

Araştırma Makalesi
(Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (3):399-405
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.799432>

Mehmet BEŞKEÇİLİ¹ 

Nihan GÜNEŞ^{1*} 

Mustafa GÜMÜŞ¹ 

¹ Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, İzmir/Türkiye

*İletişim (correspondence) e-posta:

nihan.gunes@ege.edu.tr

Antalya ili Demre ilçesi biber yetiştiriciliğinde *Tomato spotted wilt virus* (TSWV) ve *Cucumber mosaic virus* (CMV) etmenlerinin yaygınlığının belirlenmesi*

Determination and prevalence of Tomato spotted wilt virus (TSWV) and Cucumber mosaic virus (CMV) in pepper production areas in Demre district of Antalya

* Bu makale ilk yazarın lisans tezinden özetlenmiştir.

Alınış (Received): 24.09.2020

Kabul Tarihi (Accepted): 16.02.2021

ÖZ

Amaç: Bu çalışmada Antalya ili biber üreticiliğinin yoğun olarak gerçekleştirildiği Kumluca ilçesinde serada yetiştirilen biber bitkilerinde TSWV ve CMV varlığının serolojik olarak belirlenmesi ve DAS-ELISA testi sonucunda pozitif olduğuna karar verilmesinde uygulanan kriterlerin doğruluğunun RT-PCR yöntemi ile karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem: Antalya ili Demre ilçesinde örtü altı biber üretim alanlarında sürveyler yapılarak virüs benzeri belirti gösteren bitkilerden örnekler toplanmıştır. Örnekler CMV ve TSWV etmenlerine spesifik monoklonal ve/veya poliklonal antibody'ler kullanılarak DAS-ELISA testine tabi tutulmuştur. ELISA okuyucuda farklı absorbans değerlerine sahip bazı pozitif örnekler etmenlere spesifik primerler kullanılarak RT-PCR testleri uygulanmıştır.

Araştırma Bulgular: DAS-ELISA yöntemi sonucuna göre toplanan 82 örnekten 65 tanesinde (%79) en az bir virüs etmenine rastlanılmıştır. Sadece CMV olan örnek sayısı 10 adet (%12) olup sadece TSWV olan örnek sayısı 47 adet (%57) olarak tespit edilmiştir. 8 örnekte (%10) hem TSWV hem de CMV'nin karışık enfeksiyon yaptığı belirlenmiştir. DAS-ELISA sonucunda pozitif olduğu tespit edilen örneklerin ELISA okuyucuda farklı absorbans değerlerine sahip pozitif sonuç veren örneklerde etmenlerin varlığı RT-PCR yöntemi ile doğrulanmıştır.

Sonuç: Biber örneklerinde TSWV etmeninin daha fazla bulunduğu CMV etmeninin ise fazla yaygınlık göstermediği belirlenmiştir.

ABSTRACT

Objective: In this study, it was aimed to serological determination of the presence of TSWV and CMV on pepper plants grown in the greenhouses in Kumluca district where Antalya pepper production is carried out intensely and compare the accuracy of the criteria determining that positive applied in by DAS-ELISA with RT-PCR method.

Material and Methods: Samples were collected from virus-like symptoms showing plants by conducting surveys in greenhouse pepper production areas in the Demre district of Antalya province. Samples were subjected to DAS-ELISA test using monoclonal and /or polyclonal antibodies specific for CMV and TSWV. RT-PCR tests were applied to some positive samples which have different absorbance values in the ELISA reader by using specific primers.

Results: According to the results of the DAS-ELISA method, 65 of the 82 samples (79%) were found to have at least one virus. The number of samples infected only with CMV was 10 (12%) and the number of samples infected only with TSWV was 47 (57%). In 8 samples (10%) were found to have both TSWV and CMV mixed infections. The presence of the factors in the samples which have positive absorbance values in the ELISA reader were compared by RT-PCR method and the presence of the factors was confirmed.

Conclusion: It was determined that TSWV factor was found more in pepper samples and CMV factor did not show much prevalence.

Anahtar sözcükler: *Cucumber mosaic virus* (CMV), DAS-ELISA, RT-PCR, *Tomato spotted wilt virus* (TSWV)

Keywords: *Cucumber mosaic virus* (CMV), DAS-ELISA, RT-PCR, *Tomato spotted wilt virus* (TSWV)

GİRİŞ

Türkiye yıllık 2.195.872 ton biber üretimi ile dünyada en fazla biber üretimi gerçekleştiren ülkeler arasında Çin ve Meksika'dan sonra üçüncü sırada yer almaktadır (FAO, 2019).

Ülkemizde biberin yoğun olarak yetiştirildiği bölgelerin başında 1.047.856 ton üretimi ile Akdeniz Bölgesi gelmektedir. Çoğunlukla kapyra, dolmalık, sivri, çarliston, şili ve kaliforniya biber tiplerinin yetiştirildiği Akdeniz Bölgesi'nde biber yetiştiren illerimiz arasında 343.739 ton üretimi ile Antalya ilk sırada yer almaktadır. Antalya ilinde gerçekleştirilen biber üretiminde 116.490 ton ile ilk sırada Kumluca yer alırken 87.468 ton üretimle ikinci sırada Demre, üçüncü sırada ise 39.483 ton üretim ile Serik yer almaktadır (Bozokalfa ve Eşiyok, 2010; TÜİK, 2017).

Dünyada bitkiler ve bitkisel ürünlerin ticaretinin artması viral etmenlerin ve vektörlerinin yaygınlığının artmasına neden olmuştur. Kimyasal mücadele yöntemlerinin uygulanamaması ve kontrol yöntemlerinin dayanıklı çeşit ile koruyucu önlemlere dayanması viral etmenlerle mücadeleyi zorlaştırmaktadır. Değişen çevre koşulları viral hastalıkların önemi daha da artmaktadır (Hanssen et al., 2010).

Virüs hastalıkları, Solanaceae familyasına dahil bitki türlerinden biri olan biber bitkisinde kalite ve verimi etkileyen ana unsurlar arasında yer almaktadır. Virüs hastalıklarının biber bitkilerinde ciddi zararlara neden olduğu belirlenmiştir. Bu viral etmenler arasında bulunan *Tomato spotted wilt virus* (TSWV), *Tospovirus* cinsine ve *Bunyaviridae* familyasına ait bir virüstür. Bu virüs 1915 yılında tespit edilmiş olup Avustralya'da domates bitkilerinde ortaya çıkmıştır (Adkins, 2000). Biber bitkilerinde önemli olan diğer bir virüs hastalık etmeni ise *Cucumber mosaic virus* olup *Cucumovirus* cinsine ve *Bromoviridae* familyasına bağlı bulunmaktadır. Bu virüs hastalık etmenine ise 1916 yılında hıyar bitkisinde rastlanılmıştır (Loebenstein and Lecoq, 2012).

TSWV, tripsler ile persistent olarak taşınırken CMV ise yaprak bitleri ile non-persistent olarak taşınmaktadır. Çok sayıda trips türlerinin TSWV hastalık etmenini taşıdığı belirlenmiştir. Bu vektörlerden en yaygın olanları ise Batı çiçek tripsi (*Frankliniella occidentalis*) ve Çiçek tripsi (*Frankliniella intonsa*)'dır. Batı çiçek tripsinin kıtalar arası tarımsal faaliyet ve ticaret nedeniyle yayılması göz önüne alındığında TSWV etmeninin önemi oldukça artmıştır. CMV'nin ise 75'den fazla vektörü bulunup bunlar arasında en önemli ve yaygın olanları Pamuk yaprakbiti (*Aphis gossypii*) ve Şeftali yaprakbiti (*Myzus persicae*)'dir (Perry et al., 1998; Adkins 2000).

CMV ve TSWV biber bitkilerinde benzer belirtiler göstermektedir. Etmenler yapraklarda mozaik, klorotik lekeler, nekrotik lekeler ve halkalı lekeler neden olabilmektedir. Bitkilerde cücelik ve şekil bozukluğu görülebilmektedir. CMV biber meyvelerinde şekil bozukluğu ve halkalı lekeler neden olmaktadır. TSWV ise biber meyvelerinde nekrotik çizgiler ve nekrotik halkalı lekeler meydana getirmektedir. Bu iki etmenin biber meyvelerindeki lekeleri yüzünden meyveler pazar değerini kaybetmektedir. Etmenlerin biber bitkilerinde oluşturduğu belirtiler çevre koşullarına ve enfekte olduğu döneme bağlı olarak değişmektedir. Etmenler bitkiyi erken dönemde infekte ederse belirtiler daha şiddetli olmaktadır (Adkins, 2000; Zitter and Murphy, 2009; Loebenstein and Lecoq, 2012).

Yeni Zelanda'da biber üretim alanlarında %28.7 oranında CMV enfeksiyonu ve %3.9 oranında TSWV enfeksiyonu saptanmış olup etmenlerin meyve kalitesini ve kantitesini düşürdüğü belirlenmiştir (Burgmans et al., 1986). İspanya'da mozaik, iplik yapraklılık ve cücelik belirtilerine sahip biber bitkilerinde CMV varlığı tespit edilmiştir (Espín et al., 1994). Avustralya'da ELISA yöntemiyle gerçekleştirilen çalışmada bazı bölgelerde TSWV'nin biber bitkilerini %100 oranında enfekte ettiği saptanmıştır (Latham and Jones, 1997). TSWV'nin ABD'de biber üretim alanlarında verim kayıplarına neden olduğu (Gitaitis et al., 1998) ve ABD'nin Florida eyaletindeki biber üretim alanlarında CMV'nin neden olduğu epidemilerin %50'den fazla ürün kaybına neden olduğu belirlenmiştir (Kucharek et al., 1998). Tunus'ta CMV'nin biber bitkilerinde neden olduğu enfeksiyon oranının %30-100 arasında değiştiği ve üretimi sınırlandıran başlıca viral etmen olduğu saptanmıştır (Mnari Hattab et al., 1999). Arjantin'de biber üretim alanlarında DAS-ELISA yöntemi kullanılarak %40 oranında bulunan TSWV enfeksiyonunun üretim alanlarında biber meyvesini hasat edemeyecek kadar ciddi kayıplara neden olduğu saptanmıştır (Gracia et al., 1999). Slovenya'da (Vozelj et al., 2003) ve Litvanya'da (Zitikaitė and Samuitienė, 2009) yetiştirilen biber bitkilerinde CMV varlığı tespit edilmiş olup üretimi sınırlandıran başlıca viral etmen olduğu moleküler ve serolojik yöntemlerle belirlenmiştir. İspanya biber üretim alanlarında TSWV'ye dayanıklılık gösteren bazı

biber çeşitlerinin TSWV ile bulaşık olduğu serolojik yöntemlerle belirlenmiştir (Margaria et al., 2004). İsrail'de (Gera et al., 2008) ve İtalya'da (Faniigliulo et al., 2007) biber üretim alanlarında TSWV enfeksiyonunun oldukça yoğun olduğu serolojik (DAS-ELISA) ve moleküler yöntemler ile belirlenmiştir.

Samsun'da üretimi yapılan biber bitkilerinde %9.2 oranında TSWV enfeksiyonu ELISA testi kullanılarak belirlenmiştir (Arli-Sokmen et al., 2005). Batı Akdeniz bölgesindeki biber bitkilerinde %67.16 oranında TSWV enfeksiyonu DAS-ELISA yöntemiyle tespit edilmiştir (Yardımcı ve Çulal Kılıç, 2009). Samsun'da TSWV'ye dayanıklı biber çeşitlerinde DAS-ELISA testi ile TSWV enfeksiyonu saptanmıştır (Deligoz et al., 2014). 2013 yılında Bursa, Yalova, İstanbul, Bilecik ve Sakarya illerinden toplanan biber örneklerinde DAS-ELISA ve Real-Time PCR yöntemleri kullanılarak %69 oranında CMV enfeksiyonu saptanmıştır (Uzunoğulları ve Gümüş, 2015). Antalya ili biber bitkilerinde Kumluca, Demre ve Serik ilçelerinden 2015 yılında alınan örneklerde DAS-ELISA testi sonucunda %7.34 oranında CMV ve %35.81 oranında TSWV enfeksiyonu olduğu saptanmıştır. (Güneş and Gümüş, 2019).

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Antalya ili Demre ilçesinde örtü altı biber üretim alanlarında 2019 yılının Ağustos ayında sörveyler yapılarak araştırmada kullanılmak üzere 82 adet bitki örneğinin genç yaprakları toplanmıştır. Örnekleme yapılan biber çeşitleri ise kapyra, şili ve kaliforniya tipidir. Biber bitkilerinden toplanan örnekler soğuk zincirle laboratuvara getirilmiştir. Örnekler serolojik ve moleküler çalışmalarda kullanılmak üzere xxx Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Viroloji Laboratuvarında önce +4°C'de daha sonra -20°C'de saklanmıştır.

Yöntem

CMV ve TSWV ile bulaşık olduğundan şüphelenilen biber bitkisi örnekleri, CMV ve TSWV'nin varlığının ortaya konulması amacıyla Double Antibody Sandwich Enzyme Linked Immunosorbant Assay (DAS-ELISA) testi Clark ve Adams (1977)'in belirttiği şekilde uygulanmıştır. ELISA tabaklarındaki kuyucuklarda sarı rengin oluşup oluşmadığı gözlenmiş ayrıca tabakların ELISA okuyucusunda 405nm dalga boyundaki absorbans değerleri belirlenerek kontrole göre en az iki kat veya daha fazla değer gösteren örnekler pozitif olarak kabul edilmiştir.

ELISA okuyucuda farklı absorbans değerleri gösteren bazı pozitif örneklere RT-PCR testleri uygulanmıştır. Total nükleik asit (TNA) ekstraksiyonu aşamasında silika metodu kullanılmıştır (Foissac et al., 2001). TNA ekstraksiyonu yapılan örneklerin cDNA sentezi, ABM firmasından temin edilen OneScript® Plus cDNA sentez kiti kullanılarak firmanın belirttiği prosedür doğrultusunda Thermal Cycler cihazında gerçekleştirilmiştir. PCR işlemi GeneMark Bio. Firmasının firmasından temin edilen PCR Master Mix (II) kit ile gerçekleştirilmiştir. Tüpler Thermal Cycler cihazına yerleştirilerek test edilecek virüs için spesifik olan primerler (Çizelge 1) ve program uygulanarak çoğaltma işlemi gerçekleştirilmiştir. Çoğaltılmış PCR ürünleri Agaroz jel elektroforez düzeneğinde koşturularak sonuçlar görüntülenmiştir.

Çizelge 1. RT-PCR'da kullanılan primer çiftleri.

Table 1. Primer sets used for RT-PCR.

Primer Adı	Primer Dizisi (5'-3')	Baz Uzunluğu (baz çifti)	Literatür
CMV Forward primer	ACTCTTAACCACCCAACCTT	280	Foggioli et al., 2005
CMV Reverse primer	AACATAGCAGAGATGGCGG	280	Foggioli et al., 2005
TSWV Forward primer	ATGTCTAAGGTTAAGCTCAC	777	Nour et al., 2013
TSWV Reverse primer	TTAAGCAAGTTCTGCGAGTT3	777	Nour et al., 2013

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Toplanan biber bitkisi örneklerinde genellikle meyvelerde şekil bozukluğu, halka lekeler ve nekrotik lekeler gözlenmiştir. Biber bitkisi yapraklarında ise mozaik, halka lekeler ve nekrotik lekeler gözlenmiştir (Şekil 1 ve 2).



Şekil 1. CMV ile infekteli örnekte halka lekeler şeklinde meyve belirtisi.

Figure 1. Fruit symptom as ringspots on CMV infected sample.



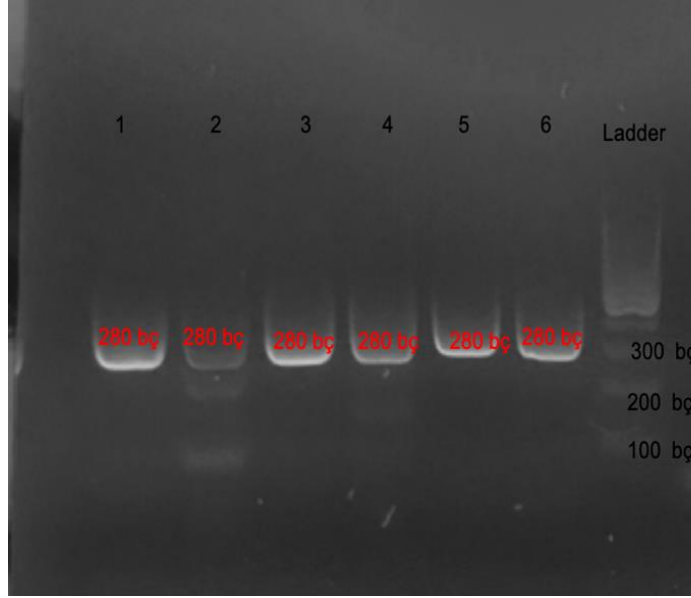
Şekil 2. TSWV ile infekteli örnekte klorotik ve halka lekeler şeklinde yaprak belirtileri.

Figure 2. Foliar symptoms as chlorotic and necrotic spots on TSWV infected sample.

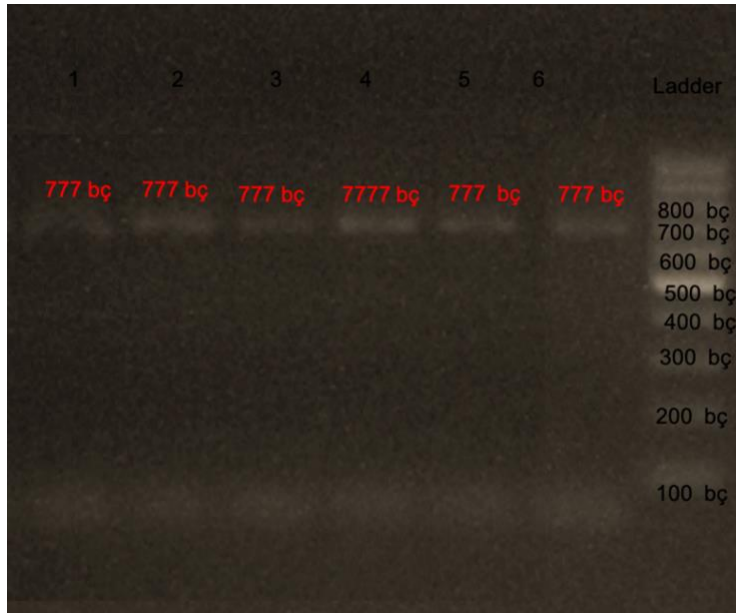
Toplanan 82 örneğin DAS-ELISA testi sonucunda toplam 65 tanesinde CMV ve/veya TSWV etmeninin varlığı belirlenmiştir. Sadece CMV bulunan örnek sayısı 10 iken sadece TSWV bulunan örnek sayısı 47 tane dir. CMV ve TSWV karışık infeksiyonuna sahip örnek sayısı ise 8 tane dir.

Yapılan bu çalışma sonucunda toplanan örneklerde CMV, TSWV ve CMV+TSWV infeksiyonu bulunma durumu sırasıyla %12, %57 ve %10 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre 82 örnekte toplam virüs bulunma oranı %79'dur. Bu çalışma sonucunda Demre örtü altı biber bitkilerinden alınan örneklerde TSWV etmeni daha yaygın bulunurken CMV etmeninin fazla yaygınlık göstermediği belirlenmiştir.

DAS-ELISA yönteminde pozitif bulunan ancak farklı absorbans değerine sahip örneklerin RT-PCR yöntemindeki duyarlılığı karşılaştırılmıştır. Bu yöntem için CMV ve TSWV için pozitif bulunan farklı absorbans değerlerine sahip 6'şar örnek seçilmiştir. CMV etmeni için pozitif bulunan örneklerden 0.246, 0.418, 0.585, 0.969, 1.272 ve 2.417 absorbance değerlerine sahip örnekler RT-PCR testi için kullanılmıştır. TSWV etmeni ile infekteli bulunan örneklerden 0.227, 0.457, 0.586, 0.960, 1.236 ve 2.541 absorbance değerlerine sahip örnekler RT-PCR testi için kullanılmıştır. RT-PCR çalışma sonucunda DAS-ELISA yöntemi ile farklı absorbance değerlerine sahip pozitif CMV ve TSWV örneklerinin hepsi için beklenen bantlar elde edilmiştir. Bu çalışma ile DAS-ELISA testinin absorbance değerlerindeki farklılığın RT-PCR testindeki doğruluğu etkilemediği tespit edilmiştir.



Şekil 3. *Cucumber mosaic virus* etmeninin CMV'ye özgü primerlerle RT-PCR ile çoğaltılması. PCR ürünleri(1-6), DNA ladder.
Figure 3. Detection of *Cucumber mosaic virus* specific primer pair of CMV by RT-PCR. PCR products (1-6), DNA ladder.



Şekil 4. *Tomato spotted wilt virus* etmeninin TSWV'ye özgü primerlerle RT-PCR ile çoğaltılması. PCR ürünleri(1-6), DNA ladder.
Figure 4. Detection of *Tomato spotted wilt virus* with specific primer pair of TSWV by RT-PCR. PCR products (Lanes 1-6), DNA ladder.

Arazi çalışmaları ve test sonuçları göz önünde bulundurulduğunda infekteli biber bitkisi örneklerinin toplandığı seralarda etmenlerin vektörlerinin varlığı göze çarpmaktadır. Ayrıca Nisan ayında dikilen bitkilerde etmenlerin varlığı tespit edilirken Temmuz ayında dikilen bitkilerin bulunduğu seralarda etmenlerin varlığı oldukça az bulunmuştur. Bu durum virüslerin vektörünün bulunmadığı dönemlerde dikim yapıldığında viral etmenlerin yaygın tespit edilmediğini göstermektedir. TSWV'ye karşı dayanıklı çeşit diken üreticilerde de hastalık seviyesinin düşük kaldığı gözlenmiştir.

TEŞEKKÜR

06160000127 Lisans Öğrencisi katılımlı Araştırma Projesine maddi desteklerinden dolayı Ege Üniversitesi BAP birimine teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Adkins, S. 2000. Tomato spotted wilt virus-positive steps towards negative success, *Molecular Plant Pathology*, 1(3):151-157 pp.
- Arli-Sokmen, M.A., Mennan, H., Sevik, M.A. and Ecevit, O. 2005. Occurrence of viruses in field-grown pepper crops and some of their reservoir weed hosts in Samsun, Turkey, *Phytoparasitica*, 33(4):347-358pp.
- Bozokalfa, M ve Eşiyok, D. 2010. Biber (*Capsicum annum* L.) aksesyonlarında genetik çeşitliliğin agronomik özellikler ile belirlenmesi, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 47(2):123-134 s.
- Burgmans, J.L., Fry, P.R. and Sunde, R. G. 1986. Peppers: survey of virus diseases of *Capsicum annum* in Hawke's Bay and Poverty Bay, *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*, 14:459-463 pp.
- Clark, M.F. and Adams, A.N. 1977. Characteristic of microplate method of Enzyme-Linked Immunosorbent Assay for detection of plant viruses. *Journal of General Virology*, 34:475-483 pp.
- Deligoz, I., Sokmen, M.A. and Sari, S. 2014. First report of resistance breaking strain of Tomato spotted wilt virus (Tospovirus; Bunyaviridae) on resistant sweet pepper cultivars in Turkey, *New Disease Reports*, 30:26 p.
- Espín, A., Alcázar, M.D., Egea, C. and Candela, M.E. 1994. Defensive response of two *Capsicum annum* cultivars of different sensitivity to an isolate of Cucumber mosaic virus (CMV), *Fitopatología*, 29(3):178-187 pp.
- Faggioli, F., Ferretti, L., Albanese, G., Sciarroni, R., Pasquini, G., Lumia, V. and Barba, M. 2005. Distribution of olive tree viruses in Italy as revealed by one-step RT-PCR. *Journal of Plant Pathology*, 49-55 pp.
- Fanigliulo, A., Comes, S., Pacella, R., Crescenzi, A., Momol, M. T., Olson, S. M. and Reitz, S. 2007. Integrated management of viral diseases in field-grown tomatoes in southern Italy. In II International Symposium on Tomato Diseases 808:387-392 pp.
- FAO, 2019. Food and Agriculture Organization of the United Nations, <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E> (Erişim Tarihi: 26.Ocak 2019)
- Foissac, X., Svanella-Dumas, L., Dulucq, M.J., Candresse, T. and Gentit, P. 2001. Polyvalent detection of fruit tree tricho, capillo and foveaviruses by nested RT-PCR using degenerated and inosine containing primers (PDO RT-PCR), *Acta Horti*, 550:37-43 pp.
- Gera, A., Kritzman, A., Cohen, J., Raccach, B. and Antignus, Y. 2008. Tospoviruses infecting vegetable crops in Israel, *Eppo Bulletin*, 30(2):289-292 pp.
- Gitaitis, R.D., Dowler, C.C. and Chalfant, R.B. 1998. Epidemiology of Tomato spotted wilt virus in pepper and tomato in Southern Georgia, *Plant Disease*, 82:752-756 pp.
- Gracia, O., de Borbon, C. M., Granvel de Millan, N. and Cuesta, G. V. 1999. Occurrence of different Tospovirus in vegetable crops in Argentina, *Journal of Phytopathology*, 147:223-227 pp.
- Güneş, N. and Gümüş, M. 2019. Detection and Characterization of Tomato spotted wilt virus and Cucumber mosaic virus on Pepper Growing Areas in Antalya. *Journal of Agricultural Sciences*, 25(3), 259-271.
- Hanssen, I.M., Lapidot, M. and Thomma, B.P.H.J. 2010. Emerging viral diseases of tomato crops, *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 23:539-548 pp.

- Kucharek, T.A., Purcifull, D.E., Christie, R.G. and Perkins, K.D. 1998. The association of severe epidemics of cucumber mosaic in commercial fields of pepper and tobacco in north Florida with inoculum in *Commelina benghalensis* and *C. communis*, *Plant Disease*, 82(10):1172 p.
- Latham, L.J. and Jones, R.A.C. 1997. Occurrence of Tomato spotted wilt tospovirus in native flora, weeds and horticultural crops, *Australian Journal of Agricultural Research*, 48(3):359-369 pp.
- Lobenstein, G. and Lecoq, H. 2012. *Viruses and virus diseases of the vegetables in the Mediterranean Basin*, Academic Press-Elsevier, Amsterdam, 595p.
- Margaría, P., Ciuffo, M. and Turina, M. 2004. Resistance breaking strain of TSWV Tospovirus, (Bunyaviridae) on resistant pepper cultivars in Almeria Spain, *Plant Pathology*, 53:795 p.
- Mnari Hattab, M., Ezzaier, K., Gebre Selassie, K., Marchoux, G. and Gognalon, P. 1999. Surveys of viruses affecting pepper (*Capsicum annuum* L.) in Tunisia, Abstracts of papers presented at the VIIIth International Plant Virus Epidemiology Symposium, Almeria, 143-144 pp.
- Nour, S.M., Maleki, M. and Ghotbi, T., 2013, Biological and serological detection of TSWV on three commercial cultivars *Chrysanthemum morifolium* in Markazi province of Iran, *Annals of Biological Research*, 4(4):112-119 pp.
- Perry, K.L., Zhang, L. and Palukaitis, P. 1998. Amino acid changes in the coat protein of Cucumber mosaic virus differentially affect transmission by the aphids *Myzus persicae* and *aphis gossypii*, *Virology*, 242:204-210 pp.
- TÜİK, 2017. "Bitkisel Üretim İstatistikleri" <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul> (Erişim tarihi: 26 Ocak 2019).
- Uzunoğulları, N. ve Gümüş, M. 2015. Marmara bölgesi'nde bazı kültür bitkilerinde doğal enfeksiyona neden olan hıyar mozaik virüsü (*Cucumber mosaic virus*, CMV)'nün tespiti, *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 16(1):9-15 pp.
- Vozelj, N., Petrovic, N., Novak, M.P., Tusek, M., Mavric, I. and Ravnikar, M. 2003. The most frequent viruses on selected ornamental plants and vegetables in Slovenia, *Zbornik predavanj in referatov 6.Slovenskega Posvetovanje o Varstvu Rastlin, Zrece*, 300-304 pp.
- Yardımcı, N. ve Çulal Kılıç, H. 2009. Tomato spotted wilt virus in vegetable growing areas in the West Mediterranean region of Turkey, *African Journal of Biotechnology*, 8(18):4539-4541 p.
- Zitikaitė, I. and Samuitienė, M. 2009. Detection and characterization of Cucumber mosaic virus isolated from sweet peppers, *Sodininkystė ir Daržininkystė*, 28(3):281-288 pp.
- Zitter, T.A. and Murphy, J.F. 2009. Cucumber mosaic virus, *The Plant Health Instructor*, DOI: 10.1094/PHI-I-2009-0518-01.