1♀); K (3), 11.VIII.2016, (1♂).

60- *Aegomorphus clavipes* (Schrank, 1781)

Material examined: K (5), 01.VI.2016, (1♂); K (5), 16.VI.2016, (1♂).

61- *Exocentrus ritae* (Sama, 1985)*

Material examined: K (5), 01.VI.2016, (1?).

62- *Saperda octopunctata* (Scopoli, 1772)

Material examined: K (5), 14.VI.2017, (1♂); K (3), 24.06.2017, (1♀)

It was observed that the family Cerambycidae in the research area occurs by species belonging to subfamilies, Cerambycinae (46.77%), Lamiinae (19.35%), Lepturinae (22.58%), Spondylidinae (8.06%), and Prioninae (3.23%) (Figure 1). In this study, the subfamily Cerambycinae, Lamiinae, Lepturinae, Spondylidinae, and Prioninae are represented by 30 species in 11 tribes, 12 species in 8 tribes, 14 species in 2 tribes, and 5 species in 2 tribes and two species in one tribe, respectively (Figure 2). The tribe Lamiini of subfamily Lamiinae is the most abundant (Figure 3). The tribe Clytini of Cerambycinae has more species than tribe (Figure 4). The tribe Lepturini of Lepturinae has more species than the tribe Rhagiini (Figure 5). The tribe Asemeni of subfamily Spondylidinae occur more species than the Spondylidini tribe (Figure 6). Among all species *Chlorophorus varius* (325 specimens) and *Rhagium inquisitor* (279 specimens) were plentiful. The subfamily Prioninae contains only the tribe Prionini. Evaluation of the species numbers, collected from different altitudes, indicated that species occurrence is related to altitude (Figure 7). Also, it is noted that specimen numbers were higher between May and July.

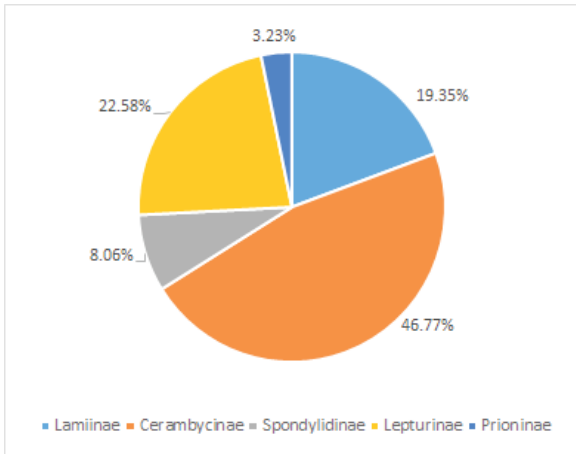


Figure 1. Distribution of species by subfamily of the Cerambycidae in Kocaeli, Turkey

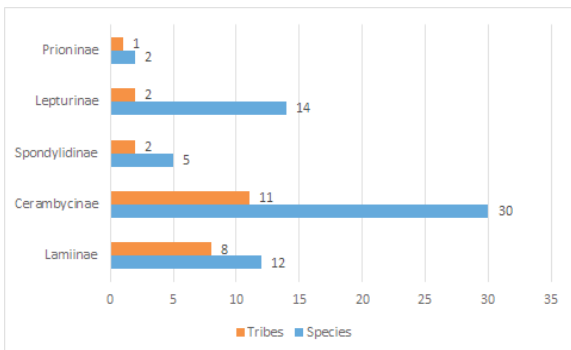


Figure 2. Number of tribes and species in the subfamilies of Cerambycidae in Kocaeli, Turkey

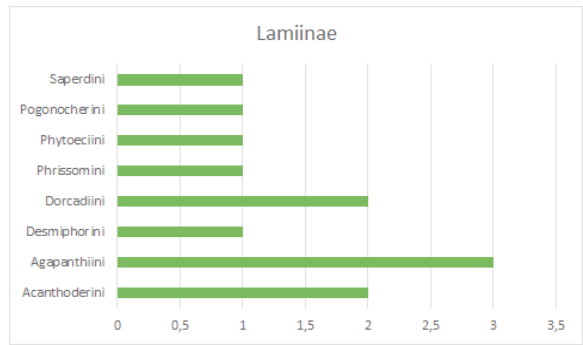


Figure 3. Number of species in tribes of the Lamiinae in Kocaeli, Turkey

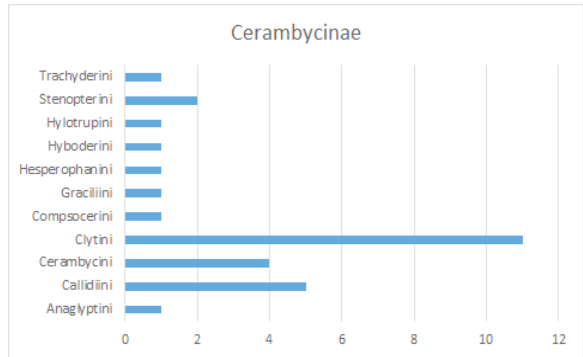


Figure 4. Number of species in tribes of the Cerambycinae in Kocaeli, Turkey



Figure 5. Number of species in tribes of the Lepturinae in Kocaeli, Turkey

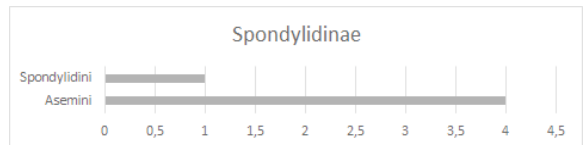


Figure 6. Number of species in tribes of the Spondylidinae in Kocaeli, Turkey

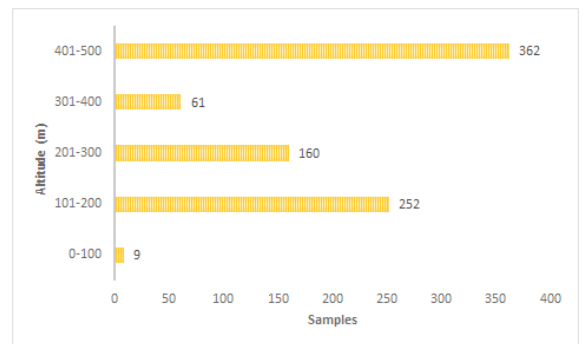


Figure 7. Number of collected Cerambycidae species according to altitude in Kocaeli, Turkey

A total of 36 species are the first records for Kocaeli province including *Mesoprionus lefebvrei*, *Leptura aurulenta*, *Anastrangalia dubia*, *Stictoleptura scutellata*, *Rhagium mordax*, *Rhagium fasciculatum*, *Cerambyx dux*, *Cerambyx scopoli*, *Cerambyx carinatus*, *Chlorophorus sartor*, *Plagionotus detritus*, *Plagionotus bobelayei*, *Isotomus speciosus*, *Callidium aeneum*, *Pyrrhidium sanguineum*, *Phymatodes testaceus*, *Penichroa fasciata*, *Stenopterus kraatzi*, *Anaglyptus mysticus*, *Lampropterus femoratus*, *Rosalia alpina*, *Hylotrupes bajulus*, *Tetropium fuscum*, *Arhopalus ferus*, *Arhopalus syriacus*, *Arhopalus rusticus*, *Spondylis buprestoides*, *Dorcadion triste*, *Agapanthia suturalis*, *Agapanthia lateralis*, *Morimus orientalis*, *Mesosa obscuricornis*, *Phytoecia pubescens*, *Pogonocherus perroudi*, *Exocentrus ritae*, *Chlorophorus nielhuisi*.

DISCUSSION AND CONCLUSION

Kocaeli province is one of the significant regions that under risk of invasion of long-horned bark beetles (Çakmak et al. 2020). Being at the intersection of humid subtropical climate (Cfa) and hot-summer Mediterranean climate (Csa) regions facilitates invasion and adaptation of cerambycid species (Çakmak et al. 2019). Also being located in a critical geographical location at the intersection of Asia and Europe, increase the possibility of the introduction of the pinewood nematode from borer, carried by some cerambycids (Akbulut 2009). Therefore, the survey of cerambycids is getting more critical day by day.

Sum of the reported species from Kocaeli province was 105, up to date (Özay 1997, Küçükkaykçı et al. 2003, Özdikmen and Şahin 2006, Özdikmen 2007, Özdikmen 2008, Özdikmen 2010, Özdikmen 2012, Sama et al. 2016, Özdikmen 2016, Özdikmen et al. 2017a, 2017b). As a result of the survey, Cerambycidae fauna has been represented with 62 species, 30 of them are new records for Kocaeli province. Among them, *Leptura aurulenta* was recorded for the second time in Turkey. The first record of the species is from İstanbul (Turgut et al. 2010). *L. aurulenta* was recorded in Europe (France, Spain, Portugal, Germany, Switzerland, Bosnia-Herzegovina, Romania, Ukraine) North Africa (Algeria), and Turkey up to date. This species has the Chorotype W-Palaeartic (Turgut et al. 2010). In Kocaeli province, different species have been determined due to the intense trade of forest products (lumber, timber, wood) from these countries (Çakmak et al. 2020).

Şabanoğlu and Şen (2016) determined that the number of Cerambycidae species has more number of individuals at the higher altitude (1251-1500 m) in Isparta province, Turkey. In this study, Cerambycidae species at low altitudes (100-200 m) were more abundant. The reason for these results might be related to being located at sea level, for Kocaeli.

Cerambycids are needed to be surveyed for their important

role in decomposition processes in natural ecosystems and their economic status through interaction with different groups of living organisms including nematodes, bacteria, and fungi.

The new species detected in Kocaeli for the first time is a contribution to our knowledge of Cerambycidae fauna. Nevertheless, periodical surveys are recommended for being updated.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank reviewers for their contributions to the manuscript, and we thank Yıldız Entegre Ağaç San. ve Tic. A.Ş., Yıldız Sunta MDF A.Ş. and Kastamonu Entegre Ağaç San. Tic. ve A.Ş. which provided the traps and pheromones that we also used in the surveys of *Anoplophora chinensis* within the scope of the study. This study is part of a Ph.D. thesis of Şener Atak.

ÖZET

Kocaeli, uluslararası limanlardan giriş yapan kereste, tomruk ve ahşap ambalaj malzemeleriyle paketlenmiş ürünler nedeniyle Avrupa ve Akdeniz Bitki Koruma Örgütü (EPPO) alarm listesinde yer alan istilacı orman zararlılarının bulaşması riski altındadır. Bu durum göz önünde bulundurularak Mart 2016 - Ekim 2017 arasında arazi çalışmaları gerçekleştirilip, Kocaeli ili Cerambycidae (Coleoptera) familyası faunistik olarak değerlendirildi. Cerambycidae familyasından beş altfamilyanın 24 tribusu altında 39 cinsine ait 62 tür teşhis edildi. Cerambycinae'nin 634 birey ve 30 türle en fazla, Prioninae'nin ise 3 birey ve 2 türle en az temsil edilen altfamilya olduğu belirlendi. Tespit edilen 62 türün 36 tanesi Kocaeli için yeni kayıttır. Bunlar arasında, *Leptura aurulenta* türü Türkiye'de ikinci defa rapor edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Cerambycidae, istilacı, orman zararlısı, fauna, Kocaeli

REFERENCES

- Acatay A., 1971. Über das auftreten einiger forstschädlingen in der Türkei. Anz. für Schädlingsskde. Pflanzen Umweltschultz, 11, 162-165.
- Adlbauer K., 1988. Neues zur taxonomie und faunistik der bockkäferfauna der Türkei (Coleoptera, Cerambycidae). Entomofauna, 9 (12), 257-297.
- Adlbauer K., 1992. Zur faunistik und taxonomie der bockkäferfauna der Türkei II (Coleoptera, Cerambycidae). Entomofauna, 13 (30), 485-509.
- Akbulut S., 2009. Comparison of the reproductive potential of *Monochamus galloprovincialis* on two pine species under laboratory conditions. Phytoparasitica, 37 (2), 125-135.

- Allen E., Noseworthy M., Ormsby M., 2017. Phytosanitary measures to reduce the movement of forest pests with the international trade of wood products. *Biological Invasions*, 19 (11), 3365-3376.
- Bense U., 1995. Longhorn beetles, illustrated key to the Cerambycidae and Vesperidae of Europe. Margraf Verlag, Germany, 512 p.
- Breuning S., 1962. Revision der Dorcadionini (Coleoptera, Cerambycidae). *Entomologische Abhandlungen und Berichte aus dem Staatlichen Museum für Tierkunde in Dresden*, 27, 1-665.
- Breuning S., 1978. Révision de la tribu des Acanthocinini de la région Asiatique-Australienne (Coleoptera: Cerambycidae). Troisième partie. *Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Berlin*, 54 (1), 3-78.
- Çakmak Y.E., Ayoub H.K.S., Uçkan F., 2019. Size divergence of *Rhagium inquisitor*: sexual similarity versus environmental variability. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28 (10) 7593-7602.
- Çakmak Y.E., Soydabaş-Ayoub H.K., Uçkan, F., 2020. A preliminary phylogenetic analysis of ribbed-pine-borer (*Rhagium inquisitor*) based on mitochondrial COI sequences. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 23 (3), 809-815.
- Danilevsky M.L., Skrylnik Yu E., 2021. New and little-known species of the longicorn beetles (Coleoptera: Cerambycidae) from Iran and adjacent regions. *Far Eastern Entomologist*, 10 (422), 10-23.
- Gnjatovic I., Zikic V., 2010. Cerambycids of Southeast Serbia (Coleoptera: Cerambycidae). *Biologica Nyssana*, 1, 111-115.
- Gül-Zümreöglü S., 1975. Ege Bölgesi Teke böcekleri (Cerambycidae: Coleoptera) türleri, taksonomileri, konukçuları ve yayılış alanları üzerinde araştırmalar. T.C. Gıda-Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü, Araştırma Eserleri Serisi, Teknik Bülten. No: 28, İzmir, 208 p.
- Haack R.A., Britton K.O., Brockerhoff E.G., Cavey J.F., Garrett L.J., Kimberley M., Vasilaky K.N., 2014. Effectiveness of the International Phytosanitary Standard ISPM No. 15 on reducing wood borer infestation rates in wood packaging material entering the United States. *PLoS One*, 9 (5), e96611, 1-15.
- Harde K.W., 1966. Familie: Cerambycidae, bockkafer. In: Die kafer Mitteleuropas 9. Cerambycidae, Chrysomelidae. Freude, H., Harde, W., Lohse, G.A. (Eds.). Spektrum Akademischer Verlag, München, 7-94 p.
- Hızal E., Arslangündoğdu Z., Göç A., Ak M., 2014. Türkiye istilacı yabancı böcek faunasına yeni bir kayıt *Anoplophora chinensis* (Forster, 1771) (Coleoptera: Cerambycidae). *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 65 (1), 7-10.
- Küçükayıkı E.C., Şirin Ü., Çalışkan H., Şenyüz Y., 2013. Preliminary work on longhorned beetles fauna of Kaz Dağları (İda Mountain) and near with two new subspecies (Coleoptera: Cerambycidae). *Munis Entomology and Zoology*, 8 (1), 50-62.
- Löbl I., Smetana A., 2010. Catalogue of palaearctic Coleoptera, Vol. 6. Stenstrup: Apollo Books, 924 p.
- Ocete R., Valle J.M., Artano K., Ocete M.E., López M.A., Pérez M.A., Garcia D., Soria F.J., 2010. Evolution of the spatio-temporal distribution of *Xylotrechus arvicola* (Olivier) (Coleoptera, Cerambycidae) in La Rioja vineyard (Spain). *Vitis*, 49 (2), 67-70.
- Özay F.Ş., 1997. The harmful insects on willows in Marmara Region. Poplar and Fast Growing Forest Trees Research Institute, Teknik Bülten No: 183, İzmit, 155 p.
- Özdikmen H., Şahin Ö., 2006. Longhorned beetles collection of the Entomology Museum of Central Anatolia Forestry Research Directorate, Ankara, Turkey (Coleoptera, Cerambycidae). *Gazi University Journal of Science*, 19 (1), 1-8.
- Özdikmen H., 2007. The longicorn beetles of Turkey (Coleoptera: Cerambycidae) Part I- Black Sea Region. *Munis Entomology and Zoology*, 2 (2), 179-422.
- Özdikmen H., 2008. The longicorn beetles of Turkey (Coleoptera: Cerambycidae) Part III- Aegean Region. *Munis Entomology and Zoology*, 3 (1), 355-436.
- Özdikmen H., Turgut S., 2009a. A short review on the genus *Plagionotus* Mulsant, 1842 (Coleoptera: Cerambycidae: Cerambycinae). *Munis Entomology and Zoology*, 4 (2), 457-469.
- Özdikmen H., Turgut S., 2009b. A synopsis of Turkish *Chlorophorus* Chevrolat, 1863 with zoogeographical remarks (Coleoptera: Cerambycidae: Cerambycinae). *Munis Entomology and Zoology*, 4 (2), 577-595.
- Özdikmen H., Turgut S., 2009c. A synopsis of Turkish *Clytus* Laicharting, 1784 and *Sphegoclytus* Sama, 2005 with zoogeographical remarks (Coleoptera: Cerambycidae: Cerambycinae). *Munis Entomology and Zoology*, 4 (2), 353-370.
- Özdikmen H., Turgut S., 2009d. A synopsis of Turkish *Vesperinae* Mulsant, 1839 and *Prioninae* Latreille, 1802 (Coleoptera: Cerambycidae). *Munis Entomology and Zoology*, 4 (2), 402-423.

- Özdikmen H., Turgut S., 2009e. On Turkish Cerambyx Linnaeus, 1758 with zoogeographical remarks (Coleoptera: Cerambycidae: Cerambycinae). *Munis Entomology and Zoology*, 4 (2), 301-319.
- Özdikmen H., 2010. The Turkish Dorcadiini with zoogeographical remarks (Coleoptera: Cerambycidae: Lamiinae). *Munis Entomology and Zoology*, 5 (2), 380-498.
- Özdikmen H., 2012. Naked lists of Turkish Cerambycoidea and Chrysomeloidea (Coleoptera). *Munis Entomology and Zoology*, 7 (1), 51-108.
- Özdikmen H., 2012. The longhorned beetles that originally described from whole territories of Turkey (Coleoptera: Cerambycoidea) Part III- Cerambycidae (Dorcadioninae), *Munis Entomology and Zoology*, 7 (2), 759-779.
- Özdikmen H., 2013. Turkish Agapanthini Mulsant, 1839 with identification keys (Coleoptera: Lamiinae). *Munis Entomology and Zoology*, 8 (1), 9-40.
- Özdikmen H., 2016. A comparative list of the leaf beetles of the provinces in Marmara Region of Turkey, excluding Bruchinae (Coleoptera: Chrysomelidae). *Munis Entomology and Zoology*, 11 (2), 682-690.
- Özdikmen H., Atak Ş., Uçkan F., 2017a. A new subspecies of *Plagionotus arcuatus* (Linnaeus, 1758) from Turkey (Coleoptera: Cerambycidae: Cerambycinae). *Munis Entomology and Zoology*, 12 (1), 89-93.
- Özdikmen H., Atak Ş., Uçkan F., 2017b. A new subspecies of *Anaglyptus mysticoides* Reitter, 1894, *Anaglyptus mysticoides obscurissimus* Pic, 1901 stat. nov., from Turkey (Coleoptera: Cerambycidae: Cerambycinae). *Munis Entomology and Zoology*, 12 (1), 68-70.
- Sama G., 2012. Preliminary report of the entomological surveys (2010, 2011) of G. Sama and P. Rapuzzi to Turkey (Coleoptera: Cerambycidae). *Munis Entomology and Zoology*, 7 (1), 22-45.
- Şabanoğlu B., Şen İ., 2016. A study on determination of Cerambycidae (Coleoptera) fauna of Isparta province (Turkey). *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 40 (3), 315-329.
- Tavakilian G., Chevillotte H., 2020. TITAN: Cerambycidae database (version Apr 2015). In: Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 2020-12-01. Digital resource at www.catalogueoflife.org. Species 2000: Naturalis, Roskov Y., Ower G., Orrell T., Nicolson D., Bailly N., Kirk P.M., Bourgoin T., DeWalt R.E., Decock W., van Nieuwerkerken E.J., Penev L. (Eds.). Leiden, the Netherlands. ISSN 2405-8858.
- Turgut S., Özdikmen H., Cebeci H., 2010. *Oxymirus cursor* and *Leptura aurulenta* (Coleoptera: Cerambycidae): first records for Turkey. *Florida Entomologist*, 93 (4), 516-518.
- Zamaroka A.M., Panin R.Y., 2011. Recent records of rare and new for Ukrainian Carpathians species of longhorn beetles (Insecta: Coleoptera: Cerambycidae) with notes on their distribution. *Munis Entomology and Zoology*, 6 (1), 155-165.
- Cite this article: Atak Ş, Uçkan F, Soydabaş-Ayoub H. (2021). A faunistic study on Cerambycidae (Coleoptera) of Kocaeli province (Turkey). *Plant Protection Bulletin*, 61-2. DOI: 10.16955/bitkorb.796414
- Atif için: Atak Ş, Uçkan F, Soydabaş-Ayoub H. (2021). Kocaeli ili Cerambycidae (Coleoptera) üzerine faunistik bir çalışma. *Bitki Koruma Bülteni*, 61-2. DOI: 10.16955/bitkorb.796414

Bitki Koruma Bülteni / Plant Protection Bulletin

<http://dergipark.gov.tr/bitkorb>

Original article

Determination of the reactions of some wheat cultivars against *Gaeumannomyces graminis* [Sacc.] Arx & Oliver var. *tritici* [J. Walker] which causes take all disease on wheat

Bazı buğday çeşitlerinin buğdayda göçerten hastalığına sebep olan *Gaeumannomyces graminis* [Sacc.] Arx & Oliver var. *tritici* [J. Walker]'ye karşı reaksiyonlarının belirlenmesi

Orhan BÜYÜK^a, Filiz ÜNAL^{b*}

^aDirectorate of Plant Protection Central Research Institute, Gayret Mah. Fatih Sultan Mehmet Bulv. 06172 Yenimahalle, Ankara, Turkey

^bOsmangazi University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, 26160, Odunpazarı, Eskişehir, Turkey

ARTICLE INFO

Article history:

DOI: [10.16955/bitkorb.831369](https://doi.org/10.16955/bitkorb.831369)

Received : 25-11-2020

Accepted : 29-05-2021

Keywords:

Gaeumannomyces graminis, wheat, take-all, cultivar reaction

* Corresponding author: Filiz ÜNAL

✉ filiz.unal@ogu.edu.tr

ABSTRACT

This study was carried out to determine the reactions of some wheat varieties against *Gaeumannomyces graminis* [Sacc.] Arx & Oliver var. *tritici* [J. Walker], which is a causal agent of 'take all' disease on wheat, under field conditions with natural infection in Konya and Tekirdağ provinces in 2018 and 2019. In the study, the reactions of 20 wheat varieties consisting of 16 bread and 4 durum wheat varieties against the disease were tested. As a result of the study, while the varieties of Şanlı, Gerek-79, Kınacı-97, Bezostaja 1, Mirzabey 2000, Dağdaş-94, and Karahan-99 showed moderately resistance to the disease (MR), Demir 2000, Altay 2000, Sönmez 2001, Kızıltan-91, Eminbey, Kenan Bey, Kunduru 1149, and Pehlivan cultivars showed moderately susceptible (MS) reactions. İkizce 96 cultivar was found the most susceptible to the disease. No cultivar resistant to take all disease has been found. In the areas where the disease is prevalent, cultivars determined as moderately resistant can be preferred.

GİRİŞ

Buğday (*Triticum* spp.), Türkiye hububat alanlarında en çok üretimi yapılan üründür. 2019 yılı verilerine göre, Türkiye'de toplam hububat alanlarının yaklaşık 7.7 milyon hektarında buğday, 2.7 milyon hektarında arpa, 0.7 milyon hektarında mısır yetiştirilmektedir. Toplam 35 milyon ton üretimine sahip olan hububat içerisinde 20.6 milyon ton üretim ile ilk sırada yer alan buğday hububat üretiminin %55.2'ini oluşturmaktadır. 2019 yılı buğday verimi ise 250-300 kg/da olmuştur (Anonim 2020).

Ülkemizde her bölgede yetiştirilebilen buğday bitkisi özellikle İç Anadolu Bölgesi'nde yaygın olarak üretilmektedir. 2016 yılı ekmeklik buğday üretiminde %33.5'lik pay ile ilk sırada İç Anadolu Bölgesi yer almaktadır. Bunu %17.3 ile Marmara Bölgesi ve %14.3 ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi izlemektedir. Üretimde en az pay Doğu Anadolu ve Ege Bölgeleri'ne aittir. Makarnalık buğday üretiminde ise ilk sırayı %38,7 ile İç Anadolu Bölgesi, ikinci sırayı %35.8 ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve üçüncü sırayı %12.9 ile Ege Bölgesi almaktadır (Anonim 2020).

Buğdayda verim ve kaliteyi olumsuz yönde etkileyen en büyük faktörler abiyotik ve biyotik faktörlerdir. Biyotik stres faktörlerinden olan patojenler bitkilerde hastalık oluşturarak verim ve kaliteyi önemli derecede etkilemekte ve ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bunlar arasında toprak kökenli patojenler en önemli grubu oluşturmaktadır. Türkiye buğday alanlarında kök ve kök boğazı hastalıklarına neden olan en yaygın ve önemli toprak kökenli funguslar *Fusarium* ve *Rhizoctonia* türleri olup, son yıllarda *Gaeumannomyces graminis*'in neden olduğu geçerten hastalığı da sorun oluşturmaktadır. *G. graminis* türünün hububat bitkilerinde hastalık oluşturan dört varyetesi bulunmaktadır. *Gaeumannomyces graminis* var. *avenae* (Turner) Dennis, buğday ve arpaya ek olarak yulafı da enfekte edebilmektedir (Turner 1940) ve ayrıca çim alanlarında 'take all patch' adı verilen yamalara sebep olmaktadır (Smiley et al. 2005, Walker 1981). *Gaeumannomyces graminis* var. *graminis* (Sacc.) Arx & D.L. Olivier ise tahıllarda zayıf patojendir veya patojenik karakterde değildir fakat çim, çeltik ve diğer sıcak iklim çimlerinde hastalık oluşturmaktadır (Datnoff 1993, Datnoff et al. 1997, Elliott et al. 1992, Krausz 1991) *Gaeumannomyces graminis* var. *maydis* en son tanımlanan varyetedir ve mısırdaki geçerten hastalığına neden olmaktadır, sorgum ve diğer tahılları da enfekte edebilmektedir (Yao et al. 1992).

Gaeumannomyces graminis var. *tritici* Walker (*Ggt*) ise buğday, arpa ve triticale'de geçerten ya da halk arasında 'Karabacak' olarak bilinen hastalığa sebep olmaktadır. Ana konukçusu buğday olmasına rağmen arpa, tritikale, çavdar, diğer tahıllarda ve çimlerde hastalık oluşturmaktadır ve dünyanın birçok yerinde buğday verimini etkileyen en önemli kök hastalıklarından biri olarak kabul edilmektedir (Cook 1992). Fungus bitki köklerini enfekte ederek tüm kök sistemini çürütüp yok edebilmektedir. Kök ve kökboğazı, kömür siyahı renk almakta ve bitki çekildiğinde kolaylıkla ele gelmektedir. Fungus yukarı doğru gövdeyi istila ederek bitkiyi geçertmektedir. Etmen bitkinin enfekteli kök ve gövdesinde yaşamaktadır. Enfeksiyon büyüme mevsimi boyunca devam etmektedir. Hastalık için en uygun toprak sıcaklığı 10-20 °C'dir. Hastalık etmeni fungus nötr ile alkali topraklarda, yamaç arazilerde, drenajı bozuk tarlalarda, azot ve fosfor bakımından zayıf topraklarda iyi gelişmektedir (Wiese 1998). Geçerten hastalığı Türkiye'de ilk olarak 1972 yılında Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde rapor edilmiştir (İren 1981). Daha sonra Sakarya (Aktaş et al. 1996)'da tespit edildiği bildirilmiştir. Son yıllardaki iklim değişikliği ve hastalığa hassas çeşitlerin ekilmesi ile hastalık İç Anadolu Bölgesi (Aktaş et al. 1999, Büyük et al. 2018, Tunalı et al. 2008) ve Trakya (Hekimhan 2010) bölgesine de yayılmış ve ciddi sorunlar oluşturmuştur.

Ggt'nin dünyada kimyasal mücadelesi kısıtlı ve zordur. Halihazırda Türkiye'de hastalığa karşı ruhsatlı bir bitki koruma ürünü bulunmamaktadır. Hastalığın buğdayda mücadele yapılmadığı takdirde %40'ın üzerinde ürün kaybına sebep olduğu bildirilmiştir (Genowati 2001). Kimyasal savaşımının kısıtlı olması ve kimyasalların zararlı etkileri nedeniyle bu hastalıkla alternatif mücadele yöntemleri önem kazanmıştır. Bu yöntemlerin en önemlilerinden birisi de hastalığa karşı dayanıklı çeşitlerin kullanılmasıdır.

Bu çalışmada Türkiye'de yaygın olarak yetiştirilen 16 ekmeklik 4 makarnalık buğday çeşidinin, *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*'ye karşı dayanıklılık durumları doğal enfeksiyon ile tarla koşullarında incelenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Çalışma 2018 ve 2019 yıllarında, Konya ve Tekirdağ illerinde daha önce yapılan sürvey çalışmalarında izolasyon ve teşhisler sonucunda etmen ile bulaşık olduğu tespit edilen (Büyük et al. 2018) iki tarlada yürütülmüştür. Bu tarlalarda önceki yıllarda da buğday ekimi yapıldığı belirlenmiştir. Çalışmada 16 ekmeklik (Bezostaja 1, Altay 2000, Dağdaş-94, Kınacı-97, Demir 2000, Gerek-79, Ekiz, Kenan Bey, Sönmez 2001, Karahan-99, İkizce-96, Konya 2002, Pehlivan, Bayraktar 2000, Esperia, Şanlı), 4 makarnalık (Kundurdu-1149, Mirzabey 2000, Kızıltan-91, Eminbey) ve *Ggt*'ye hassas olduğu bilinen Herward buğday çeşidi olmak üzere toplam 21 buğday çeşidi kullanılmıştır.

Çimlenme testleri

Çeşit reaksiyonu çalışmalarına başlamadan önce, çimlenme oranı yüksek ve temiz tohumları tespit etmek amacıyla çalışmada kullanılacak buğday çeşitlerine ait tohumlar çimlenme testlerine tabi tutulmuştur. Bu amaçla Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü'nden temin edilen 16 ekmeklik, 4 makarnalık olmak üzere 20 çeşide ait buğday tohumu örnekleri çimlenme yönünden test edilmiştir. Denemede kullanılan tohumlar %1'lik NaOCl'de 5 dk yüzeysel dezenfeksiyona tabi tutularak iki seri steril saf sudan geçirilip steril kurutma kağıtları üzerinde kurutulduktan sonra su agar içeren her bir petriye 10'ar tohum olacak şekilde toplam 3 petriye yerleştirilmiştir. Petriyer 25±1 °C'de 7-8 gün inkübasyona bırakılmıştır. Bu süre sonunda temiz ve çimlenme gücü yüksek tohumlar çeşit reaksiyonunda kullanılmak üzere ayrılmıştır.

Tarla koşullarında çeşit reaksiyonu çalışmaları

Çeşit reaksiyonu çalışmaları daha önce yapılan sürvey çalışmalarında (Büyük et al. 2018) *Ggt* etmeni ile yoğun bulaşık olarak tespit edilen Konya ve Tekirdağ illeri buğday ekili alanlarında kurulmuştur. Denemeler tesadüf blokları

deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur (Akgül 2008, Liddell et al. 1986, Wallwork et al. 2004, Wildermuth and McNamara 1994). Parsel büyüklükleri 2x1 metre olup, parseller arasında 50 cm emniyet şeridi bırakılmıştır. Ekimler elle yapılmıştır. Denemelerde 0,025 g/m² tohum ekilmiştir.

Hastalık değerlendirmeleri

Bitkiler tam olum dönemi sonunda iken her parselden tesadüfen seçilen 25 bitki olmak üzere toplam 100 bitki kökleri ile sökülülmüştür. Sökülen bitki kökleri musluk suyu altında yıkanmıştır. Değerlendirmeler Çizelge 1'de verilen 0-4 skalasına ve Şekil 1'de verilen lezyon skalasına (EPPO 2008) göre yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar ile Townsend Heuberger formülü [Hastalık Şiddeti (%) = $\Sigma(n \times V / Z \times N) \times 100$, n: skalada farklı hastalık derecesine giren bitki sayısı; V: skala değeri; Z: en yüksek skala değeri; N: gözlem yapılan toplam bitki sayısı] kullanılarak hastalık şiddeti değerleri belirlenmiştir. Hastalıklı bitkilerden Büyük et al. (2018)'a göre reizolasyon çalışmaları yapılmıştır.

İstatistiki olarak yapılan değerlendirmeler SPSS21 paket programından yararlanılarak yapılmıştır. Varyans analizi uygulanan karakterler arasında belirlenmiş ise de, farklılıkların önem derecelerine göre sıralamaları için Tukey testinden yararlanılmıştır.

Çizelge 1. Hastalık değerlendirmesinde kullanılan 0-4 skalası (EPPO 2008)

Table 1. 0-4 scale used in evaluation of disease (EPPO 2008)

Hastalıklı enfekteli kök (%)	Tanım
0	Sağlam (belirti yok) (%0)
1	Köklerin %1-10'u enfekteli
2	Köklerin %11-30'u enfekteli
3	Köklerin %31-60'ı enfekteli
4	Köklerin %61-100'ü enfekteli

*0-2 arası R (dayanıklı), 2-MR (orta dayanıklı), 3-MS (orta hassas), 4-S (hassas)



Şekil 1. Hastalık değerlendirmesinde kullanılan lezyon skalası (EPPO 2008)

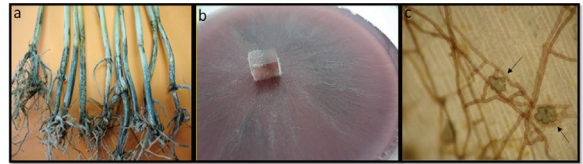
Figure 1. Lesion scale used in evaluation of disease (EPPO 2008)

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Konya ve Tekirdağ illerinde yürütülen çalışmalardan elde edilen verilere uygulanan varyans ve Tukey testi analizi sonucunda lokasyonxçesit interaksyonu tespit

edilmiştir. 2018 yılında Tekirdağ ilinde yapılan çalışmalarda değerlendirme yapılmasına rağmen (Çizelge 2), 2019 yılında deneme alanında çalışmanın yürütüldüğü süre içerisinde yeterli hastalık şiddeti oluşmadığından değerlendirme yapılmamıştır. Çesit reaksiyonu değerlendirmeleri iki yıl üst üste Konya ilinde yapılan deneme sonuçları dikkate alınarak yapılmıştır (Çizelge 2).

Denemeler sonucunda 7 çesit hastalığa orta dayanıklı bulunurken hastalığa tam olarak dayanıklı bir çesit bulunamamıştır. Şanlı, Gerek, Kınacı, Bezostaja, Mirzabey, Dağdaş ve Karahan çesitleri her iki yılda da (2018 ve 2019) düşük hastalık şiddeti göstererek skalada orta dayanıklı (MR) değeri almıştır. Demir, Altay, Sönmez, Kızıltan, Eminbey, Kenanbey, Kunduru, Pehlivan çesitleri her iki yılda da yüksek hastalık şiddeti göstererek (MS) orta hassas reaksiyon tipi değerlerini göstermişlerdir (Çizelge 2). Konya, Bayraktar ve Ekiz çesitleri ise 2018 yılında yapılan çalışmada orta hassas (MS) reaksiyon gösterirken, 2019 yılında yapılan çalışmada orta dayanıklı (MR) reaksiyon göstermiştir. İkizce çesidi ise 2018 yılında orta hassas (MS), 2019 yılında ise hassas (S) reaksiyon göstererek hastalığa en hassas çesit olarak tespit edilmiştir. Ayrıca deneme tarlalarındaki hastalıklı bitkilerden reizolasyonlar yapılmış ve hastalık teyit edilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Deneme kurulan tarlalardaki hastalıklı bitki örnekleri (a), fungusun koloni yapısı (b), hif ve hypopodium yapıları (c)
Figure 2. Infected plant samples in trial fields (a), fungal colony structure (b), hyphae and hypopodium structures (c)

Ülkemizde Ggt'nin buğday ve konukçusu olduğu diğer bitkilerdeki çesit reaksiyonu ile ilgili bir çalışma bulunmamaktadır. Dünyada ise bu konuda çok az çalışma mevcuttur ve şu ana kadar bu hastalığa karşı buğdayda dayanıklı bir çesit bulunamamıştır (Cook and Naiki 1982, Hornby et al. 1998, Weller et al. 2002). Son yıllarda yapılan çalışmalarda "Watkins 1190777" isimli bir ticari buğday çesidinin hastalığa orta derecede dayanıklı olduğu bildirilmektedir. Ayrıca "Gerald" yulaf çesidinin ve "Carotop" çavdar çesidinin hastalığa karşı dayanıklı, "Trilogie" tritikale çesidinin ise orta derecede dayanıklı olduğu bildirilmiştir (McMillan et al. 2014, Osborne et al. 2018). İranda yapılan bir çalışmada 333 ekmeklik buğday genotipinin etmene karşı reaksiyonları sakı çalışmaları ile test edilmiş ve sadece 5 genotip dayanıklı reaksiyon göstermiştir. Çalışmada kışlık buğdayların yazlık buğdaylara oranla hastalığa karşı daha dayanıklı reaksiyon

Çizelge 1. Konya ilinde 2018 ve 2019 yılları üretim sezonlarında gerçekleştirilen çeşit reaksiyon çalışmaları sonucunda tespit edilen hastalık şiddeti ve reaksiyon tipleri

Table 1. Disease severity and reaction types determined as a result of varietal reaction studies carried out in the production seasons of 2018 and 2019 in Konya province

Buğday çeşitleri	N	Hastalık şiddeti (%)					
		Reak. Tipi	Ortalama±Std. Hata (min-mak)		Reak. Tipi	2018 Konya	2019 Konya
1 Konya 2002	4	MS	49,50±3,50 bcde* (41,00-57,00) A**	MR	29,75±8,34 efgh (14,00-53,00)B	39,62±5,61 de (14,00-57,00)	22,50±5,95 (8,00-36,00)
2 Bayraktar 2000	4	MS	58,75±8,44 b (37,00-74,00) A	MR	18,25±2,13 hı (13,00-23,00)B	38,50±8,64 def (13,00-74,00)	21,75±2,29 (15,00-25,00)
3 Demir 2000	4	MS	35,50±3,40 defg (27,00-41,00) A	MS	33,00±1,14 efg (29,00-35,00)A	34,25±17,70 efghı (27,00-41,00)	9,75±2,69 (3,00-15,00)
4 Ekiz	4	MS	42,75±5,07 de (33,00-56,00) A	MR	27,00±3,18 efghı (18,00-33,00)B	34,87±4,06 efgh (18,00-56,00)	23,00±4,10 (15,00-34,00)
5 Şanlı	4	MR	15,50±1,85 ı (12,00-20,00) A	MR	20,25±9,46 ghı (19,00-23,00)A	17,87±13,15lm (12,00-23,00)	33,00±3,49 (25,00-41,00)
6 Gerek-79	4	MR	17,75±2,06 hı (13,00-23,00) A	MR	21,00±8,16 ghı (19,00-23,00)A	19,37±19,67 klm (13,00-23,00)	10,50±3,93 (2,00-19,00)
7 Altay 2000	4	MS	34,75±3,09 efg (26,00-40,00) A	MS	39,00±2,34 cde (33,00-44,00)A	36,87±19,67 efg (26,00-40,00)	34,25±1,89 (29,00-38,00)
8 Kızıltan-91	4	MS	53,75±1,11bc (52,00-57,00) A	MS	47,75±2,49 c (43,00-53,00)A	50,75±16,98 c (43,00-57,00)	18,25±1,65 (15,00-22,00)
9 Kınacı-97	4	MR	14,75±1,97 ı (10,00-18,00) A	MR	15,75±1,60 ı (13,00-19,00)A	15,25±11,91m (10,00-19,00)	22,50±3,75 (13,00-29,00)
10 Bezostaja 1	4	MR	23,25±4,15 ghı (12,00-30,00) A	MR	26,75±6,58 efghı (13,00-42,00)A	25,00±3,66 jkl (12,00-42,00)	17,50±4,63 (10,00-31,00)
11 Mirzabey 2000	4	MR	25,75±1,93 fghı (22,00-30,00) A	MR	24,75±2,28 fghı (19,00-30,00)A	25,25±13,98 jkl (19,00-30,00)	28,75±2,84 (25,00-37,00)
12 Sönmez 2001	4	MS	40,25±1,18 cdef (37,00-42,00) A	MS	35,00±3,85 def (28,00-46,00)A	37,62±21,12 defg (28,00-46,00)	15,00±4,78 (8,00-29,00)
13 Dağdaş-94	4	MR	25,75±1,93 fghı (22,00-30,00) A	MR	27,50±3,86 efghı (19,00-35,00)A	26,62±20,25 ijk (19,00-35,00)	6,25±1,70 (3,00-11,00)
14 Esperia	4	MR	25,50±2,06 fghı (22,00-30,00) B	MS	36,25±4,87 cdef (23,00-46,00) A	30,87±31,81fghı (22,00-46,00)	17,75±1,89 (15,00-23,00)
15 Karahan-99	4	MR	26,25±1,44 fghı (22,00-28,00) A	MR	28,00±2,19 efghı (23,00-33,00) A	27,12±12,59 hijk (22,00-33,00)	9,50±1,19 (7,00-12,00)
16 Kenan Bey	4	MS	38,50±2,72 cdefg (32,00-43,00) A	MS	32,75±4,60 efg (23,00-44,00)A	29,37±25,62ghij (23,00-44,00)	16,50±2,02 (13,00-22,00)
17 Kunduru-1149	4	MS	46,50±2,33 bcde (42,00-51,00) A	MS	36,25±3,19 cdef (43,00-53,00) A	37,37±19,90 defg (42,00-53,00)	23,00±4,49 (13,00-32,00)
18 Pehlivan	4	MS	33,75±2,25 efgh (30,00-39,00) B	MS	48,75±4,55 efg (43,00-53,00)A	47,62±16,46c (30,00-53,00)	31,75±3,12 (28,00-41,00)
19 Eminbey	4	MS	51,75±4,91 bc (42,00-64,00) A	MS	32,25±4,02c (24,00-43,00)B	33,00±21,54efghij (24,00-64,00)	29,25±4,64 (21,00-40,00)
20 İkizce-96	4	MS	44,00±3,63 bcde (34,00-51,00) B	S	63,50±5,48 cd (48,00-73,00)A	65,37±28,65b (34,00-73,00)	17,00±5,07 (8,00-30,00)
21 Hereward (Hassas kontrol)	4	S	84,25±2,32 a (78,00-89,00) A	S	78,75±4,66a (69,00-89,00)A	50,25±31,49c (69,00-89,00)	36,25±3,09 (29,00-44,00)

gösterdiği belirtilmiştir (Vazvani et al. 2017). Çalışmamızda ise 16 adet ekmeçlik 4 adet makarnalık buğday çeşitlerinde 2017-2019 yıllarında doğal enfeksiyon ile tarla koşullarında yapılan denemelerde *Gg1*'ye dayanıklı bir çeşit bulunamamıştır. Chng et al. (2005) tarafından Yeni Zelandada yapılan bir çalışmada ise *Avena fatua* (yabani yulaf) ve *Cynosurus cristatus*, *Cynodon*

dactylon ve *Paspalum dilatatum* çim çeşitleri hastalığa karşı dayanıklı reaksiyon göstermiştir. Yine Yeni Zelandada yapılan bir başka çalışmada, ülkenin 12 yerel çeşidinin doğal olarak bulaşık ve suni inokulasyon yoluyla bulaştırılmış tarlalarda, 3 yıl boyunca *Gg1*'ye reaksiyonu ve verim kayıpları araştırılmış ve *Gg1*'ye dayanıklı bir çeşit bulunamamıştır. Ancak toleransdaki

çeşitlilik, yetiştiricilere çeşit seçiminde katkıda bulunmuştur. Ayrıca yapılan çalışmada 'Starfire', 'Oakley' ve 'Sage' çeşidi ekilen topraklar, hasattan sonra inokulumun en az birikmesine neden olmuştur. Bu nedenle bu çeşitlerin bu yönüyle çiftçilere önerilebileceği kanısına varılmıştır (Van Toor et al. 2016). İngilterede 5 yıl boyunca yürütülen bir saha çalışmasında, Türkiye dahil dünyadaki birçok ülkeden elde edilen 34 adet eski (atasal) diploid buğday çeşidi *Triticum monococcum* (A genome), *G. graminis* var. *tritici* (*Ggt*)'ye karşı tarla koşullarında denemeye alınmıştır. Çalışma sonucunda hastalığa karşı dayanıklılık düzeyi yüksek olan yedi (7) *T. monococcum* tespit edilmiştir. Diğer tüm çeşitler hassas bulunmuş ya da yıllar boyunca tutarlı bir fenotip göstermemiştir. Çalışmada ayrıca *T. monococcum* çeşidi içerisinde birden fazla genetik dayanıklılık kaynağının var olabileceği kanısına varılmıştır. *T. monococcum*'ün yüksek hastalık riski durumlarında *T. aestivum*'ün performansını arttırmak için kullanılacak, hastalığa karşı genetik bir dayanıklılık kaynağı sağlayabileceği belirtilmiştir. Çalışmada, bu sonucun hastalığın ekonomik ve sürdürülebilir genetik kontrolünü elde etmek için son derece değerli bir veri olduğu sonucuna varılmıştır (McMillan et al. 2014). Buğdayda 'Göçerten' hastalığına karşı dayanıklı çeşitleri tespit edebilmek amacıyla Litvanyada 324 kışlık buğday çeşit ve hattı kullanarak yapılan 3 yıllık bir çalışmada ise 2 kışlık buğday çeşidi hastalığa karşı dayanıklı bulunmuştur (Liatukas et al. 2010).

Dünyada yapılan çeşit reaksiyonlarının tespiti ile ilgili çalışma sonuçları incelendiğinde, mevcut kültürü yapılan buğday çeşitlerinin büyük bir çoğunluğunun *Ggt* türlerine hassas olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak ülkemizde özellikle yağışın olduğu, sulanan ve taban arazilere sahip bölgelerde önceki yıllarda hastalık görüldüyse *Ggt* hastalığına dayanıklılık açısından Şanlı, Gerek-79, Kınacı-97, Bezostaja 1, Mirzabey 2000, Dağdaş-94, Karahan-99 çeşitleri çiftçilere önerilebilir. Ayrıca bu çeşitler ıslah çalışmalarında ve hastalığa dayanıklılığı amaçlayan gen belirleme çalışmalarında donör olarak kullanılabilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından desteklenmiştir (Proje No: TAGEM-BS-12 / 12-06 / 02- 04).

ÖZET

Bu çalışma buğdayda göçerten hastalığına sebep olan *Gaeumannomyces graminis* [Sacc.] Arx & Oliver var. *tritici* [J. Walker])'ye karşı bazı buğday çeşitlerinin reaksiyonlarını belirlemek amacıyla 2018 ve 2019 yıllarında Konya ve Tekirdağ illerinde doğal enfeksiyon ile tarla koşullarda yürütülmüştür. Çalışmada 16 ekmeçlik ve 4 makarnalık buğday çeşidinden oluşan 20 buğday çeşidinin hastalığa karşı reaksiyonları test

edilmiştir. Çalışma sonucunda, Şanlı, Gerek-79, Kınacı-97, Bezostaja 1, Mirzabey 2000, Dağdaş-94, Karahan-99 çeşitleri hastalığa orta dayanıklı (MR) reaksiyon gösterirken, Demir 2000, Altay 2000, Sönmez 2001, Kızıltan-91, Eminbey, Kenan Bey, Kunduru 1149 ve Pehlivan çeşitleri ise orta hassas (MS) reaksiyon göstermişlerdir. İkizce 96 çeşidi ise hastalığa en hassas çeşit bulunmuştur. Hastalığa dayanıklı çeşit bulunamamıştır. Hastalığın yoğun görüldüğü alanlarda orta dayanıklı olarak belirlenen çeşitler tercih edilebilir.

Anahtar kelimeler: *Gaeumannomyces graminis*, buğday, göçerten, çeşit reaksiyonu

KAYNAKLAR

Akgül D.S., 2008. Çukurova bölgesi buğday ekim alanlarında kök, kökboğazı ve sap çürüklüğü hastalığının durumu, bazı buğday çeşitlerinin hastalığa karşı reaksiyonları, farklı gübreleme pratikleri ve fungusit uygulamalarının hastalık gelişimine etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 107 s.

Aktaş H., Bostancı H., Tunali B., Bayram E., 1996. Sakarya yöresinde buğday kök ve kökboğazı çürüklüğüne neden olan hastalık etmenlerinin belirlenmesi ve bu etmenlerinin buğday yetiştirme teknikleri ile ilişkileri üzerine araştırmalar. Bitki Koruma Bülteni, 36 (3-4), 151-167.

Aktaş H., Kınacı E., Yıldırım A.F., Sayın L., Kural A., 1999. Konya yöresinde hububatta sorun olan kök ve kök boğazı çürüklüğü etmenlerinin hububatta verim komponentlerine etkileri ve mücadelesi üzerine araştırmalar. Orta Anadolu'da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu, 8-11 Haziran, Konya, 392-403.

Anonim 2020. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr/jsp/duyuru/upload/vt/vt.htm> (Erişim tarihi: 12.05.2020).

Büyük O., Turgay E.B., Yıldırım E.B., Ölmez F., Babaroğlu E.N. 2018. Ankara, Eskişehir ve Konya illerinde göçerten hastalığı [*Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) Arx & Oliver var. *tritici* Walker]'nın yaygınlığı ve bazı buğday çeşitlerinin hastalığa reaksiyonları. Bitki Koruma Bülteni, 58 (3), 5-6.

Chng S.F., Cromey M.G., Butler R.C., 2005. Evaluation of the susceptibility of various grass species to *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*. New Zealand Plant Protection, 58, 261-267.

Cook R.J., 1992. Wheat root health management and environmental concern. Canadian Journal of Plant Pathology, 14 (1), 76-85.

Cook R.J., Naiki T., 1982. Virulence of *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* from fields under short-term and long-term wheat cultivation in the Pacific Northwest, U.S.A. Plant Pathology, 31 (3), 201-207.

- Datnoff L.E., 1993. Black sheath rot caused by *Gaeumannomyces graminis* var. *graminis* on rice in Florida. *Plant Disease*, 77 (2), 210.
- Datnoff L.E., Elliott M.L., Krausz J.P., 1997. Cross pathogenicity of *Gaeumannomyces graminis* var. *graminis* from bermudagrass, St. Augustinegrass, and rice in Florida and Texas. *Plant Disease*, 81 (10), 1127-1131.
- Elliott M.L., Hagan A.K., Mullen J.M., 1992. Association of *Gaeumannomyces graminis* var. *graminis* with a St. Augustinegrass root rot disease. *Plant Disease*, 77 (2), 206-209.
- EPPO 2008. Take-all of cereals (*Gaeumannomyces graminis*). EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization) efficacy evaluation of fungicides bulletin, 38 (3), 316-318.
- Genowati I., 2001. Take-all in wheat: PCR identification of the pathogen and the interactions amongst potential biological control agents. Virginia Polytechnic and State University, (M.Sc.), Blacksburg, VA, 67 p.
- Hekimhan H., 2010. Trakya bölgesinde buğdaylarda kök ve kökboğazı çürüklüğüne neden olan fungal etmenler ve patojenisitelerini etkileyen bazı faktörler üzerine araştırmalar. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Konya, 134 s.
- Hornby D., Bateman G.L., Gutteridge R.J., Lucas P., Osbourn A., Ward E., 1998. Take-all disease of cereals: a regional perspective. Wallingford, UK: CAB International, 384 p.
- İren S. 1981. Wheat diseases in Turkey. EPPO Bulletin, 11 (2), 47-52.
- Krausz J.P., 1991. Take-all patch suspected in Texas warm-season turf. *Southern Turf Management*, 2 (12), 12.
- Liatukas Z., Ruzgas V., Razbadauskiene K., 2010. Take-all resistance of Lithuanian winter wheat breeding lines. *Agronomy Research (Special Issue III)*, 653-662.
- Liddell C.M., Burgess L.W., Taylor P.J.W., 1986. Reproduction of crown rot of wheat caused by *Fusarium graminearum* group 1 in the greenhouse. *Plant Disease*, 70 (7), 632-635.
- McMillan V.E., Gutteridge R.J., Hammond-Kosack K.E., 2014. Identifying variation in resistance to the take-all fungus, *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*, between different ancestral and modern wheat species. *BMC Plant Biology*, 14, 212.
- Osborne S.J., McMillan V.E., White R., Hammond-Kosack K.E., 2018. Elite UK winter wheat cultivars differ in their ability to support the colonization of beneficial root-infecting fungi. *Journal of Experimental Botany*, 69 (12), 3103-3115.
- Smiley R.W., Dernoeden P.H., Clarke B.B., 2005. Compendium of turfgrass diseases. American Phytopathological Society, 3rd edition, September 28, 2005, 167 p.
- Tunali B., Nicol J.M., Hodson D., Uçkun Z., Büyük O., Erdurmuş D., Hekimhan H., Aktaş H., Akbudak M.A., Bağcı S.A., 2008. Root and crown rot fungi associated with spring, facultative, and winter wheat in Turkey. *Plant Disease*, 92 (9), 1299-1306.
- Turner E.M., 1940. *Ophiobolus graminis* Sacc. var. *avenae* var. N., as the cause of take all or whiteheads of oats in Wales. *Transactions of the British Mycological Society*, 24, 269-281.
- Van Toor R.F., Butler R.C., Braithwaite M., Bienkowski D., Qiu W, Chng S.F., Cromey M.G., 2016. Pathogenicity of *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* increased by nitrogen applied to soil to enhance the decomposition rate of wheat residues. *New Zealand Plant Protection*, 69, 111-119.
- Vazvani M., Dashti H., Saberi R., Bihamta M., 2017. Screening bread wheat germplasm for resistance to take-all disease (*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*) in greenhouse conditions. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 19, 1173-1184.
- Walker J., 1981. Taxonomy of take-all fungi and related genera and species In: *Biology and control of take-all*. Asher., M.J.C., Shipton, P.J., (Eds.). London, UK, Academic Press, 15-74.
- Wallwork H., Butt M., Cheong J.P.E., Williams K.J., 2004. Resistance to crown rot in wheat identified through an improved method for screening adult plants. *Australian Plant Pathology Society*, 33, 1-7.
- Weller D.M., Raaijmakers J.M., McSpadden-Gardener B.B., Thomashow L.S., 2002. Microbial populations responsible for specific soil suppressiveness to plant pathogens. *Annual Review of Phytopathology*, 40, 309-348.
- Wiese M.V., 1998. Compendium of wheat diseases. Second Edition, APS Pres, St. Paul, MN, 112 pp.
- Wildermuth G.B., Mcnamara R.B., 1994. Testing wheat seedlings for resistance to crown rot caused by *Fusarium graminearum* Group 1. *Plant Disease*, 78 (10), 949-953.
- Yao J.M., Wang Y.C., Zhu Y.G., 1992. A new variety of the pathogen of maize take-all. *Acta Mycologica Sinica*, 11, 99-104.
- Cite this article: Büyük O, Ünal F. (2021). Determination of the reactions of some wheat cultivars against *Gaeumannomyces graminis* [Sacc.] Arx & Oliver var. *tritici* [J. Walker] which causes take all disease on wheat. *Plant Protection Bulletin*, 61-2. DOI: 10.16955/bitkorb.831369
- Atf için: Büyük O, Ünal F. (2021). Bazı buğday çeşitlerinin Buğdayda göçerten hastalığına sebep olan *Gaeumannomyces graminis* [Sacc.] Arx & Oliver var. *tritici* [J. Walker]’ye karşı reaksiyonlarının belirlenmesi. *Bitki Koruma Bülteni*, 61-2. DOI: 10.16955/bitkorb.831369

Bitki Koruma Bülteni / Plant Protection Bulletin

<http://dergipark.gov.tr/bitkorb>

Original article

Investigation of susceptibility of some apricot cultivars to shot-hole [*Stigminta carpophila* (Lev.) M.B. Ellis] disease under natural inoculum conditions

Bazı kayısı çeşitlerinin [*Stigminta carpophila* (Lev.) M.B. Ellis] yaprak delen hastalığına karşı doğal inokülasyon koşullarında duyarlılığının araştırılması

Suat KAYMAK^{a*}, Yusuf ÖZTÜRK^b, Ayse UYSAL MORCA^a, Hakkı KOÇAL^c, Şeyma Reyhan ERDOĞAN^d

^aGeneral Directorate of Agricultural Research and Policies, Ankara, Turkey

^bSarayönü District Directorate of Agriculture and Forestry, Konya, Turkey

^cFruit Research Institute, Isparta, Turkey

^dWest Mediterranean Agricultural Research Institute, Antalya, Turkey

ARTICLE INFO

Article history:

DOI: [10.16955/bitkorb.850246](https://doi.org/10.16955/bitkorb.850246)

Received : 31-12-2020

Accepted : 12-02-2021

Keywords:

apricot, cultivars, disease, shot-hole, *Stigminta carpophila*

* Corresponding author: Suat KAYMAK

✉ suatkaymak43@hotmail.com

ABSTRACT

Shot hole, caused by *Stigminta carpophila* (Lev.) M.B. Ellis, is a major fungal disease for apricots and it causes serious economic loss in Turkey. To protect apricots from the various destructive effects of the shot hole disease, excessive fungicide is used, which may lead to severe damage in ecosystem. One of the most beneficial alternative ways to minimize or eradicate hazardous effects of fungicides is to use resistant/moderately resistant varieties. This study was conducted to examine the susceptibility of 9 domestic and 10 foreign (in total 19) apricot cultivars to shot-hole disease in 2014 and 2015. The cultivars were tested under natural inoculation and no fungicide was applied in the trial. Disease symptoms were observed separately on fruits and leaves. Analysis of leaves showed that cultivars named Çağataybey (32.30%), Sakit-7 (26.30%), and Şekerpare (25.03%) had the highest levels of disease severity while cultivars named Wilson Delicious (11.41%), Ivonne Liverani (12.54%), and Borsi Rozsa (14.35%) had the lowest levels. Findings of fruit evaluations demonstrated that the highest levels of disease severity were found on cultivars named Şekerpare (50.87%), Sakit-7 (50.15%) and Sakit-2 (49.85%) while the lowest levels were found on cultivars named Aprikoz (17.45%), Zard (17.69%), and Hasanbey (21.28%). Statistical analysis between leaf and fruit disease severities illustrated a moderate positive correlation. However, no statistical difference was observed between leaf and fruit disease severities in ripening periods. Disease severity levels for fruits and leaves of foreign cultivars were lower than those of domestic cultivars. Determination of disease resistances of domestic-foreign apricot cultivars with high fruit quality is thought to provide a great advantage in selecting the parents to be used as a source of resistance in breeding studies.

INTRODUCTION

Shot-hole disease, caused by the fungus *Stigmina carpophila* (Lev.) M.B. Ellis (Synonym=*Wilsonomyces carpophilus*), affects stone fruits (peach, nectarine, apricot, plum, and cherry), causing serious economic loss worldwide (Ivanova et al. 2012). From these stone fruits, apricot is one of the most economically important plants. Besides, it is widely produced in various locations thanks to its enormous adaptation capability to different ecological conditions. Recently, almost 4.083.861 tons of apricots have been grown worldwide. Turkey is the leading producer, accounting for 846.606 tons of world production (Anonymous 2019).

Despite the use of intensive fungicide for serious infections, it is difficult to control shot-hole disease especially in certain years, depending on the climatic conditions. As a result of the intensive use of fungicide applications, production costs increase and both human health and the environment are under threat. Therefore, the use of resistant cultivars is an important way of controlling the shot-hole disease. In the control of shot-hole disease, the use of copper fungicides significantly reduced the amount of inoculum density and prevented the occurrence of infections (Ilicic et al. 2019).

The fungal pathogen can infect buds, twigs, leaves, blossoms, and fruits of host plant -apricot. The disease is most harmful in the cool and humid periods, extending to the spring. However, it can occur at any time in prolonged rainy weather and can cause damage in all seasons (Evans et al. 2008, Yousefi and Shahri 2014). Shot hole disease symptoms observed on leaves are small reddish or purplish spots, with yellow halo bordering spots. In late stages of the disease, these spots drop out (Ivanova et al. 2012). Shot hole disease symptoms observed on fruits are large and rough, scab-like spots on the fruit skin, causing the skin to crack and ooze. The fungal pathogen overwinters as mycelium or conidia (in temperate climates) on the bark surface of dormant buds (EPPO 2004).

The shot hole is a destructive disease for apricots at humid and cool conditions (Ivanova et al. 2012). The incidence of this disease is 74% in Turkey (Sarac 2018). In recent years, the incidence of shot-hole disease has been increasing because of enlargement of its growing areas and global warming.

Control of the disease is mainly based on cultural practices (destruction of infected plant debris) and fungicide applications (fungicide sprays at leaf when it falls in autumn, before bud break in the spring, and at immature fruit stage) (EPPO 2004, Asma et al. 2017). However, fungicide applications increase production costs and pose a serious risk both for environment and human health. To minimize economic loss caused by shot-hole disease and reduce fungicide application, it is necessary to use disease-resistant / (moderately resistant) cultivars.

The use of resistant varieties is important in the fight against economically important diseases and pests (Mitre et al. 2015). Shahri et al. (2014) conducted a study on determining the resistance of apricot varieties against shot hole disease in Iran. This study suggested that four cultivars (Lasjerdy, Shahroudi29, Shahroudi51 and Ghazi Gahani) be used for apricot production as resistant sources of breeding materials. No study has been conducted on determining disease-resistant cultivars against shot hole disease in apricot in Turkey. This is the first study on examining resistance of apricot against shot hole disease in Turkey.

This study was carried out to determine the susceptibility of some apricot cultivars against shot hole disease caused by *S. carpophila*, one of the most important fungal diseases of stone fruits, especially apricot.

MATERIALS AND METHODS

Apricot cultivars and orchard

In this study, 9 domestic and 10 foreign (in total 19) apricot cultivars were used in Eğirdir Fruit Research Institute, Ministry of Agriculture and Forestry, Republic of Turkey. These cultivars were (i) nineteen cultivars of apricot including three early ripening (Canino, Feriana and F. De Colomer), (ii) seven middle ripening cultivars (Aprikoz (İğdır), Şekerpare, Wilson Delicious, Harcot, Ivonne Liverani, Çağataybey, and Early Gold), and (iii) nine late-ripening cultivars (Ethembey, Hacıkız, Hasanbey, Roksana, Sakıt-2, Sakıt-6, Sakıt 7, Zard and Borsi Rozsa), all of which had a better yield and horticultural characteristics. They were tested against *S. carpophila* (Table 1). No

Table 1. Using 9 domestic and 10 foreign (in total 19) apricot cultivars in reaction tests

Cultivar name	Harvest Period
Aprikoz (İğdır)	Middle ripening
Canino	Early ripening
Ethembey	Late ripening
Feriana	Early ripening
Hacıkız	Late ripening
Hasanbey	Late ripening
Precoce de Colomer	Early ripening
Roksana	Late ripening
Sakit-2	Late ripening
Sakit-6	Late ripening
Sakit-7	Late ripening
Şekerpare	Middle ripening
W.Delicious	Middle ripening
Harcot	Middle ripening
I. Liverani	Middle ripening
Çağataybey	Middle ripening
Zard	Late ripening
K.Rozsa	Late ripening
Early Gold	Middle ripening

fungicide applications were done against disease during the experiment. This study was carried out in 2014-2015. Experiments were conducted under natural infection conditions. All cultivars were performed in a completely randomized plot design with 4 replicates for each tree.

Disease evaluation

Disease evaluations were made on fruits and leaves separately. The percentage of infection ratio and the number of available spots on the leaves of cultivars were tested randomly in a total of 100 leaves according to a 1-5 scale (Table 2). In addition, the percentage of infection ratio and the number of available spots on the fruits of cultivars were tested randomly in a total of 20 fruits according to a 1-4 scale (Table 3). Natural inoculation assessments were performed at the beginning of leaf and fruit formation (Ioana et al. 2012). The percentage of disease severity in leaves and fruits was calculated according to the Townsend and Heuberger formula (1943) based on scale values obtained by reaction tests of apricot cultivars. The method used to determine the shot-hole disease infections was based on visual observation, considering the signs and symptoms shown by infected leaves and fruits. The symptoms observed on the apricot cultivars were noted. Resistance levels were grouped according to disease severity rates. The groups were 0–1% resistant; less than 25% less susceptible; between 25–50% susceptible, more than 50% more susceptible (Pauwels and Keulemans 2000, Kaymak et al. 2016).

Table 2. The scale used for the evaluation on leaves of the shot-hole disease

Scale	Description
0	No spot
1	1–7 shots or spots
2	8–15 shots or spots
3	More than 15 shots or spots
4	Half of the torn leaf, shredded the other half intact or covered with small holes in the leaves
5	Each side of the leaf is filled with more than 1 cm or larger holes or tears

Table 3. The scale used for the evaluation on fruits of the shot-hole disease

Scale	Description
0	No spot
1	Smaller than 5 mm up to 5 spots
2	Greater than 5 mm up to 5 or more than 5 pieces smaller than 5 mm spot
3	5 pieces more spot greater than 5 mm
4	More than half of the leaf-covered with spots

Statistical analyses

Statistical analyses were made by SPSS 16 (IBM Corp., Armonk) software package programme. Data was obtained from disease severity scales and reaction test findings of each apricot. By variance analysis (ANOVA), the results were evaluated to determine whether there is a significant variation within and among the cultivars.

RESULTS AND DISCUSSION

Shot hole disease, caused by *S. carpophila*, is one of the most commonly seen diseases in the apricot orchards in Turkey (Sipahioglu et al. 1999, Özgönen and Erkilic 2001, Sarac 2018). The disease attacks both leaves and fruits. In case of severe leaf infections as a result of shot-hole disease, energy production system of apricot may collapse. The disease can noticeably reduce the quality of fruits, which may lead to serious economic loss. The leaf and fruit symptoms of the shot-hole disease were given in Figure 1. In this context, some apricot varieties which are resistant or susceptible to shot-hole disease have been phenotypically identified in this study.



Figure 1. Symptoms of the disease shot-hole on the fruit and leaf

In this study, it is shown that since the first infections of shot-hole disease begin on the young leaf, apricot cultivars reactions against leaf infections are important. The average leaf infections of apricot varieties depending on early, middle and late ripening periods were given in Figure 2

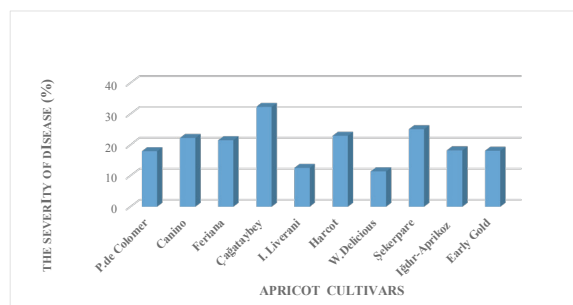


Figure 2. Mean disease severity rates (%) on the leaf of apricot early and middle ripening cultivars

and Figure 3. Regarding leaf infections, the lowest disease severities were determined to be Wilson Delicious, Ivonne Liverani, which are middle ripening cultivars, and Borsi Rozsa, a late ripening cultivar. Therefore, these cultivars with low infections can be suggested for breeding programs.

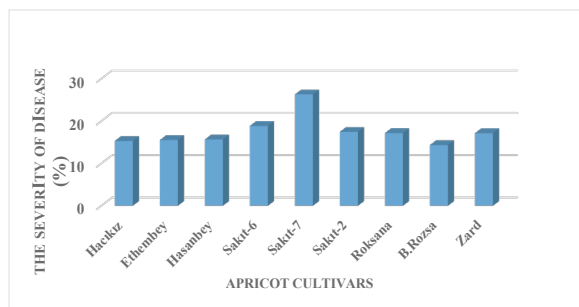


Figure 3. Mean disease severity rates (%) on the leaf of apricot early and middle ripening cultivars

In this study, 19 different cultivars were tested against shot-hole disease. The percentage of disease severity on leaves and fruits of apricot cultivars was evaluated under natural inoculation conditions in 2014 and 2015. The results of the study demonstrated that commercial cultivars had different levels of reactions, ranging from less susceptible to susceptible. Homogeneous test was conducted with disease severity on leaves and fruits of cultivars between 2014 and 2015 years. It has been considered that disease severity rates show a homogeneous distribution over the years.

For each apricot cultivar, the disease severities on the leaves were 32.30% (Çağataybey), 26.30% (Sakit-7), 25.03% (Şekerpare), 22.89% (Harcot), 22.18% (Canino), 21.44% (Feriana), 18.86% (Sakit-6), 18.25% (Aprikoz), 18.12% (Early Gold), 17.97% (Precoce de Colomer), 17.47% (Sakit-2), 17.17% (Roksana), 17.14% (Zard), 15.66% (Hasanbey), 15.53% (Ethembey), 15.335 (Hacıkız), 14.35% (Borsi Rozsa), 12.54% (I. Liverani) and 11.41% (W. Delicious), respectively. According to the study reported by Grantina-Ievina and Stanke (2015), the average incidence of shot-hole disease was 41% in diploid plums and 80% in European plums, while the average severity was in 9 and 15%, respectively. Mitre et al. (2015) reported that plum cultivars named Top End, Jojo, Tophit, Toptaste, Nectarina rosie and Topfirst were slightly attacked by *S. carpophila* (5.3-7.3% attack degree). Results of these studies are in parallel with our findings.

In the study, among the apricot cultivars, the disease severities on fruit were 50.87% (Şekerpare), 50.15% (Sakit-7), 25.03% (Şekerpare), 22.89% (Harcot), 22.18% (Canino), 21.44% (Feriana), 49.85% (Sakit-2), 49.57% (Sakit-6), 47.02% (Ethembey), 43.66% (Harcot), 40.08% (Çağataybey), 37.78%

(Roksana), 37.58% (Borsi Rozsa), 36.74% (P. de Colomer), 35.96% (W. Delicious), 34.47% (Early Gold), 29.66% (Feriana), 27.76% (I. Liverani), 24.80% (Canino), 23.71% (Hacıkız), 21.28% (Hasanbey), 17.69% (Zard) and 17.45% (Aprikoz), respectively.

In this study, a moderate positive correlation was observed between leaf and fruit disease severities. However, regarding ripening periods, no statistical difference was detected between leaf and fruit disease severities. Disease severity on fruits and leaves of foreign cultivars was lower than that of domestic cultivars. Moreover, the results of disease severity on leaves showed that 3 cultivars (Çağataybey, Sakıt-7 and Şekerpare) were categorized as susceptible while 16 cultivars were classified as less susceptible (Table 4). When the results of the previous studies and this study are evaluated, it is revealed that the severity of the disease may vary from year to year according to the regions, countries and climatic conditions. As explained above, this study was conducted under natural inoculation and high disease pressure occurred. To understand main resistant level that the cultivars have, artificial inoculation is required under control conditions. On the other hand, the results of infection severity on apricot fruits showed that 2 cultivars (Zard and Aprikoz-Iğdır), 12 cultivars, and 5 cultivars were classified as more susceptible, susceptible and less susceptible, respectively (Table 5). On the other hand, in a study by Mehlenbacher et al. (1991) and Shahri et al. (2014), some resistant apricot cultivars (Moongold, Lasjerdy, Shahroudi29, Shahroudi51 and Ghazi Gahani) and moderately resistant cultivars (Boccuccia, Ivonne Liverani, Hungarian Best, Moniqui, Goldrich, Stark Early Orange, Tyrinthe, Ananas, Erevani, and Reliable) against shot-hole diseases were reported. This also supports the findings of Trandafirescu and Indreias (2011) who determined that apricot cultivars named Patriarca Temprano, Joubert Foulon, Marculesti 72, Precoce de Colomer, Rosii Timpurii, Baracca and Stella were tolerant. These cultivars can be used as a source of resistance to increase the resistance level of domestic cultivars through breeding. This approach may result in developing resistant domestic cultivars. The resistance gene/genes in apricot cultivars needs to be determined. The use of the marker assisted selection (MAS) technique should be given importance. Thus, it is thought that with the use of MAS, breeding studies can be completed in a shorter time and with less labor, and more successful results can be obtained (Asma et al. 2017). Besides, the resistance levels of each cultivar grown in different locations may differ under different environmental factors. For this reason, these studies should be carried out in different locations. As a result, an environmentally friendly control

method against shot-hole disease can be used in apricot production. For instance, the resistance of some peach cultivars were evaluated against the shot-hole disease in Iran

Table 4. Mean disease severity rates (%) on the leaf of apricot cultivars

Cultivar Name	The severity of disease (%)	Reaction levels
Çağataybey	32.30 a	Susceptible
Sakit-7	26.30 b	Susceptible
Şekerpare	25.03 b	Susceptible
Harcot	22.89 bc	Less Susceptible
Canino	22.18 bcd	Less Susceptible
Feriana	21.44 bcd	Less Susceptible
Sakit-6	18.86 cde	Less Susceptible
Iğdır-Aprikoz	18.25 cde	Less Susceptible
Early Gold	18.12 cde	Less Susceptible
P.de Colomer	17.97 cde	Less Susceptible
Sakit-2	17.47 def	Less Susceptible
Roksana	17.17 def	Less Susceptible
Zard	17.14 def	Less Susceptible
Hasanbey	15.66 efg	Less Susceptible
Ethembey	15.53 efg	Less Susceptible
Hacıkız	15.33 efg	Less Susceptible
K.Rozsa	14.35 efg	Less Susceptible
I.Liverani	12.54 fg	Less Susceptible
W.Delicious	11.41 g	Less Susceptible

* a-g: The same letter are not significantly different (p<0.05) according to Duncan's multiple range test

Table 5. Mean disease severity rates (%) on the fruit of apricot cultivars

Cultivar Name	The severity of disease (%)	Reaction levels
Şekerpare	50.87 a	More Susceptible
Sakit-7	50.15 a	More Susceptible
Sakit-2	49.85 ab	Susceptible
Sakit-6	49.57 ab	Susceptible
Ethembey	47.02 ab	Susceptible
Harcot	43.66 abc	Susceptible
Çağataybey	40.08 abcd	Susceptible
Roksana	37.78 abcde	Susceptible
K.Rozsa	37.58 abcde	Susceptible
P.de Colomer	36.74 abcdef	Susceptible
W.Delicious	35.96 abcdef	Susceptible
Early Gold	34.47 bcdef	Susceptible
Feriana	29.66 cdefg	Susceptible
I.Liverani	27.76 defg	Susceptible
Canino	24.80 defg	Less Susceptible
Hacıkız	23.71 efg	Less Susceptible
Hasanbey	21.28 fg	Less Susceptible
Zard	17.69 g	Less Susceptible
Aprikoz (Iğdır)	17.45 g	Less Susceptible

* a-g: The same letter are not significantly different (p<0.05) according to Duncan's multiple range test

(Ahmadpour et al. 2011). This evaluation results indicated that Redtop, Springcrest and Early Elberta cultivars were resistant (Ahmadpour et al. 2011).

This is the first study on determining the resistance level of some commercial apricot cultivars against shot-hole disease in Turkey. Determination of disease resistances of domestic-foreign apricot cultivars with high fruit quality is thought to provide a great advantage in selecting the parents to be used as a source of resistance in breeding studies. This data will be useful to plan new plantings of apricots for growers. Additionally, these results suggested that development of resistant varieties will be a crucial step for sustainable apricot production since it will decrease fungicide application in Turkey.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was funded by General Directorate of Agricultural Research and Policies, Ministry of Agriculture and Forestry, Republic of Turkey. Also, we thank the Fruit Research Institute for their support to the study.

ÖZET

Stigmia carpophila (Lev.) M.B. Ellis'in neden olduğu yaprak delen kayısı için önemli bir fungal hastalıktır ve Türkiye'de kayısıda ciddi ekonomik kayba neden olur. Kayısları yaprak delen hastalığının çeşitli yıkıcı etkilerinden korumak için, ekosistemde ciddi hasara yol açabilecek aşırı fungusit kullanılmaktadır. Fungisitlerin tehlikeli etkilerini en aza indirmenin veya ortadan kaldırmanın en faydalı alternatif yollarından biri, dayanıklı/orta dayanıklı çeşitler kullanmaktır. Bu çalışma, 2014 ve 2015 yıllarında 9 yerli ve 10 yabancı (toplam 19) kayısı çeşidinin yaprak delen hastalığına karşı duyarlılığını incelemek amacıyla yapılmıştır. Çeşitler doğal inokulasyon altında test edilmiştir ve denemede fungusit kullanılmamıştır. Hastalık belirtileri meyve ve yapraklarda ayrı ayrı gözlenmiştir. Yaprak analizleri, Çağataybey (%32.30), Sakıt-7 (%26.30) ve Şekerpare (%25.03) olarak adlandırılan çeşitlerin en yüksek hastalık şiddetine, Wilson Delicious (%11.41), Ivonne Liverani (%12.54) ve Borsi Rozsa (%14.35) olarak adlandırılan çeşitlerin ise en düşük seviyeye sahip olduğunu göstermiştir. Meyve değerlendirmelerinin sonucunda, en yüksek hastalık şiddeti seviyeleri Şekerpare (%50.87), Sakıt-7 (%50.15) ve Sakıt-2 (%49.85) olarak adlandırılan çeşitlerde, en düşük seviyeler ise Aprikoz (%17.45), Zard (%17.69) ve Hasanbey (%21.28) çeşitlerinde hesaplanmıştır. Yaprak ve meyve hastalık şiddetleri arasındaki istatistiksel analizde pozitif yönlü orta düzeyde pozitif bir korelasyon göstermiştir. Bununla birlikte, olgunlaşma dönemlerinde yaprak ve meyve hastalık şiddetleri arasında istatistiksel olarak fark gözlenmemiştir. Yabancı çeşitlerin meyve ve yaprak hastalık şiddetleri, yerli çeşitlere göre daha

düşüktür. Islah çalışmalarında dayanıklılık kaynağı olarak kullanılacak ebeveynlerin seçilmesinde, yüksek meyve kalitesine sahip yerli-yabancı kayısı çeşitlerinin hastalık dayanımlarının belirlenmesinin büyük bir avantaj sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: kayısı, çeşit, hastalık, yaprak delen, *Stigmina carpophila*

REFERENCES

Ahmadpour A., Ghosta Y., Javan Nikkiah M., Fattahi R., Ghazanfari K., 2011. A study on specificity and host range of *Wilsonomyces carpophilus*, the causal agent of shot hole disease of stone fruit trees and evaluation of relative resistance of some peach cultivars. Iranian Journal of Plant Protection, 42 (2), 251-259.

Anonymous 2019. Production, trade and producer price statistics, food and agriculture organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (accessed date: December 28, 2020).

Asma B.M., Karaat F.E., Çuhacı Ç., Doğan A., Karaca H., 2017. Apricot breeding studies and new varieties in Turkey. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 5 (11), 1429-1438.

EPPO 2004. Stone fruits. OEPP/EPPO Bulletin, 34 (3), 427-438.

Evans K., Frank E., Gunnell J.D., Shao M., 2008. Coryneum or shot hole blight. Utah Pests Fact Sheet. Utah State University Extension, Utah Plant Pest Diagnostic Laboratory, 3.

Grantina-Ievina L., Stanke L., 2015. Incidence and severity of leaf and fruit diseases of plums in Latvia. Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences, 80 (3), 421-433. <https://www.researchgate.net/publication/299554380>.

Ivanova H., Kalocaiova M., Bolvansky M., 2012. Shot-hole disease on *Prunus persica* – the morphology and biology of *Stigmina carpophila*. Folia Oecologica, 39 (1), 21-27.

Ilicic R., Tatjana Popovic T., Vlajic S., Ognjanov V., 2019. Foliar pathogens of sweet and sour cherry in Serbia. Acta Agriculturae Serbica, Vol. XXIV, 48, 107-118.

Ioana Jr M., Mitre V., Buta E., Ioana Mitre I., Tripon A., Sestras R., 2015. Reaction of some plum cultivars to natural infection with *Taphrina pruni* (Fuck.) Tul., *Fusicladium pruni* Ducomet and *Tranzschelia pruni-spinosae* Persoon Dietel. Agriculture - Science and Practice, 93 (1-2), 33-40.

Kaymak S., İşçi M., Özgün Ş., Özgönen H., 2016. Determination of reaction levels of some apple genetic resources in Turkey to apple scab (*Venturia inaequalis* (Cke.) Wint.), Plant Protection Bulletin, 56 (2), 227-241.

Mehlenbacher S.A., Cociu V., Hough L.F., 1991. Apricots. Genetic Resources of Temperate Fruit and Nut Crops. Acta Horticulturae, 290, 66-107.

Mitre I., Tripon A., Mitre I., Mitre V., 2015. The response of several plum cultivars to natural infection with *Monilinia laxa*, *Polystigma rubrum* and *Stigmina carpophila*. Notulae Scientia Biologicae, 7 (1), 136-139.

Özgönen H., Erkiş A., 2001. Malatya-Elazığ yöresinde kayısılarda görülen fungal hastalıkların ve yaygınlık oranlarının belirlenmesi. Türkiye IX. Fitopatoloji Kongresi, 3-8 Eylül, 2001, Tekirdağ, Bildiriler, 669-675.

Pauwels E., Keulemans J., 2000. Breeding for scab resistance in apple: evaluation of resistance in the greenhouse and in the field. Acta Horticulturae, 525, 505-511. doi:10.17660/ActaHortic.2000.525.75.

Sarac I., 2018. Fungal disease factors detected in apricot trees in Bingol province. Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences, 5 (3), 372-374.

Shahri M.H., Monghdam E.G., Shahri M.R.K., 2014. Evaluation of relative of some apricot varieties to *Wilsonomyces carpophilus* causing shot hole disease. Journal of Plant Protection, 28 (1), 97-105.

Sipahioglu H.M., Myrta A., Abou-Ghanem N., Di Terlizzi B., Savino V., 1999. Sanitary status of stone fruit trees in East Anatolia (Turkey) with particular reference to apricot. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 29 (4), 439-442.

Townsend G.K., Heuberger J.W., 1943. Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. Plant Disease Report, 27, 340-343.

Trandafirescu M., Andreias A., Trandafirescu I., 2011. Evaluation of apricot breeding selection resistance to pathogen attack, ISHS Acta Horticulturae 903: IX International Symposium on Integrating Canopy, Rootstock and Environmental Physiology in Orchard Systems, 241-245.

Yousefi A., Hajian Shahri M.H., 2014. Shot hole disease, survival and pathogenicity of the causal agent on stone fruit trees in Northeast Iran. Journal of Crop Protection, 3 (4), 563-571.

Cite this article: Kaymak S, Öztürk Y, Uysal A, Koçal H, Erdoğan Ş. (2021). Investigation of susceptibility of some apricot cultivars to shot-hole [*Stigmina carpophila* (Lev.) M.B. Ellis] disease under natural inoculum conditions. Plant Protection Bulletin, 61-2. DOI: 10.16955/bitkorb.850246

Atif için: Kaymak S, Öztürk Y, Uysal A, Koçal H, Erdoğan Ş. (2021). Bazı kayısı çeşitlerinin [*Stigmina carpophila* (Lev.) M.B. Ellis] yaprak delen hastalığına karşı doğal inokülasyon koşullarında duyarlılığının araştırılması. Bitki Koruma Bülteni, 61-2. DOI: 10.16955/bitkorb.850246

PLANT PROTECTION BULLETIN PRINCIPLES OF PUBLISHING

1. All responsibility for the published article belongs to authors.
2. Plant Protection Bulletin publishes the researches on taxonomic, biological, ecological, physiological and epidemiological studies and methods of protection against diseases, pest, and weed which cause damages on plant products as well as researches on residue, toxicology, and formulations of pesticides and plant protection machinery.
3. The publishing language of the journal is English and Turkish. Turkish abstract would be prepared by the editorial office, if necessary.
4. It is not accepted in Plant Protection Bulletin that biological observations carried out in a single year and in one orchard or field, and short biological notes reported one species of first records for Turkey.
5. The articles submitted to the journal should not have been published in any publication or at the same time in the evaluation phase of another publication.
6. The articles containing the results of postgraduate theses or the projects supported by various institutions such as TÜBİTAK, SPO, TAGEM, BAP should be prepared for publication after the necessary permissions are obtained from the related persons. This must be stated in the “acknowledgments”.
7. Submission of article requested to be published in the journal should be made via Dergipark system (<http://dergipark.gov.tr/bitkorb>).
8. The article uploaded to the system should be prepared according to the “Manuscript template” in the “For authors” tab. It should be uploaded together with “Manuscript cover page” and the “Copyright release form” and “Conflict of Interest and Reviewer Proposal Form” completed and signed by all authors.
9. In the journal, a blind review process for designated reviewers is being followed.
10. The articles included in the evaluation process are reviewed by subject editors and the designated reviewers and published after the corrections have been completed by their authors in accordance with recommendations.
11. There is no printing fee for articles published in the journal.

BİTKİ KORUMA BÜLTENİ YAYIN İLKELERİ

1. Yayınlanan esere ait tüm sorumluluk yazarlarına aittir.
2. Bitki Koruma Bülteni bitkisel ürünlerde zarar oluşturan hastalık, zararlı ve yabancı ot konularında yapılan taksonomik, biyolojik, ekolojik, fizyolojik ve epidemiyolojik çalışmaların ve mücadele yöntemleri ile ilgili araştırmaların yanı sıra, zirai mücadele ilaçlarının kalıntı, toksikoloji ve formülasyonları ile zirai mücadele alet ve makinaları ilgili araştırmaları yayınlamaktadır.
3. Bitki Koruma Bülteni'nin yayın dili İngilizce ve Türkçedir. Gerekli hallerde Türkçe özet editör ofisi tarafından hazırlanır.
4. Bitki Koruma Bülteni'nde tek yıllık ve tek bir bahçe veya tarlada gerçekleştirilmiş biyolojik gözlemler, Türkiye için tek bir türe ait ilk kayıtları bildirilen kısa biyolojik notlar gibi eserler kabul edilmemektedir.
5. Bitki Koruma Bülteni'ne gönderilen makaleler, daha önce herhangi bir yayın organında yayınlanmamış veya aynı zamanda başka bir yayın organında değerlendirme aşamasında olmamalıdır.
6. Lisansüstü tezler veya TÜBİTAK, DPT, TAGEM, BAP gibi çeşitli kurumlarca desteklenen projelerin sonuçlarından kısımlar içeren eserler ilgililerinden gerekli izinler alındıktan sonra yayına hazırlanmalı, bu durum teşekkür kısmında mutlaka belirtilmelidir.
7. Bitki Koruma Bülteni'nde yayınlanması istenilen eserler için makale başvurusu DERGİPARK sistemi (<http://dergipark.gov.tr/bitkorb>) üzerinden yapılmalıdır.
8. Sisteme yüklenen makale "Yazarlar için" sekmesinde yer alan "Makale taslağı"na göre hazırlanmalı, sisteme "Makale giriş sayfası" ve tüm yazarlar tarafından doldurulup imzalanan "Bitki Koruma Bülteni Telif Hakkı Devir Formu" ve "Çıkar Çakışması ve Hakem Önerileri Formu" ile birlikte yüklenmelidir.
9. Bitki Koruma Bülteni'nde kör hakemlik değerlendirme süreci izlenmektedir.
10. Değerlendirme sürecine dahil edilen makaleler konu editörü ve belirlenen hakemler tarafından incelenip, onların önerileri doğrultusunda yazarları tarafından düzeltildikten sonra yayınlanır.
11. Bitki Koruma Bülteni'nde yayınlanan makaleler için baskı ücreti alınmamaktadır.

