



Araştırma Makalesi

Akdeniz Bölgesi Örtüaltı Domates ve Biber Alanlarında Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV)'a Konukçu Yabancı Ot Türleri ile Enfeksiyon Durumunun Belirlenmesi

Pelin KELEŞ ÖZTÜRK¹, Şefika YAVUZ¹, Hilmi TORUN^{1*}

ÖZ

Bu araştırma, 2021-2022 yılları güz ve bahar döneminde Akdeniz Bölgesi örtüaltı domates ve biber üretim alanlarında yaygın olarak görülen yabancı ot türlerinin ve Domates Lekeli Solgunluk Virüsü (TSWV) ile enfeksiyon durumunun belirlenmesi amacıyla planlanmıştır. Surveylerde Akdeniz Bölgesi üretim alanının %1'i olacak şekilde toplam 88 serada, 37 farklı yabancı ot türü üzerinde TSWV ile enfeksiyon durumu araştırılmıştır. Örneklenen seralarda tesadüfi 1 m²'lik çerçeveler atılmış ve yabancı ot yoğunluğu (adet/m²) belirlenmiştir. Çerçeve içerisine düşen yabancı ot türleri örneklenmiş ve bu örneklerde TSWV varlığı RT-qPCR yöntemi ile araştırılmıştır. Seralarda en yaygın türler *Amaranthus retroflexus* L., *Amaranthus viridis* L. ve *Erigeron canadensis* L. olarak belirlenmiştir. Yabancı ot örneklerinde TSWV için yapılan RT-qPCR analizi sonucunda: *Malva neglecta* Wallr., *Oxalis corniculata* L., *Melilotus officinalis* (L.) Pall., *Medicago polymorpha* L., *Parietaria judaica* L. ve *Erigeron canadensis* L. yabancı ot türlerinin TSWV ile enfekteli olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular, domates ve biber örtüaltı yetiştiriciliği yapılan alanlarda yabancı ot popülasyonlarının TSWV'nin ürünlere taşınmasında önemli potansiyel rezervuar olduğunu göstermektedir. Ayrıca seralarda viral hastalık kontrol stratejilerinin oluşturulmasında yabancı ot mücadelesinin önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: domates lekeli solgunluk virüsü, RT-qPCR, sera, TSWV, sebze

Determination Occurrence of Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV) Infection on Host Weed Species in Greenhouse Tomato and Pepper in the Mediterranean Region

ABSTRACT

This study was planned to assess the frequency of weed species and the infection status of Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV) in greenhouse cultivation areas of tomatoes and peppers during the fall and spring seasons from 2021 to 2022 in the Mediterranean Region. Surveys were conducted in 88 greenhouses, evaluating 1% of the total production area in the Mediterranean Region, with 37 different weed species to investigate the occurrence of TSWV infection. 1m² frames were thrown in the sampling greenhouses to determine weed density (plants m⁻²) randomly. Weed species within the frames were sampled, and the presence of TSWV in these samples was investigated using the RT-qPCR method. *Amaranthus retroflexus* L., *Amaranthus viridis* L. and *Erigeron canadensis* L. were identified as the most prevalent species in the greenhouses. The RT-qPCR analysis for TSWV in weed samples revealed that *Malva neglecta* Wallr., *Oxalis corniculata* L., *Melilotus officinalis* (L.) Pall., *Medicago polymorpha* L., *Parietaria judaica* L., and *Erigeron canadensis* L. were identified as host weed species infected with TSWV. These findings indicate that weed populations in areas where tomatoes and peppers are grown in greenhouses serve as significant potential reservoirs for TSWV transmission to crops. Furthermore, they underscore the importance of weed control in greenhouse conditions for developing effective strategies to manage viral diseases.

Keywords: tomato spotted wilt virus, RT-qPCR, greenhouse, TSWV, vegetables

ORCID ID (Yazar sırasına göre):

0000-0002-7220-9335, 0000-0003-4574-0443, 0000-0001-6730-8809

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi:19.12.2023

Kabul Tarihi: 27.06.2024

¹Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 01321, Adana, Türkiye.

*E-posta: hilmiturun@hotmail.com

Akdeniz Bölgesi Örtüaltı Domates ve Biber Alanlarında Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV)'a Konukçu Yabancı Ot Türleri ile Enfeksiyon Durumunun Belirlenmesi

Giriş

Domates (*Solanum lycopersicum* L.) ve biber (*Capsicum annuum* L.) ülkemiz için önemli tarım ürünleri olup, Solanaceae familyası içerisinde bulunan ve insan beslenmesinde sofralarda gerek çiğ gerekse pişirilerek tüketilen sebzelerin başında gelmektedir. Türkiye'de hemen hemen her yerde yetiştirilebilen domates ve biber üretiminin örtüaltı (sera, cam, plastik vs.) değerleri incelendiğinde 2022 verilerine göre Adana, Antalya ve Mersin illerinin toplamı ülkenin üretim alanlarının %77.74 (28206.7 ha)'lük kısmını, üretimin ise %75.79 (3947177 ton)'luk kısmını karşılamaktadır (TUIK, 2023).

Bütün kültür bitkilerinde olduğu gibi domates ve biber yetiştiriciliğinde de birçok bitki koruma zararlısı (böcek, patojen, yabancı ot vs.) sorunuyla karşılaşmaktadır. Bunların başında ise verim ve kaliteyi olumsuz etkileyen yabancı otlar gelmektedir. Yabancı otlar kültür bitkisi yetiştirilen alanlarda ısı, ışık ve besin rekabetine girerek kültür bitkilerinde gelişim geriliğine sebep olurlar. Bu nedenle domates ve biber gibi ekonomik öneme sahip olan ürünlerde de yabancı otlar girdi maliyetlerini arttırmaktadır.

Ülkemizde farklı bölgelerde domates ve biber üretim alanlarında yapılan surveylerde ve çalışmalarda *Amaranthus* spp., *Chenopodium album* L., *Convolvulus arvensis* L., *Cyperus rotundus* L., *Echinochloa* spp., *Melilotus officinalis* (L.) Desr., *Phelipanche* spp., *Polygonum aviculare* L., *Portulaca oleracea* L., *Setaria viridis* (L.) P.B., *Solanum nigrum* L., *Sorghum halepense* (L.) Pers. ve *Xanthium strumarium* L. gibi yaygın türlerin üretimde problem olduğu bildirilmiştir (Özkut, 1976; Sırma ve ark., 2001; Kitiş, 2002; Pamukoğlu, 2011; Öztaşlan ve Kendal, 2014; Sırrı, 2014; İbrişim ve Kitiş, 2020; Akelma ve ark., 2022). Bunun yanında domates ve biber üretiminde sorun olan türlere karşı solarizasyon, malçlama, farklı mekanik uygulamalar, allelopati, herbisit ve tuzak bitki kullanımı gibi bazı önemli olabilecek mücadele yöntemleri denenmiş, ancak bu tarz çalışmalara ek olarak farklı mücadele yöntemlerinin geliştirilmesi ve üretici nezdinde de yaygınlaştırılması gerektiği ortaya çıkarılmıştır (Şenol, 1999; Kaya, 2011; Arslan ve ark., 2012; Ateş ve Uygur, 2013; Aksoy ve

ark., 2014; Arslan ve Uygur, 2014). Fakat yabancı otlarla mücadele edilmemesi durumunda ürün yetiştirilen alanlarda zararlılara ve bazı patojenlere ise konukçuluk ederler. Hatta zararlı ve tehlikeli patojenlerin gerek vektörlerle gerekse mekanik yolla ürünlere taşınmasını sağlarlar.

Dünyada bitkiler ve bitkisel ürünlerin ticaretinin artması ise viral patojen etmenlerinin ve vektörlerinin yaygınlığının artmasına neden olmuştur. Kimyasal mücadele yöntemlerinin uygulanamaması ve kontrol yöntemlerinin dayanıklı çeşit ile koruyucu önlemlere dayanması viral etmenlerle mücadeleyi zorlaştırmış, konukçu spektrumunu arttırmış ve değişen çevre koşullarında viral hastalıkların önemini arttırmıştır (Hanssen ve ark., 2010). Viral etmenler ürünlerde değişen oranlarda verim ve kalite kayıplarına neden olmaktadır (Keles Ozturk ve ark., 2019; Keles Ozturk ve ark., 2020).

Bu patojenler içerisinde Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV) ise önemli bir viral patojendir. TSWV, kültür bitkilerinde en fazla ekonomik öneme sahip ilk 10 virüs içerisinde ilk sıralarda yer almaktadır (Scholthof ve ark., 2011; CABI, 2023). TSWV, *Tospovirus* cinsine ve *Bunyaviridae* familyasına ait bir virüstür. Bu virüs 1915 yılında Avustralya'da domates bitkilerinde ortaya çıkmış ve 1930'lu yıllarda Hawaii ve farklı Avrupa ülkelerinde tespit edilmiştir (Adkins, 2000; CABI, 2023). Tropikal ve subtropikal ılıman iklimlerde yaygın olan TSWV'nin dünyada tarımsal ürünlerde her yıl 1 milyar dolardan fazla bir kayba neden olduğu tahmin edilmektedir (Uhrig ve ark., 1999; Griep ve ark., 2000; CABI, 2023). TSWV'nin konukçu çevresinin oldukça geniş olması (Parrella ve ark., 2003) ve trips türleri ile kolayca taşınabilmesi (Şevik, 2008; Kormelink ve ark., 2021; CABI, 2023; EPPO, 2023) epidemide ve meydana gelen verim kayıplarında önemli rol oynamaktadır (Gopal ve Uphadhyaya, 1991; Roselló ve ark., 1996; Granval de Millan ve ark., 1998; Arli-Sokmen ve Sevik, 2013). TSWV, domates veriminde %42.1 ve pazar değerinde ise %95.5 oranında azalmaya neden olmuştur. Domates mahsulündeki TSWV enfeksiyonu, enfekte bitkilerde meyvelerin ağırlığında,

Akdeniz Bölgesi Örtüaltı Domates ve Biber Alanlarında Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV)'a Konukçu Yabancı Ot Türleri ile Enfeksiyon Durumunun Belirlenmesi

toplam sayısında, genişliğinde ve uzunluğunda önemli azalmalara neden olmuştur (Sevik ve Arli-Sokmen, 2012).

Türkiye’de TSWV, ilk olarak Çanakale ilinde tütün yetiştirilen alanlarda 1979 yılında tespit edilmiştir (Azeri, 1981). Ülkemizde 1995 yılında Akdeniz Bölgesi Mersin ilinde yapılan bir çalışmada, TSWV etmeninin varlığı domates bitkisinde ilk olarak bildirilmiştir (Güldür ve ark., 1995). Türkiye’deki bazı çalışmalar incelendiğinde Antalya ili Demre ili ilçesinde 2019 yılında örtüaltı biber yetiştiriciliğinde TSWV enfeksiyonu bulunma durumu %57 olarak tespit edilmiştir (Beşkeçili ve ark., 2021). Adana ilinde açık alanda yetiştirilen biberlerde TSWV’nin varlığı araştırılmış ve alınan örneklerde bulunma oranı %10,6 oranında belirlenmiştir (Keleş Öztürk ve Baloğlu, 2020). Ayrıca Doğu Akdeniz Bölgesi’ni oluşturan Adana, Mersin, Hatay, Kahramanmaraş ve Osmaniye illerinde açıkta biber yetiştiriciliği yapılan alanlarda mevcut virüslerin saptanması ve örneklerde yaygınlığının belirlenmesi amacıyla 2014 ve 2015 yıllarında survey çalışması yapılmış ve alınan biber örneklerinde TSWV oranı % 4,66 olarak belirlenmiştir (Keleş Öztürk ve Baloğlu, 2019). Bu çalışma kapsamında TSWV etmeninin iller bazında bulunma oranları ise Adana ilinde %10,6, Hatay ilinde %1,3, Kahramanmaraş ilinde %0, Mersin ilinde %9,3 ve Osmaniye ilinde %2,1 olarak belirlenmiştir. Ayrıca yabancı otlar da TSWV’nin önemli inokulum rezervuar kaynağıdır. *Amaranthus* spp., *Calendula arvensis* (Vaill.) L., *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Convolvulus arvensis* L., *Cuscuta* sp., *Datura stramonium* L., *Ecballium elaterium* L., *Erigeron canadensis* L., *Malva sylvestris* L., *Portulaca oleracea* L., *Senecio vulgaris* L., *Solanum nigrum* L., *Sonchus* spp., *Sorghum halepense* L., *Stellaria media* (L.) Vill., *Trifolium* spp. ve *Xanthium spinosum* L. gibi yaygın ve önemli bazı yabancı ot türleri TSWV’yi taşıyabilmektedir (Lavina ve ark., 1996; Jordá ve ark., 2000; Arli-Sokmen ve ark., 2005; EPPO, 2023). Dahası vektör aracı olan bazı thripsler yardımı ile yabancı otlara ve bir sonraki üretim sezonunda konukçu ürüne taşınabilmektedir (Bautista ve ark., 1995; Ochoa Martinez ve ark., 1999; Groves ve ark., 2002).

Nitekim Çukurova’da yapılan çalışmalarda ve surveylerde *Frankliniella* spp. and *Thrips* spp. türlerinin bazı yabancı otlar üzerinde görüldüğü ve bu virüsü taşıdığı bildirilmiştir (Atakan ve Uygur, 2005; Atakan ve ark., 2013).

Bu çalışma Akdeniz Bölgesi Adana, Antalya ve Mersin illeri örtüaltı domates ve biber yetiştirilen alanlarda sorun olan yabancı ot türlerinin, familyalarının, yoğunluklarının ve rastlama sıklıklarının belirlenmesi, TSWV’ye karşı konukçu durumunda bulunabilen yabancı ot türlerinin saptanması ve TSWV’nin örnekleme yapılan ürünlerde bulaşıklık durumunun ortaya çıkarılması amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, Akdeniz Bölgesi’nde örtüaltı domates ve biber yetiştiriciliğinin yoğun yapıldığı alanlarda, yetiştiriciliği sınırlayan bazen de engel olan TSWV’nin varlığı ile konukçusu olan yabancı ot türlerinin saptanması hedeflenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Örtüaltı domates ve biber üretim alanlarından survey çalışması

Çalışma Adana, Antalya ve Mersin illeri örtüaltı domates ve biber yetiştiriciliği yapılan alanlarda yürütülmüştür. Bu illerde domates ve biber örtüaltı üretimin yoğun olarak yapıldığı alanlarında bulunan önemli yabancı ot türlerinde TSWV’nin varlığının araştırılması amacıyla surveyler yapılmıştır. Survey çalışmaları toplam alanın yaklaşık %1’ini temsil edecek şekilde yapılmıştır.

Surveyler 2021 ve 2022 yılları içerisinde güz ve bahar dönemi örtüaltı domates ve biber üretim alanlarında toplam 88 üretim serasında; Adana ilinde 17.50 hektar alanda 14 serada, Antalya ilinde 11.90 hektar alanda 37 serada ve Mersin ilinde 27.10 hektar alanda 37 serada yabancı ot sayımları ile yabancı otlarda TSWV için örnekleme yapılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Özellikle TSWV belirtisi gösteren domates ve biber bitkilerinin etrafındaki yabancı ot örnekleri alınmıştır. Belirti görülmemesi durumunda tesadüfi örnekleme yapılmıştır (Bora ve Karaca, 1970).

Akdeniz Bölgesi Örtüaltı Domates ve Biber Alanlarında Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV)'a Konukçu Yabancı Ot Türleri ile Enfeksiyon Durumunun Belirlenmesi

Yabancı ot tür ve yoğunluklarının belirlenmesi

Yabancı ot sayımları domates ve biber örtüaltı alanlarında köşegenler doğrultusunda gerçekleştirilmiş olup, alanın 5-10 m içerisinde başlanarak yapılmış ve her ayrı incelenen örtüaltı domates ile biber alanında 5 adet (kez) çerçeve atılmıştır. Böylece çerçeve içerisine giren yabancı otların rastlama sıklıkları (%) ve yoğunlukları (adet/m²) hesaplanmıştır (Odum, 1971; Uygur ve ark., 1984). Rastlama sıklığı, yabancı ot türünün survey yapılan toplam alan içerisinde yüzde kaçında karşılaşıldığını gösteren değer alınmasıyla elde edilmiştir. Yoğunluk ise atılan çerçeve (metrekaredeki) içerisine düşen toplam bitki sayılarının, toplam survey yapılan çerçeve adedine bölünmesiyle hesaplanmıştır (Odum, 1971). Çizelge 1'de yabancı otların genel kaplama alanları ile sera örnekleme sayıları verilmiştir.

Sera içerisinde popülasyona hakim olan yabancı ot türlerine ait örnekler, hem TSWV ile

bulaşıklık belirtisi gösteren domates ve biber bitkilerinin etrafından, hem de belirtisi göstermeyen yabancı ot türleri alınarak yapılmıştır. Serada virüs belirtisi gösteren domates ve biber bitkilerinin bulunduğu kısımlarda, gerek sıra üstü gerekse sıra aralarından çıkış yapan yabancı ot örnekleri toplanmıştır. Sera içerisinde en az 2 farklı noktada yabancı ot örnekleme yapılmıştır. TSWV belirtisi gösteren veya göstermeyen yabancı ot türleri belirlenerek, bu türler kaydedilmiştir. Virüs simptomu göstermeyen seralarda ise sadece 1 noktada yabancı ot yoğunluğunun yüksek olduğu herhangi bir biber veya domates bitkisinin çevresinden rastgele örnek alınmıştır. Alınan her bir yabancı ot türü ayrı ayrı kağıt poşetlere konulmuştur. Ayrıca arazi çalışması esnasında türü teşhis edilemeyen yabancı otlar laboratuvara getirilerek Flora of Turkey (Davis, 1965-1988) kitabı yardımıyla teşhis edilmiştir. Daha sonra TSWV için testlenmek üzere viroloji laboratuvarına getirilmiştir.



Şekil 1. Örnekleme noktalarının haritası

Akdeniz Bölgesi Örtüaltı Domates ve Biber Alanlarında Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV)'a Konukçu Yabancı Ot Türleri ile Enfeksiyon Durumunun Belirlenmesi

Çizelge 1. Survey yapılan sera alanları ve alınan örnek sayıları.

İller	Örtüaltı		Toplam			
	Domates (ha)	Örnekleme sayısı	Biber (ha)	Örnekleme sayısı	Örtüaltı (ha)	Örnekleme sayısı
Adana	16.50	12	1.00	2	17.50	14
Antalya	9.90	27	2.00	10	11.90	37
Mersin	16.65	22	10.45	15	27.10	37
Total	43.05	61	13.45	27	56.50	88

Örnekleme yapılan yabancı ot türlerinde TSWV'nin tespiti

Nükleik asit izolasyonu: Örtüaltı domates ve biber yetiştirilen alanlardan toplanan yabancı ot örneklerinin yaprakları kullanılarak total RNA izolasyonu yapılmıştır. RNA izolasyonunda Plant/Fungi Total RNA Purification Kit (NORGEN BIOTEK CORP.) kullanılmıştır. Kit protokolüne uyularak RNA izolasyonu yapılmıştır. Örneklerin RNA miktarları Maestrogen NanoDrop spektrofotometre ile kontrol edilmiştir. Elde edilen total RNA örnekleri -20°C'de derin dondurucuda muhafaza edilmiştir.

Real Time - Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction (RT-qPCR): Yabancı ot örneklerinden TSWV'nin tespiti için TSWV nükleoprotein geninin korunmuş bölgeleri içinde tasarlanmış TSWV oligonükleotid primerleri ve probu (TSWV-CP-17F 5'-CTC TTG ATG ATG CAA AGT CTG TGA-3'; TSWV-CP-100R 5'-TCT CAA AGC

TAT CAA CTG AAG CAA TAA-3' TSWV-CP-73T 5'-AGG TAA GCT ACC TCC CAG CAT TAT GGC AAG-3) kullanılmıştır (Boonham ve ark., 2001; OEPP/EPPO Bulletin, 2004).

Analizde RealTime ready RNA Virus Master Mix (Roche Life Science) kullanılmıştır. Real Time RT-PCR Master mix protokolü doğrultusunda her bir reaksiyon için: 8,6 µl su (PCR grade water), 4 µl Reaction buffer 5x conc., 0,4 µl Enzyme blend 50x conc., 0,8 µl (10 µM) Primer Fw, 0,8 µl (10 µM) Primer Rv ve 0,4 µl (10 µM) Probe eklenerek hacim 15 µl'ye ayarlanmış ve 5 µl RNA eklenerek toplam 20 µl hacimde çalışılmıştır.

Hazırlanan reaksiyon karışımı Roche Light Cycler cihazına yerleştirilerek Çizelge 2'de belirtilen RT-qPCR programı kullanılmıştır. Cq değeri 40'ın altında olan yabancı ot örnekleri TSWV ile enfekteli olarak değerlendirilmiştir (Boonham et al., 2001; OEPP/EPPO Bulletin, 2004).

Çizelge 2. RT-qPCR çalışmalarında kullanılacak olan termal döngüler

Program adı	Döngü sayısı	Sıcaklık (°C)	Süre	Acquisition mode	Ramp rate (°C/s)
Reverse Transcription	1	50	8 dk	NONE	4.4
Initial Denaturation	1	95	30 sn	NONE	4.4
Amplification	45	95	1 sn	NONE	4.4
		60	20 sn	NONE	2.2
		72	1 sn	Single	4.4
Cooling	1	40	30 sn	-	4.4

Akdeniz Bölgesi Örtüaltı Domates ve Biber Alanlarında Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV)'a Konukçu Yabancı Ot Türleri ile Enfeksiyon Durumunun Belirlenmesi

Bulgular ve Tartışma

Örnekleme yapılan seralarda yabancı ot yaygınlık ve yoğunluğunun belirlenmesi

Akdeniz Bölgesi Adana (%1.00), Antalya (%11.24) ve Mersin (%6.19) domates ve biber sera alanlarında bulunan yabancı otların populasyon yoğunluklarının saptanması amacıyla toplam 88 serada survey yapılmış ve yabancı ot genel kaplama alanlarının ortalaması %7.49 olarak belirlenmiştir. Survey sonucunda 15 farklı familyaya ait 37 yabancı ot türü tespit edilmiştir. Bu yabancı ot türlerinden 4 adedi monokotiledon, 32 adedi dikotiledon ve 1 adedi parazit bitki olarak kaydedilmiştir. Saptanan yabancı ot türleri rastlanma sıklığı açısından değerlendirildiğinde ilk sırayı 23.86% rastlama sıklığı ile *Amaranthus viridis* L. ve *Erigeron canadensis* L. alırken, bunu 20.45% oranıyla *Amaranthus retroflexus* L., 10.23% oranıyla *Medicago polymorpha* L., 7.95% oranıyla *Cyperus rotundus* L., *Trifolium repens* L., *Portulaca oleracea* L. ve *Solanum nigrum* L. türleri izlemiştir. Diğer yabancı ot türlerinin ise

rastlanma sıklığı 7%'nin altında kalmıştır (Çizelge 3). Tokat ili domates üretim alanlarında Sırma ve ark. (2001) 98 tarlada 78.6 hektar alanda 25 familyaya ait 49 tür belirlemiş, bunlardan *Amaranthus retroflexus* L., *Chenopodium album* L., *Convolvulus arvensis* L., *Cyperus rotundus* L. ve *Echinochloa crus-galli* (L.) P.B. türlerini önemli olarak saptamıştır. Benzer şekilde Kumluca (Antalya) ilçesinde İbrişim ve Kitiş (2020) 14.8 hektar alanda 65 domates serasında gerek rastlama sıklığı gerekse yoğunluk bakımından en önemli türleri *Amaranthus retroflexus* L., *Cyperus rotundus* L., *Melilotus officinalis* (L.) Desr. ve *Portulaca oleracea* L. olarak belirlemiş ve yapılan çalışmalarla tespit edilen bazı yabancı ot türlerinin örtüştüğü görülmüştür. Ege Bölgesi'nde İzmir ve çevresinde yapılan başka bir çalışmada, domates ve biber üretim alanlarında yabancı ot surveylerinde en yoğun türlerin *Amaranthus* spp., *Chenopodium album* L. ve *Portulaca oleracea* L. olduğu bildirilmiştir (Özkut, 1976).

Çizelge 3. Domates ve biber seralarında saptanan yabancı ot türleri, rastlanma sıklıkları (%) ve yoğunlukları (adet/m²)

Familya	Yabancı ot türü	EPO kodu	Yaşam döngüsü*	Rastlama Sıklığı (%)	Yoğunluk (adet/m ²)	Kaplama alanı (%)
Amaranthaceae	<i>Amaranthus blitum</i> L.	AMALI	A	1.14	<0.01	0.01
	<i>Amaranthus deflexus</i> L.	AMADE	A, P	1.14	0.01	0.02
	<i>Amaranthus graecizans</i> L.	AMAGR	A	1.14	<0.01	<0.01
	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	AMARE	A	20.45	0.45	1.25
	<i>Amaranthus viridis</i> L.	AMAVI	A	23.86	0.15	0.61
Asteraceae	<i>Erigeron bonariensis</i> L.	ERIBO	A, P	3.41	0.02	0.06
	<i>Erigeron canadensis</i> L.	ERICA	A	23.86	0.13	0.43
	<i>Lactuca serriola</i> L.	LACSE	A, B	1.14	<0.01	0.03
	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	SONOL	A	1.14	<0.01	0.01
Boraginaceae	<i>Heliotropium europaeum</i> L.	HEOEU	A	1.14	<0.01	<0.01
Caryophyllaceae	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	STEME	A	2.27	0.01	0.03
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	CONAR	P	2.27	0.01	0.02
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i> L.	CYPRO	P	7.95	0.10	0.12
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia nutans</i> Lag.	EPHNU	A	1.14	<0.01	<0.01
Fabaceae	<i>Medicago lupulina</i> L.	MEDLU	A, P	1.14	<0.01	0.03
	<i>Medicago polymorpha</i> L.	MEDPO	A	10.23	0.12	0.56
	<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall.	MEUOF	A, P	3.41	0.03	0.16
	<i>Prosopis farcta</i> (Banks & Sol.) J.F.Macbr.	PRCST	P	1.14	<0.01	<0.01
	<i>Trifolium alexandrinum</i> L.	TRFAL	P	1.14	<0.01	0.01
	<i>Trifolium pratense</i> L.	TRFPR	P	2.27	0.02	0.08
	<i>Trifolium repens</i> L.	TRFRE	P	7.95	0.04	0.20
	<i>Trifolium resupinatum</i> L.	TRFRS	P	3.41	0.02	0.07
	<i>Trifolium</i> spp.	TRFSS	P	4.55	0.02	0.01
	<i>Vicia sativa</i> L.	VICSA	A	6.82	0.04	0.18

Akdeniz Bölgesi Örtüaltı Domates ve Biber Alanlarında Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV)'a Konukçu Yabancı Ot Türleri ile Enfeksiyon Durumunun Belirlenmesi

Çizelge 3'ün devamı.

Familiya	Yabancı ot türü	EPPO kodu	Yaşam döngüsü*	Rastlama sıklığı (%)	Yoğunluk (adet/m ²)	Kaplama alanı (%)
Malvaceae	<i>Malva neglecta</i> Wallr.	MALNE	A	1.14	<0.01	0.02
	<i>Malva parviflora</i> L.	MALPA	A, P	3.41	0.01	0.02
	<i>Malva sylvestris</i> L.	MALSI	B	1.14	<0.01	0.02
Orobanchaceae	<i>Phelipanche ramosa</i> (L.) Pomel	ORARA	A, P	4.55	0.08	0.22
Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i> L.	OXACO	A, P	4.55	0.03	0.07
Poaceae	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	DIGSA	A	5.68	0.05	0.42
	<i>Echinochloa colonum</i> (L.) Link	ECHCO	A	4.55	0.07	0.11
	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	ELEIN	A	2.27	0.03	0.04
	<i>Setaria viridis</i> (L.) P.Beauv.	SETVI	A	1.14	0.01	0.02
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	POROL	A	7.95	0.08	0.25
Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i> L.	SOLNI	A, P	7.95	0.05	0.37
Urticaceae	<i>Parietaria judaica</i> L.	PAIDI	P	1.14	<0.01	0.02
	<i>Urtica urens</i> L.	URTUR	A	3.41	0.01	0.01

(*) A: Tek yıllık, B: İki yıllık, P: Çok yıllık. EPPO: European and Mediterranean Plant Protection Organization

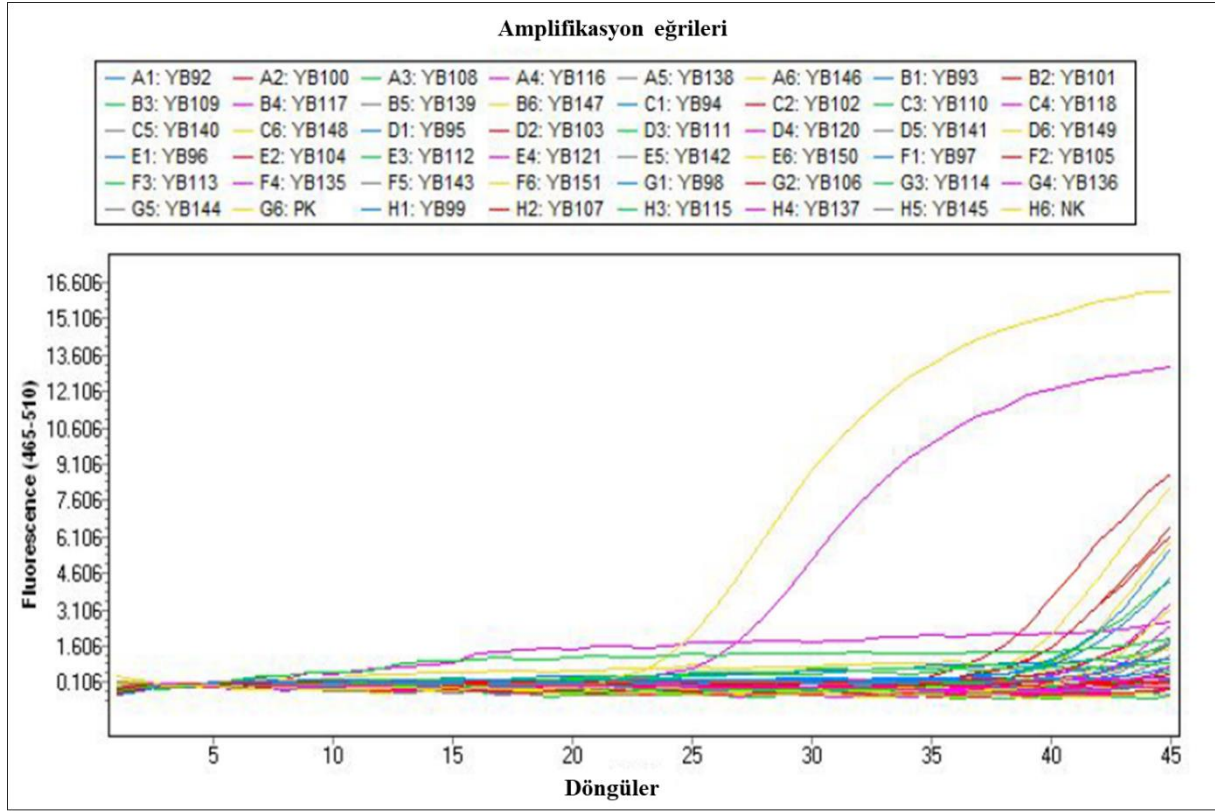
Çalışma kapsamında yapılan surveyde, seralarda tespit edilen yabancı otlar yoğunluklarına göre değerlendirildiğinde 0.45 adet/m² yoğunluk ile *Amaranthus retroflexus* L. ilk sırada yer almaktadır. Yoğunluk bakımından bu yabancı otu sırasıyla *Amaranthus viridis* L. (0.15 adet/m²) ve *Erigeron canadensis* L. (0.13 adet/m²) izlemiştir. Tür kaplama alanı bakımından *Amaranthus retroflexus* L. 1.25%'lik oranla ilk sırada yer almış, onu 0.61% ile *Amaranthus viridis* L. ve 0.56% ile *Medicago polymorpha* L. takip etmiştir (Çizelge 3). Akdeniz Bölgesi surveylerinde olduğu gibi Antalya Kumluca ilçesi domates seralarında *Amaranthus retroflexus* L. 5.70 adet/m², *Melilotus officinalis* (L.) Desr. 4.40 adet/m² ve *Portulaca oleracea* L. 3.50 adet/m² (İbrişim ve Kitiş, 2020), Diyarbakır Lice'de *Amaranthus retroflexus* L. 4.63 adet/m², *Convolvulus arvensis* L. 4.09 adet/m², *Sorghum halepense* (L.) Pers. 4.06 adet/m², *Solanum nigrum* L. 3.37 adet/m², *Echinochloa colonum* (L.) Link. 3.04 adet/m² ve parazitik yabancı otlardan *Phelipanche ramosa* (L.) Pomel 3.73 adet/m² (Özaslan ve Kendal, 2014) ile fazla yoğunluk oluşturan bazı türler benzerlik göstermiştir.

TSWV'nin yabancı ot örneklerinde bulunma durumu

Akdeniz Bölgesi'nde örtüaltı domates ve biber yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı Antalya, Mersin ve Adana illerine ait alanlarda 2021 ve 2022 yıllarında yapılan survey çalışmalarında toplanan yabancı ot örnekleri TSWV yönünden incelenmiştir. Çalışma kapsamında, Çizelge 3'de belirtilen 15 farklı familyadan 37 yabancı ot türünü içeren toplam 191 adet örnek incelenmiştir. Bu yabancı ot örneklerinde TSWV'nin varlığı RT-qPCR yöntemi kullanılarak araştırılmıştır.

Antalya ili Kumluca ilçesi örtüaltı domates üretim alanının iç kısmından alınan *Malva neglecta* Wallr. ve *Oxalis corniculata* L. yabancı ot türleri Antalya Demre ilçesi domates serasının içinden alınan *Melilotus officinalis* (L.) Pall., Antalya ili Serik ilçesi domates serası içinden alınan *Medicago polymorpha* L. ile Antalya ili Aksu ilçesi örtüaltı domates üretim alanının iç kısmından alınan *Oxalis corniculata* L., *Parietaria judaica* L. ve *Erigeron canadensis* L. yabancı ot türleri TSWV ile enfekteli bulunmuştur (Şekil 2).

Akdeniz Bölgesi Örtüaltı Domates ve Biber Alanlarında Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV)'a Konukçu Yabancı Ot Türleri ile Enfeksiyon Durumunun Belirlenmesi



Şekil 2. RT-qPCR analizi sonucunda TSWV ile enfekteli olduğu belirlenen yabancı ot örnekleri: YB102: *Melilotus officinalis* (L.) Pall., YB114: *Malva neglecta* Wallr., YB118: *Oxalis corniculata* L., YB148: *Medicago polymorpha* L., YB157: *Oxalis corniculata* L., YB165: *Parietaria judaica* L., YB172: *Erigeron canadensis* L.

Samsun ilinde açıkta yetiştirilen biber üretim alanlarında yapılan bir çalışmada, 24 yabancı ot türünü testlemişler ve bunlardan 16 türün Cucurbit mosaic virus (CMV), Potato virus Y (PVY), Tobacco mosaic virus (TMV), Tomato mosaic virus (ToMV) ve TSWV'den herhangi biri ile tek veya karışık enfeksiyona sahip olduğunu belirlemişlerdir. Bunlardan, *Taraxacum officinale* (L.) Weber ex F.H.Wigg. (tekli enfeksiyon), *Datura stramonium* L. (CMV ve TSWV), ve *Hibiscus trionum* L. (PVY ve TSWV) yabancı ot türlerini TSWV ile enfekteli bulmuşlardır (Arli-Sokmen ve ark., 2005). İspanya'da yapılan bir çalışmada da *Calendula arvensis* (Vaill.) L., *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Convolvulus arvensis* L., *Diploaxis erucoides* (L.) DC., *Erigeron canadensis* L., *Malva sylvestris* L., *Trifolium* sp. ve *Rumex* sp. yabancı ot türlerinin TSWV ile enfekteli olduğunu belirlemiş (Lavigne ve ark., 1996) ve yapılan

çalışmayla benzer türlerin enfekteli olabileceği ortaya çıkarılmıştır.

Sonuç

Bu çalışma kapsamında, Akdeniz Bölgesi'nde Adana, Antalya ve Mersin illeri örtüaltı domates ve biber üretim alanlarının iç ve dış bölümlerinden yabancı ot örnekleri alınmıştır. Örnek alınırken öncelikle mozaik, beneklenme, bodurluk, damar bantlaşması, deformasyon gibi virüs belirtisi gösteren yabancı ot türlerinden örnekler alınmıştır. Ancak yabancı otların virüs rezervuarı olması ve genellikle latent durumda bulunması nedeni ile belirti göstermeyen türlerden de örnekler alınmıştır (Powell ve ark., 1984; Khan ve ark., 1991). Toplanan yabancı ot örneklerinde TSWV'nin varlığı RT-qPCR yöntemi ile incelenmiştir. Yapılan analizlerin sonucunda toplanan örneklerden, *Malva neglecta* Wallr., *Oxalis corniculata* L., *Melilotus*

Akdeniz Bölgesi Örtüaltı Domates ve Biber Alanlarında Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV)'a Konukçu Yabancı Ot Türleri ile Enfeksiyon Durumunun Belirlenmesi

officinalis (L.) Pall., *Medicago polymorpha* L., *Parietaria judaica* L. ve *Erigeron canadensis* L. yabancı ot türleri TSWV ile enfekteli olarak bulunmuştur. Domates ve biber yetiştiriciliğini sınırlayan ve kimyasal mücadelesi olmayan TSWV, *Thrips tabaci* Lindeman, 1889 ve *Frankliniella occidentalis* Pergande, 1895 vektörleriyle kalıcı bir şekilde taşınmaktadır. Yabancı otlar, sadece virüs rezervuarı olması nedeniyle değil, aynı zamanda TSWV taşıyan vektör thripslere ev sahipliği yapması nedeniyle de önemlidir. Ayrıca birçok yabancı ot türü yaygın viral etmenlerin konukçusu durumunda olabilmekte ve ürünlerde ciddi verim kayıplarına sebep olmaktadır (Lavina ve ark., 1996; Groves ve ark., 2002; Atakan ve ark., 2013; CABI, 2023; EPPO, 2023). Bu nedenle TSWV ile mücadelede, öncelikle dayanıklı/tolerat çeşitler tercih edilmelidir. Ayrıca kültürel önlemlere dikkat ederek, yetiştiricilik yapılan seralarda TSWV vektörü böceklerle ve virüs rezervuarı yabancı otlar ile entegre mücadele yapılmalıdır.

Teşekkür

Bu çalışma Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından desteklenen TAGEM/BSAD/Ü/21/A2/P1/2564 numaralı projenin çalışmalarından ayrı bir çalışma olarak yürütülmüştür.

Kaynaklar

Adkins, S. (2000). Tomato spotted wilt virus-positive steps towards negative success. *Molecular Plant Pathology* 1(3): 151-157.

Akelma, Z., Gürbüz, R., Alptekin, H. (2022). Determination of weed problems in tomato production areas of Iğdır province in Türkiye. *Turkish Journal of Weed Science* 25(2): 111-121.

Aksoy, E., Arslan, Z. F., Tetik, Ö., Eymirli, S. (2014). Domates tarlalarında sorun olan mısırlı canavar otunun [*Phelipanche aegyptiaca* (Pers.) Pomel] mücadelesinde bazı tuzak ve yakalayıcı bitkilerin allelopatik özelliklerinden yararlanma olanakları. *Journal of Agricultural Sciences* 20(2): 126-135.

Arli-Sokmen, M., Sevik, M. A. (2013). Spread of tomato spotted wilt virus from an internal virus source by thrips species in Samsun, Turkey. *Phytoparasitica* 41: 159-168.

Arli-Sokmen, M., Mennan, H., Sevik, M. A., Ecevit, O. (2005). Occurrence of viruses in field-grown pepper crops and some of their reservoir weed hosts in Samsun, Turkey. *Phytoparasitica* 33(4): 347-358.

Arslan, Z. F., Aksoy, E., Uygur, F. N. (2012). Doğu Akdeniz bölgesi örtüaltı domates yetiştiriciliğinde solarizasyon uygulamasının yabancı otlara ve verime etkisi. *Bitki Koruma Bülteni* 52(4): 349-366.

Arslan, Z. F., Uygur, F. N. (2014). Sebze üretiminde sorun olan yabancı otlara karşı bazı yeni ve etkili yöntemler: malç tekstili, fırçalama aleti ve keser çapa. *Bitki Koruma Bülteni* 54(3): 219-232.

Atakan, E., Kamberoğlu, M. A., Uygur, S. (2013). Role of weed hosts and the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, in epidemiology of Tomato spotted wilt virus in the Çukurova region of Turkey. *Phytoparasitica* 41: 577-590.

Atakan, E., Uygur, S. (2005). Winter and spring abundance of *Frankliniella* spp. and *Thrips tabaci* Lindeman (Thysan., Thripidae) on weed host plants in Turkey. *Journal of Applied Entomology* 129(1): 17-26.

Ateş, S., Uygur, F. N. (2013). Ekolojik yöntemlerle yetiştirilen patlıcan ve biberde yabancı ot mücadele yöntemlerinin ve etkinliklerinin araştırılması. *Nevşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2(1): 69-77.

Azeri, T. (1981). Preliminary report of tomato spotted wilt virus (TSWV) and its epidemic on tobacco in the Çanakkale Region of Turkey. *The Journal of Turkish Phytopathology* 10(2-3): 79-87.

Akdeniz Bölgesi Örtüaltı Domates ve Biber Alanlarında Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV)'a Konukçu Yabancı Ot Türleri ile Enfeksiyon Durumunun Belirlenmesi

- Bautista, R. C., Mau, R. F. L., Cho, J. J., Custer D. M. (1995). Potential of tomato spotted wilt tospovirus plant hosts in Hawaii as virus reservoirs for transmission by *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Phytopathology* 85(9): 953-958.
- Beşkeçili, M., Güneş, N., Gümüş, M. (2021). Antalya ili Demre ilçesi biber yetiştiriciliğinde tomato spotted wilt virus (TSWV) ve cucumber mosaic virus (CMV) etmenlerinin yaygınlığının belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 58(3): 399-405.
- Boonham, N., Smith, P., Walsh, K., Tame, J., Morris, J., Spence, N., Bennison, J., Barker, I. (2001). The detection of tomato spotted wilt virus (TSWV) in individual thrips using real-time fluorescent RT-PCR (TaqMan). *Journal of Virological Methods* 101: 37-48.
- Bora, T., Karaca, İ. (1970). Kültür Bitkilerinde Hastalığın ve Zararın Ölçülmesi. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, İzmir, Türkiye.
- CABI (2023). Tomato spotted wilt orthotospovirus (tomato spotted wilt). <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompndium.54086> (Erişim tarihi: 23.10.2023).
- Davis, P. H. (1965-1988). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands.*: Edinburgh University Press, Edinburgh, Great Britain.
- EPPO (2023) Tomato spotted wilt virus. EPPO datasheets on pests recommended for regulation. <https://gd.eppo.int/taxon/TSWV00> (Erişim tarihi: 25.10.2023).
- Gopal, K., Upadhyaya, H. D. (1991). Effect of bud necrosis disease on the yield of groundnut under field condition. *Indian Phytopathology* 44(2): 221-223.
- Granval de Millan, N., Piccolo, R., Gracia, O. (1998). Potato (*Solanum tuberosum* L.) tuber transmission of tospoviruses (TSWV, GRSV and TCSV) in Mendoza, Argentina: *Recent Progress in Tospovirus and Thrips Research*. D. Peters, R. Goldbach (Eds.), 46-47. Department of Virology, WAU, Wageningen, Netherlands.
- Griep, R. A., Prins, M., van Twisk, C., Keller, H. J. H. G., Kerschbaumer, R. J., Kormelink, R., Golbach, R. W., Schots, A. (2000). Application of phage display in selecting tomato spotted wilt virus-specific single-chain antibodies (scFvs) for sensitive diagnosis in ELISA. *Phytopathology* 90: 183-190.
- Groves, R. L., Walgenbach, J. F., Moyer, J. W., Kennedy, G. G. (2002). The role of weed hosts and tobacco thrips, *Frankliniella fusca*, in the epidemiology of tomato spotted wilt virus. *Plant Disease* 86(6): 573-582.
- Güldür, M. E., Marchouks, M. G. M., Yurtmen, E., Yılmaz, M. A. (1995). Mersin ve çevresinde yetiştirilen domateslerde zararlı yeni bir virüs Tomato Spotted Wilt Virus. VII. Türkiye Fitopatoloji Kongresi, 26-29 Eylül, Adana.
- Hanssen, I. M., Lapidot, M., Thomma, B. P. H. J. (2010). Emerging viral diseases of tomato crops. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 23: 539-548.
- İbrişim, H., Kitiş, Y. E. (2020). Kumluca (Antalya-Türkiye) ilçesi örtü altı domates yetiştiriciliğinde görülen yabancı otların bazı parametrelere bağlı yaygınlık ve yoğunlukları. *Turkish Journal of Weed Science* 23(1): 63-73.
- Jordá, C., Font, I., Lázaro, A., Juárez, M., Ortega, A., Lacasa, A. (2000). New natural hosts of tomato spotted wilt virus. *Plant Disease* 84(4): 489.
- Kaya, Y. (2011). Yeşil gübreleme ve malçlamanın sırik domates bitkisinde

Akdeniz Bölgesi Örtüaltı Domates ve Biber Alanlarında Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV)'a Konukçu Yabancı Ot Türleri ile Enfeksiyon Durumunun Belirlenmesi

- yabancı otlanmaya ve verime etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Keles Ozturk, P., Argun, D., Baloglu, S., Keles, D. (2019). Effects of tobacco etch virus (TEV) on the yield and quality of Karaisali pepper populations. *Journal of Agricultural Sciences* 25: 247-257.
- Keles Ozturk, P., Argun, D., Baloglu, S., Keles, D. (2020). Effect of Tobacco etch virus (TEV) on yield and quality of red pepper in Turkey. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus* 19(6): 101-111.
- Keleş Öztürk, P., Baloğlu, S., (2020). The determination of virus diseases for pepper grown into open fields in Adana. *Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* 39(7): 69-78.
- Khan, M. A., Hibino, H., Aguiro, V. M., Daquiao, R. D., Opina, O. S. (1991). Rice and weed hosts of tungro-associated viruses and leafhopper vectors. *Plant Disease* 75: 926-930.
- Kitiş, Y. E. (2002). Isparta ili domates ekiliş alanlarındaki yabancı otların, rastlama sıklıklarının ve yoğunluklarının belirlenmesi ve plastik toprak örtülerinin yabancı ot kontrolü ve domates verimine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Kormelink, R., Verchot, J., Tao, X., Desbiez, C. (2021). The bunyavirales: The plant-infecting counterparts. *Viruses* 13(5): 842.
- Lavina, A., Aramburu, J., Moriones, E. (1996). Occurrence of tomato spotted wilt and cucumber mosaic viruses in field-grown tomato crops and associated weeds in northeastern Spain. *Plant Pathology* 45(5): 837-842.
- Ochoa Martinez, D. L., Zavaleta-Mejfa, E., Mora-Aguilera, G., Johansen, N. R. M. (1999). Implications of weed composition and thrips species for the epidemiology of tomato spotted wilt in chrysanthemum (*Dendranthema grandiflora*). *Plant Pathology* 48(6): 707-717.
- Odum, E. P. (1971). *Fundamentals of Ecology*. W.B. Saunders Company, Philadelphia, London, Toronto.
- OEPP/EPPO Bulletin (2004). PM 7/34 (1) Tomato spotted wilt tospovirus. *OEPP/EPPO Bulletin* 34: 271-280.
- Özaslan, C., Kendal, E. (2014). Lice domatesi üretim alanlarındaki yabancı otların belirlenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 4(3): 29-34.
- Özkut, A. (1976). İzmir ve çevresi önemli sebze (domates, biber, patlıcan) alanlarında görülen yabancı ot türleri, bulunuş oranları ve savaş yöntemleri üzerinde araştırmalar. Uzmanlık Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Pamukoğlu, Z. (2011). Kahramanmaraş kırmızı biber alanlarında sorun olan yabancı otlar ve bunlarla mücadelede kritik periyodun belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Parrella, G., Gognalons, P., Gebre-Selassie, K., Vovlas, C., Marchoux, G. (2003). An update of the host range of tomato spotted wilt virus. *Journal of Plant Pathology* 85: 227-264.
- Powell, C. A., Forer, L. B., Stouffer, R. E., Commins, J. N., Gonsalves, D., Rosenberger, D. A., Hoffman, J., Lister, R. M. (1984). Orchard weeds as hosts of tomato ringspot and tobacco ringspot viruses. *Plant Disease* 68: 242-244.
- Roselló, S., Dfez, M. J., Nuez, F. (1996). Viral diseases causing the greatest economic losses to the tomato crop. I. The tomato

Akdeniz Bölgesi Örtüaltı Domates ve Biber Alanlarında Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV)'a Konukçu Yabancı Ot Türleri ile Enfeksiyon Durumunun Belirlenmesi

- spotted wilt virus - a review. *Scientia Horticulturae* 67(3/4): 117-150.
- Scholthof, K-B. G., 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(9): 938-954.
- Şenol, M. (1999). Tokat (Kazova)'da yetiştirilen domates (*Lycopersicon esculentum*) kültüründe sorun olan yabancı otlar ile uygulanan farklı savaş yöntemlerinin verime olan etkileri üzerine araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Şevik, M. A. (2008). Thrips (Thripidae: Thy.) türleri ile taşınan bitki virüsleri. *Derim* 25: 1-11.
- Sevik, M. A., Arli-Sokmen, M. (2012). Estimation of the effect of tomato spotted wilt virus (TSWV) infection on some yield components of Tomato. *Phytoparasitica* 40: 87-93.
- Sırma, M., Kadioğlu, İ., Yanar, Y. (2001). Tokat ili domates ekim alanlarında saptanan yabancı ot türleri, yoğunlukları ve rastlanma sıklıkları. Türkiye III. Herboloji Kongresi Bildiri Özetleri, 9-12 Ekim, Ankara.
- Sırrı, M. (2014). Tokat (Kazova) ve Konya (Çumra) ovalarında arazi kullanımına bağlı olarak yabancı ot dağılımının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- TUIK (2023). Türkiye İstatistik Kurumu. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim tarihi: 23.03.2023).
- Uhrig, J. F., Soellick, T. R., Minke, C. J., Philipp, C., Kellmann, J. W., Schreier, P. H. (1999). Homotypic interaction and multimerization of nucleocapsid protein of tomato spotted wilt tospovirus: Identification and characterization of two interacting domains. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 96: 55-60.
- Uygur, F. N., Koch, W., Walter, H. (1984). Yabancı Ot Bilimine Giriş, PLITS 1984/2(1). Verlag J. Margraf, Stuttgart, Germany.