

## Antalya, Mersin ve Samsun İlleri Örtü Altı Patlıcan Üretim Alanlarında Fusarium ve Verticillium Solgunluklarının Yaygınlığı ve İzolatların Virülensliklerinin Coğrafi Dağılımı

H. Handan Altınok<sup>1\*\*</sup>, H. Filiz Boyacı<sup>2</sup>, Volkan Topçu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Erciyes Üniversitesi Seyrani Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, KAYSERİ (ahandan@gmail.com)

<sup>2</sup>Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, ANTALYA

Geliş Tarihi : 31.10.2012

Kabul Tarihi : 20.02.2013

**ÖZET :** Örtü altı patlıcan yetiştiriciliğinin yaygın olduğu Antalya, Mersin ve Samsun illerinde 2010 ve 2011 yıllarında survey çalışmaları yapılarak, Fusarium ve Verticillium solgunluk hastalıklarının yaygınlık oranları ve hastalık şiddetleri belirlenmiştir. İzolatların virülenslikleri patojenite denemeleriyle saptanmış ve virülenslik oranlarının ilçelere göre dağılımı coğrafi bilgi sistemi veri tabanı kullanılarak haritalanmıştır. Antalya, Mersin ve Samsun illerinde survey yapılan alanların sırasıyla, ortalama % 40, % 60 ve % 50'sinin solgunluk hastalıkları ile bulaşık olduğu tespit edilmiştir. Antalya ili ve yöresinde Fusarium ve Verticillium solgunluk hastalıklarının ortalama yaygınlık oranları % 20 olarak saptanmıştır. Mersin ilinde ise, Fusarium solgunluğunun yaygınlık oranı yaklaşık % 35 oranında saptanırken, Verticillium solgunluğu % 5'in altında bulunmuştur. Samsun ili survey alanlarında sadece Verticillium solgunluğu belirlenmiştir. Toplam 176 izolatın, makroskopik ve mikroskopik incelemeler ve patojenite denemeleri sonucunda 112 tanesi *Fusarium oxysporum* (Schlechtend.:Fr.) f. sp. *melongenae* (Fomg) ve 64 tanesi *Verticillium dahliae* Kleb. olarak saptanmıştır. Virülensi en yüksek Fomg izolatları Kumluca, Finike, Kaş ve Demre (Antalya), Aydınçık ve Tarsus (Mersin) ilçelerinden, *V. dahliae* izolatları ise, Alanya ve Finike (Antalya), Anamur ve Gülnar (Mersin) ilçelerinden izole edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Survey, *Fusarium oxysporum* f. sp. *melongenae*, *Verticillium dahliae*, coğrafi dağılım

### Prevalence of Fusarium and Verticillium Wilts in Greenhouse Eggplant Production Areas of Antalya, Mersin and Samsun Provinces and Geographical Distribution of the Virulence of the Isolates

**ABSTRACT :** The prevalence rates and the severity of the wilting diseases were determined through the surveys carried out between 2010 and 2011 in Antalya, Mersin and Samsun where the greenhouse eggplant production is common. Virulence of the isolates were determined by pathogenicity experiments and the distribution of virulence rates by districts were mapped using a geographical information system database. Our findings indicate that survey fields in Antalya, Mersin and Samsun are infested with wilting diseases at 40%, 60% and 50%, respectively. In the districts of Antalya, the average prevalence rates of the Fusarium and Verticillium wilting diseases were detected about 20%. While the prevalence rate of the Fusarium is about 35% in Mersin, Verticillium was under 5%. *Verticillium* was the only pathogen isolated from the survey fields of Samsun. After morphological investigation, among a total of 176 isolates, 112 of them were identified as *Fusarium oxysporum* (Schlechtend.:Fr.) f. sp. *melongenae* (Fomg) and 64 of them as *Verticillium dahliae* Kleb., under light microscope. While the Fomg isolates were isolated from Kumluca, Finike, Kaş and Demre (Antalya), Aydınçık and Tarsus (Mersin), the most pathogenic *V. dahliae* isolates were isolated from Alanya and Finike (Antalya), Anamur and Gülnar (Mersin).

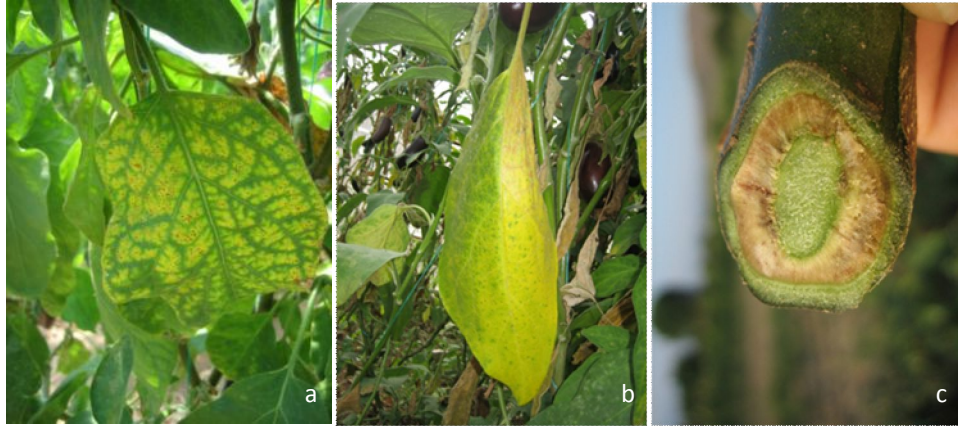
**Key words:** Survey, *Fusarium oxysporum* f. sp. *melongenae*, *Verticillium dahliae*, geographic distribution

### GİRİŞ

Türkiye, ekolojik koşulların uygunluğu ile dünya sebze üretiminde önemli bir yere sahiptir. Patlıcan (*Solanum melongena* L.) dünyada üretilen sebzeler içerisinde; domates, hıyar ve biber üretiminden sonra gelmektedir. FAO verilerine göre Türkiye, 31.000 hektar alandan 813,686 tonluk üretimle dünya ülkeleri arasında Çin, Hindistan ve Mısır'dan sonra dördüncü sırada yer almaktadır (FAO, 2009). Örtü altı patlıcan yetiştiriciliğinde solgunluk, kök çürüklüğü, külleme ve beyaz çürüklük fungal hastalıklarının yanı sıra, kurşuni küf hastalığının da son yıllarda yaygınlaştığı bildirilmiştir (Altınok, 2012). Toprak kökenli patojen *Fusarium oxysporum* (Schlechtend.:Fr.) f. sp. *melongenae* (Fomg) % 50'ye varan verim kaybıyla ülkemiz patlıcan yetiştiriciliği açısından önemli bir

sorundur (Altınok, 2005). Yeşil aksam belirtileri oldukça benzer olan Fomg ve *Verticillium dahliae* Kleb. etmenlerinin neden olduğu solgunluk hastalıkları için iletim demeti belirtileri daha karakteristiktir (Şekil 1). Enfekteli bitkilerde ksilemde gözlenen kahverengileşme, Fusarium solgunluğunda floem dokusuna kadar ulaşabilirken, Verticillium solgunluğunda ksilem dokusuyla sınırlı kalmaktadır (Stravato vd., 1993; Altınok ve Kamberoğlu, 2005). Genç köklerden bitkiye giren Fusarium solgunluk etmeni, makro ve mikrokonidileriyle iletim demetlerini tıkayarak su ve besin elementlerinin taşınmasını engellemekte, alt yapraklardan üst yapraklara doğru bitkide genel bir solgunluğa neden olmakta ve şiddetli enfeksiyonlarda bitkiyi tamamen kurutabilmektedir (Altınok, 2005).

\* Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) Başkanlığı tarafından desteklenen TOVAG 109 O 524 numaralı proje kapsamındaki çalışmaların bir bölümüdür.



Şekil 1. a: Verticillium solgunluğu yaprak simptomu, b: Fusarium solgunluğu yaprak simptomu, c: Fusarium solgunluğu iletim demeti simptomu

Fungal etmen klamidospore formunda toprakta uzun yıllar canlı kalabilmektedir (Nelson vd., 1994). *Fusarium* türleri, dünyada Antarktika kıtası hariç tundra, çöl, tropik ve subtropik iklime adapte olabilen çok geniş bir dağılıma sahiptirler. Toprakta patojenik ve saprofitik çok sayıda *Fusarium* türü yaşamaktadır. Bunlar arasında *F. oxysporum*, toprakta bulunan lignin ve karbonhidratı parçalayarak saprofit olarak yaşama yeteneğine sahip aseksüel olarak üreyen yaygın toprak habitatlarıdır (Kistler, 2001). Büyük bir çoğunluğu faydalı bitki endofiti veya toprak saprofiti olmasına karşın, birçok türü de bitki patojeni olabilmektedir. *F. oxysporum* konukçuya özelleşmesi ile bilinen (“special form” veya “formae speciales”) karmaşık en yaygın patojen gruplarından biridir (Booth, 1971; Nelson vd., 1994; Kistler, 2001). Etmenin genetik karakterizasyonuna yönelik çalışmalarda, günümüzde tek vejetatif uyum grubu (VCG; Vegetative compatibility group) (VCG 0320) bildirilmiştir (Katan, 1999). Türkiye izolatları da aynı VCG grubunda yer almıştır (Altınok ve Can, 2010). Patlıcandan izole edilen *V. dahliae* izolatlarının genetik ve patojenik karakterizasyonuna yönelik çalışmalar Derviş vd. (2009) tarafından yapılmıştır. Hatay ili patlıcan üretim alanlarından elde edilen Fomg izolatları tek bir VCG grubuna, *V. dahliae* izolatları ise, farklı VCG gruplarına dahil olmuşlardır (Yıldırım ve Derviş, 2009).

*Verticillium dahliae*, ekonomik olarak önemli çok sayıda bitkide iletim demetlerini kolonize ederek solgunluğa neden olan toprak kökenli oldukça tahripkar fungal bir etmendir. Etmenin mikrosklerotları tarlada 6 yıldan uzun süre dormant olarak kalabilmektedir (Pegg

ve Brady, 2002). Toprakta uzun süre mikrosklerot formunda (*V. dahliae*) ve klamidospore olarak (Fomg) dormant halde uzun yıllar canlılığını sürdürebilen her iki etmenin mücadelesinde ekim nöbeti, dayanıklı çeşit kullanımı, toprak sterilantları, bazı fungusitler ve solarizasyon önerilmektedir. *Fusarium oxysporum*'un hava kökenli sporlarının uygun koşullarda sera toprağında yeniden kolonize olabilme yeteneğinden dolayı, toprak sterilantları yeterince başarılı olamamaktadır (Yücel, 1994). Günümüzde anaç olarak kullanılan çeşitlerin dışında, ticari olarak yetiştiriciliği yapılan patlıcan çeşitlerinde *Fusarium* solgunluk hastalığına karşı dayanıklılık bildirilmemiştir. Dünyada patlıcanda *Fusarium* solgunluğuna karşı yapılan araştırmaların çoğu dayanıklılık kaynaklarının belirlenmesine odaklanmıştır (Rizza vd., 2002; Boyacı, 2007; Mutlu, 2008; Boyacı vd., 2010). Başay vd. (2011) tarafından *Verticillium* solgunluğu hastalığının Türkiye’de patlıcanda verim ve kaliteyi önemli ölçüde azalttığı ve bu hastalığa karşı bazı dayanıklı ve tolerat patlıcan hatlarının geliştirildiği bildirilmiştir.

Örtü altı patlıcan yetiştiriciliğinin yaygın olduğu bölgelerde üreticinin önemli bir gelir kaynağı olması, bu üründe ortaya çıkan hastalıkların neden olduğu ekonomik kayıpların önemini daha da arttırmaktadır. Türkiye örtü altı patlıcan üretim alanlarında *Fusarium* solgunluk hastalığının özellikle Akdeniz Bölgesi gibi sıcak iklimin hakim olduğu bölgelerde yaygın olduğu Yücel (1994) ve Altınok ve Kamberoğlu (2005) tarafından rapor edilmiştir. Güney Doğu Anadolu Bölgesi’nde Şanlıurfa, Mardin, Batman ve Diyarbakır illerinde 2006 ve 2007 yıllarında patlıcan ekim alanlarında yürütülen survey çalışmalarında da

Fusarium solgunluk hastalığının Verticillium solgunluğuna oranla daha yaygın olduğu bildirilmiştir (Öğüt ve Kurt, 2009).

Son yıllarda solgunluk hastalıklarının Akdeniz Bölgesi'nde bazı yıllar önemli verim kayıplarına neden olduğu üreticilerden edinilen bilgiler arasındadır. Bu çalışma kapsamında, örtü altı patlıcan yetiştiriciliğinin yaygın olduğu Antalya, Mersin, Samsun illeri ve ilçelerinde sera ve yüksek tünellerde 2010 ve 2011 yıllarında survey çalışmaları yapılarak, Fusarium ve Verticillium solgunluk hastalıklarının yaygınlık durumunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Yaygın patlıcan üretimi yapılan bu illerde solgunluk hastalıklarının sorun boyutunun ortaya konulması, ileride bu hastalıkların yol açabileceği daha büyük risklere karşı ilgili kurumların hızlı reaksiyon verebilmesini ve mücadelesine yönelik bazı tedbirlerin zamanında alınmasını sağlayacaktır. Ayrıca, izolatlara ait virülenslik verilerinin coğrafi bilgi sistemi veri tabanında toplanması, ilgili bölgelerde ileride yapılacak benzer çalışmaların bulgularının geçmişle daha sağlıklı şekilde karşılaştırılmasına imkan verecektir.

## MATERYAL VE METOT

### Survey Çalışmaları

İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlükleri örtü altı patlıcan üretim verilerine göre, 7000 dekar ve üzeri ekiliş sahibi olan iller survey programına dahil edilmiştir. Bu bağlamda Antalya, Mersin ve Samsun illerinde 2010 ve 2011 yıllarında Mayıs-Haziran ayları arasında survey çalışmaları yürütülmüş ve survey alanı o ilçedeki patlıcan ekim alanlarının en az % 1'ini temsil etmiştir. Patlıcan yetiştirilen bölgenin coğrafi konumu ve yetiştiricilik yapılan alanın büyüklüğüne göre homojen örnekleme mesafeleri belirlenmiş ve tesadüfi örnekleme yöntemiyle incelemeler yapılmıştır. Arazi çalışmalarında aynı bölgeden çok sayıda sera/tünel yerine, birbirinden uzak ve farklı coğrafi özelliklere sahip (rakım, vejetasyon vb.) lokasyonlar tercih edilmiştir. Geniş yetiştiricilik alanlarında 5 km'de bir, küçük yetiştiricilik alanlarında ise, ortalama 1 km aralıklarla patlıcan yetiştirilen sera/tünel solgunluk belirtileri yönünden değerlendirilmiştir. Fusarium ve Verticillium solgunluk hastalıklarının yaprak ve vasküler sistemdeki renklenme belirtileri birbirine çok benzemekle birlikte, gözlemler sırasında solgunluğa neden olan patojenlerin belirtilerini tanımada herhangi bir sorunla karşılaşmamıştır. Solgunluk belirtisi gösteren bütün sera/tünellerde incelenen alanı temsil edecek şekilde, köşegenler

doğrultusunda alanın büyüklüğüne göre solgunluk belirtisi gösteren 5-10 adet patlıcan bitkisi izolasyon çalışmaları için örneklendirilmiştir. Ayrıca, survey yapılan sera/tünelin koordinatları, GPS (Global Positioning System; Küresel Konumlama Sistemi) ile kaydedilmiştir. Her bir sera/tünel için aşağıda belirtilen örnekleme yöntemine göre patlıcan bitkileri Fusarium ve Verticillium solgunluk belirtileri yönünden 0-4 skalasına göre derecelendirilmiştir (Altınok ve Kamberoğlu, 2005). "0-0.5 dekarlık sera 3 nokta, 0.5-1 dekarlık sera 5 nokta, 1-5 dekarlık sera 8 nokta, 5-10 dekarlık sera 10 nokta, 10 dekarlık büyük sera 15 nokta" Survey yapılan ilçelerde her bir sera, ve tünel için, "Tartılı Ortalama" ile yüzde hastalık yaygınlığı ve skala değerleri üzerinden Townsend-Heuberger formülüne göre yüzde hastalık şiddeti hesaplanmıştır (Bora ve Karaca, 1970).

### Patojenin İzolasyonu, Tanı ve Patojenisite Çalışmaları

Laboratuvara getirilen solgunluk belirtisi gösteren patlıcan bitkilerinin dallarından enine kesitler alınarak, iletim demetlerinde kahverengileşmenin gözlemlendiği kısımlardan standart mikolojik yöntemlere göre izolasyonlar yapılmıştır. Kurutulmuş parçalar, streptomycin (100 µg ml<sup>-1</sup>) içeren patates dekstroz agar (PDA) ve Fusarium minimum besisi (FMM) ortamına ekilerek 24±1°C'de bir hafta süreyle inkübe edilmiştir. "FMM ortam içeriği; (0.1% (w/v) KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 0.05% (w/v) MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, 0.05% (w/v) KCl, 0.2% (w/v) NaNO<sub>3</sub>, 3% (w/v), Sukroz ve agar 2% (w/v); iz elementlerin ilavesi (0.001% (w/v) sitrik asit, 0.001% (w/v) ZnSO<sub>4</sub>·6H<sub>2</sub>O, 0.0002% (w/v) Fe(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O, 0.00005% (w/v) CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O, 0.00001% (w/v) MnSO<sub>4</sub>, 0.00001% (w/v) H<sub>3</sub>BO<sub>4</sub>, 0.00001% (w/v) Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O)" şeklindedir. Makroskobik ve mikroskobik incelemelerle tek spordan saf olarak geliştirilen kolonilerin koloni rengi, mikrosklerot varlığı, konidiofor, filid ve konidi özellikleri incelenerek *F. oxysporum* (Booth, 1971; Altınok, 2005; Leslie ve Summerell, 2006) ve *V. dahliae* (Harris vd., 1993; Pegg ve Brady, 2002) türleri tanımlanmıştır.

*F. oxysporum* ve *V. dahliae* olarak belirlenen izolatların patojenisiteleri, 3-4 gerçek yapraklı fidelere kök daldırma yöntemi (10<sup>6</sup> konidi ml<sup>-1</sup>) ile yapılmıştır (Altınok ve Can, 2010). Bu amaçla açıkta yetiştiricilikte tercih edilen, solgunluk hastalığına duyarlı patlıcan (cv. Kemer) çeşidi kullanılmıştır. Fungusların bir haftalık taze kültürlerinden 10<sup>6</sup> konidi ml<sup>-1</sup> konsantrasyonunda spor süspansiyonu

hazırlanmıştır. Patlıcan fidelerinin 3-4 gerçek yapraklı olduğu dönemde kök uçları sodyum hipoklorit (% 2) ile dezenfekte edilmiş bir makas yardımıyla hafif şekilde yaralandıktan sonra fungusların konidi süspansiyonuna 5 dakika süre ile daldırılmıştır. Daha sonra, fideler sterilize edilmiş toprak-torf-perlit-kum (2:1:1:1) karışımı içeren 108x165 mm boyutlarında plastik saksılara şaşırtılmıştır. Kontrol bitkiler spor süspansiyonu yerine steril distile suya daldırılmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre her bir saksıda 3 fide olacak şekilde 5 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Fideler; 16 saat aydınlık (11000 lüks), 8 saat karanlık fotoperiyota ayarlı, % 80 nisbi nem, gündüz 27±2°C ve gece 24±2°C sıcaklık içeren Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi iklim kontrollü kabinlerinde geliştirilmiştir. İnokulasyondan sonra fideler ilk belirtilerin gözlemlendiği günden bitkilerde ölüm görünümlerinin başladığı süreye kadar (21 gün) periyodik olarak 3 gün aralıklarla solgunluk gelişimi yönünden 0-4 skalasına göre derecelendirilmiştir (Bhat ve Subbarao, 1999; Altınok ve Kamberoğlu, 2005). İzolatlara “Koch postülatları” uygulanmış ve steril gliserol-su solüsyonunda (% 20 gliserol-% 80 distile su-% 0.25 NaCl) miseliyal diskler şeklinde -80°C’de ve Whatman filtre kağıtlarında geliştirilerek steril zarflar içerisinde -20°C’de stoklanmıştır.

#### **İzolatların Virülenslikleri ve İlçelere Göre Coğrafi Dağılımı**

Fomg ve *V. dahliae* izolatlarının hastalık şiddeti (%) değerleri üzerinden virülenslik grupları oluşturulmuştur. Hastalık şiddeti yüzde değerlerinin oluşturduğu ana grupları belirlemek için, SAS JMP v8.0 programında yer alan kümeleme analizi (Partition Analysis) kullanılmış, farklı sayılardaki gruplar seçilerek tekrarlanan analizlerde elde edilen R<sup>2</sup> değerlerindeki artışın sabitlendiği noktada grup sayısı belirlenmiştir. Yüzde hastalık şiddeti ve GPS yardımıyla kaydedilen örnekleme koordinatları, bir coğrafi bilgi sistemi veri tabanında (ArcGIS v9.3, Redlands, CA) ilişkilendirilmiş ve lokal virülenslik

oranları ve bu değerlerin ilçe bazında ortalamaları haritalanmıştır.

#### **BULGULAR VE TARTIŞMA**

##### **Survey Çalışmaları**

Örtü altı survey programı çerçevesinde 2010 ve 2011 yıllarında survey yapılan iller, ilçeler, gözlem yapılan sera/tünel sayısı, hastalıkla bulaşık sera/tünel sayısı, ekili alan ve hastalıklı alan Çizelge 1’de verilmiştir. Antalya ilinde (Merkez, Macun, Doyran ve Çakırlar Köyü), Gazipaşa (Beyrebucak, Beyovası Köyü ve Kahyalar Belediyesi), Alanya (Yeşilöz Köyü, Konaklı, Türkler ve İncekum Belediyesi), Manavgat (Karakaya Köyü ve Gündoğdu beldesi), Serik (A. Kocayatak, Kozağacı, Burmağancı Köyleri ve Çandır Belediyesi), Kumluca (Beykonak Belediyesi), Finike (Turunçova ve Hasyurt Belediyesi), Demre (Beymelek Belediyesi) ve Kaş (Kınık Belediyesi ve Çay Köyü) ilçelerinde yürütülen surveylerde, 2010 yılında toplam 165 dekarlık alanda 98 adet, 2011 yılında da toplam 147 dekarlık alanda 77 adet sera/tünelde inceleme yapılmıştır. Survey yapılan alanın her iki yılda da yaklaşık 70 dekarının solgunluk hastalığı ile bulaşık olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1). Mersin ilinde, Merkez (Huzurkent, Adanalıoğlu, Kazancılar ve Bağcılar), Anamur (Merkez), Aydıncık (Merkez, Yenimahalle ve Yenikaş), Bozyazı (Tekmen), Gülnar (Sipahili) ve Tarsus (Bahşiş, Özelbahşiş ve Yeşiltepe) ilçelerinde surveyler yürütülmüştür. Mersin ili ve yöresinde 2010 yılında, toplam 149 dekarlık alanda 55 adet, 2011 yılında toplam 143 dekarlık alanda 54 adet sera/tünelde inceleme yapılmıştır. Survey yapılan alanın her iki yılda sırasıyla 80-90 dekarının solgunluk hastalığı ile bulaşık olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1). Örtü altı patlıcan yetiştiriciliğinin yaygın olduğu Samsun ili Bafra ilçesinde, 2010 ve 2011 yıllarında toplam yetiştiricilik yapılan 3000 dekarlık alanın yaklaşık 40 dekarında gözlem yapılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Antalya, Mersin ve Samsun illeri ve ilçelerinde örtü altı patlıcan ekiliş alanları, 2010-2011 yılları survey alanları ile inceleme yapılan sera/tünel sayıları

İller	İlçeler	Ortalama Ekim Alanı* (dekar)	Survey Alanı (dekar)		İncelenen Sera/Tünel Sayısı		Hastalıklı Alan (dekar)		Hastalıklı Sera/Tünel Sayısı	
			2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Antalya	Merkez	2471	23	19	11	10	0	0	4	0
	Alanya	2600	18	15	15	9	10	13	7	5
	Gazipaşa	877	22	20	12	13	9	9	8	10
	Demre	100	4	5	4	2	2	4	1	2
	Finike	960	25	15	14	11	15	12	9	8
	Kaş	306	7	10	5	2	2	3	3	2
	Kumluca	4100	17	19	9	7	10	12	8	8
	Manavgat	600	19	22	7	8	4	6	2	3
Serik	500	30	22	21	15	13	10	11	10	
<b>Toplam</b>		<b>1254</b>	<b>165</b>	<b>147</b>	<b>98</b>	<b>77</b>	<b>65</b>	<b>69</b>	<b>53</b>	<b>48</b>
Mersin	Merkez	910	15	17	5	7	9	11	6	4
	Anamur	170	6	5	8	6	0	0	0	0
	Aydıncık	1300	35	30	13	9	11	17	4	3
	Bozyazı	95	18	22	10	12	6	8	8	10
	Gülнар	135	15	14	4	7	10	13	7	9
Tarsus	1710	60	55	15	13	45	41	8	11	
<b>Toplam</b>		<b>4320</b>	<b>149</b>	<b>143</b>	<b>55</b>	<b>54</b>	<b>81</b>	<b>90</b>	<b>33</b>	<b>37</b>
<b>Samsun</b>	Bafra	3000	40	36	10	12	22	20	10	10
<b>Toplam</b>		<b>3000</b>	<b>40</b>	<b>36</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>10</b>

\*Antalya, mersin ve Samsun illeri ortalama patlıcan ekiliş alanlarına ait İl Tarım Müdürlüğü 2009 yılı verileri

Her bir seranın solgunluk hastalığı yaygınlık oranı ve hastalık şiddeti değerleri üzerinden ilçe düzeyinde hastalık yaygınlık oranı (%) ve hastalık şiddeti de (%) hesaplanmıştır (Çizelge 2). Antalya ili ve yöresinde 2010 ve 2011 yıllarında, Fusarium solgunluk hastalığının yaygınlık oranı (% 46.7-% 52.2) ve hastalık şiddeti (% 25.2-% 32.5) en yüksek oranda Finike ilçesinde saptanırken, Verticillium solgunluk hastalığının yaygınlık oranı (% 28.0-% 26.8) ve hastalık şiddeti ise (% 15.3-% 17.8) Alanya ilçesinde saptanmıştır Fusarium solgunluğu açısından Finike ilçesini, Kumluca, Gazipaşa ilçeleri izlerken, Verticillium solgunluğu açısından da Alanya ilçesini Finike ve Kumluca ilçeleri izlemiştir. Mersin ilinde gözlem yapılan ilçelerde Fusarium solgunluk hastalığının yaygınlık oranı (% 49.2-% 52.3) ve

hastalık şiddeti (% 29.9-% 30.5) en yüksek Tarsus ilçesinde saptanmıştır. Tarsus ilçesini Gülнар ve Bozyazı ilçeleri takip etmiştir (Çizelge 2).

Mersin ili ve yöresinde 2010 yılında Verticillium solgunluk hastalığına rastlanmamış, 2011 yılı surveylerinde ise, Gülнар ve Anamur ilçelerine bağlı bazı beldelerde birkaç serada oldukça düşük oranlarda (% 5'in altında) saptanmıştır (Çizelge 2). Bafra ilçesine bağlı Adaköy, Kalaycılı ve Türbe köylerinde patlıcan yetiştiriciliği yapılan tünellerde Verticillium solgunluk hastalık yaygınlığı 2010 ve 2011 yılları için sırasıyla % 24.7 ve 28.4, hastalık şiddeti ise % 10.8 ve 12.2 olarak saptanmıştır. Bu ilçede gözlem ve örnekleme yapılan tünellerde Fusarium solgunluk hastalığı saptanmamıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. 2010 ve 2011 yılı Antalya, Mersin ve Samsun illerinde örtü altı patlıcan yetiştiriciliği yapılan ilçelerde Fusarium ve Verticillium solgunluk hastalıklarının yaygınlık oranı (%) ve hastalık şiddeti (%)

İller	İlçeler	Fusarium Solgunluğu				Verticillium Solgunluğu			
		Yaygınlık Oranı (%)		Hastalık Şiddeti (%)		Yaygınlık Oranı (%)		Hastalık Şiddeti (%)	
		2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Antalya	Merkez	9.7	14.2	4.0	6.1	7.2	6.3	5.1	4.5
	Alanya	26.9	26.2	14.3	12.8	28.0	26.8	15.3	17.8
	Gazipaşa	29.4	32.5	10.2	14.5	14.5	15.5	8.8	7.5
	Demre	16.4	20.6	8.9	10.3	21.3	21.5	5.6	4.6
	Finike	46.7	52.2	25.2	32.5	25.6	20.2	8.6	11.5
	Kaş	23.0	19.4	9.4	7.8	20.1	18.9	6.2	7.5
	Kumluca	35.0	34.3	16.2	17.5	26.2	18.6	7.5	5.4
	Manavgat	0.0	0.0	0.0	0.0	17.2	15.9	7.3	8.5
Serik	18.1	21.5	8.2	9.4	15.4	17.5	11.2	15.8	
<b>İl ortalaması</b>		<b>22.8</b>	<b>24.5</b>	<b>10.7</b>	<b>12.3</b>	<b>19.5</b>	<b>17.9</b>	<b>8.4</b>	<b>9.2</b>
Mersin	Merkez	43.9	37.5	17.3	18.5	0.0	0.0	0.0	0.0
	Anamur	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.2	0.0	4.7
	Aydıncık	28.6	25.5	12.8	11.6	0.0	0.0	0.0	0.0
	Bozyazı	45.7	50.8	19.3	20.2	0.0	0.0	0.0	0.0
	Gülнар	46.9	51.2	22.8	25.8	0.0	14.8	0.0	7.4
	Tarsus	49.2	52.3	29.9	30.5	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>İl ortalaması</b>		<b>35.7</b>	<b>36.2</b>	<b>17.0</b>	<b>17.8</b>	<b>0.0</b>	<b>4.7</b>	<b>0.0</b>	<b>2.1</b>
Samsun	Bafra	0.0	0.0	0.0	0.0	24.7	28.4	10.8	12.2
<b>İl ortalaması</b>		<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>24.7</b>	<b>28.4</b>	<b>10.8</b>	<b>12.2</b>

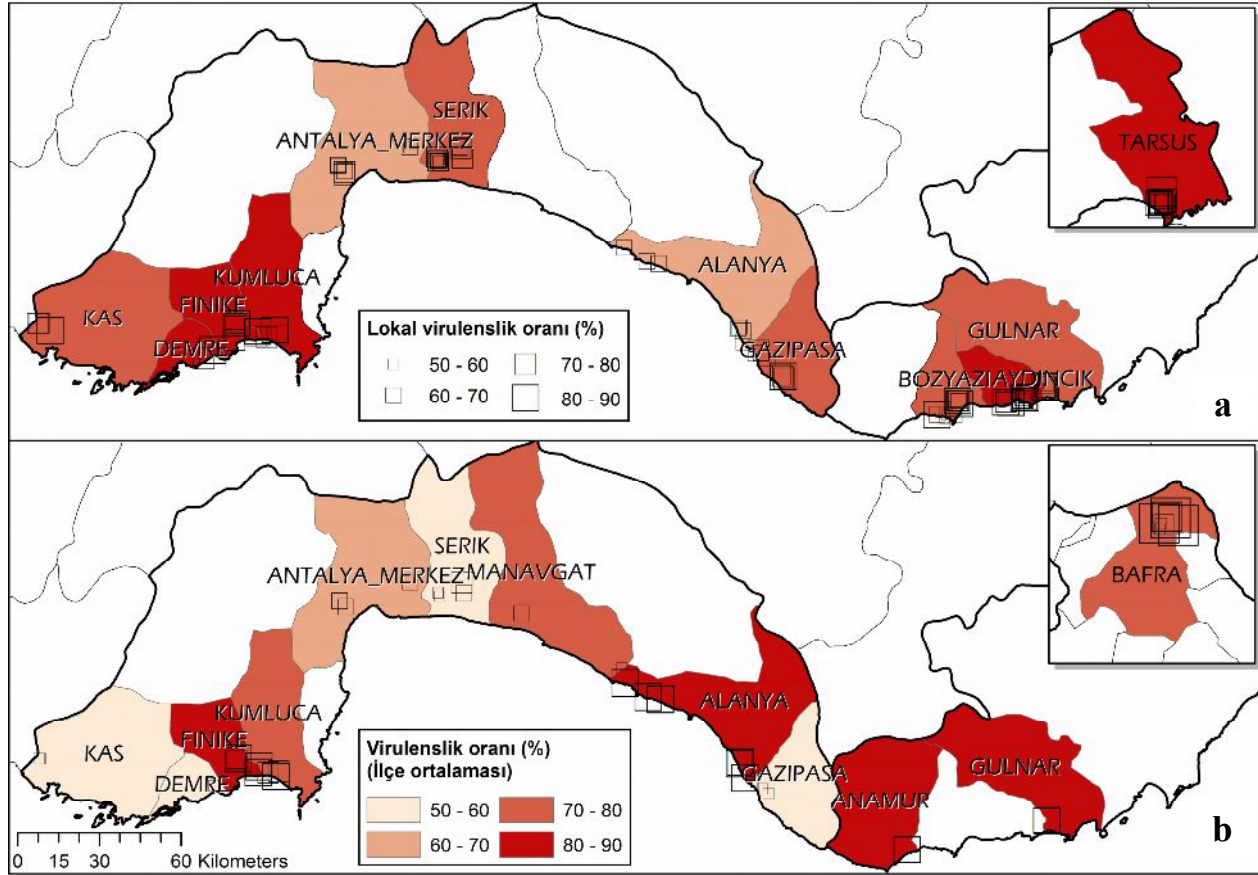
### İzolatların Virülensliklerinin İllere Göre Coğrafi Dağılımı

Örtü altı survey çalışmaları sonucunda farklı bölgelerden elde edilen toplam 176 izolatın, makroskobik, mikroskobik incelemeler ve patojenisite denemeleri sonucunda simptomatolojik olarak, 112 tanesi *F. oxysporum* f. sp. *melongenae* (Fomg), 64 tanesi *V. dahliae* olarak saptanmıştır.

Patojenisite denemelerinin sonlandırıldığı 21 güne ait skala değerleri üzerinden Fomg ve *V. dahliae* izolatlarının (%) hastalık şiddeti hesaplanmıştır. Her iki patojenin virülenslik (%) değerleri ve söz konusu izolatların bir GPS yardımıyla kaydedilen örnekleme koordinatları, coğrafi bilgi sistemi veri tabanında ilişkilendirilmiş ve lokal virülenslik oranları haritalanmıştır. İzolatların ilçelere göre ortalama virülenslik yüzdeleri de benzer şekilde haritalanmıştır (Şekil 2). Hastalık şiddeti yüzde değerleri arasında oluşan ana grupları belirlemek için yapılan kümeleme analizi (Partition Analysis) sonucunda izolatlar, yüksek virülens (% 80-90), virülens (% 70-80), orta virülens

(% 60-70) ve düşük virülens (% 50-60) olarak gruplandırılmıştır (Şekil 2). Bu haritalara göre, Fusarium solgunluk hastalığı açısından en yüksek virülenslik seviyesine sahip izolatlar % 80-90 hastalık şiddeti değerleriyle Antalya ilinde Kumluca, Finike ve Demre ilçelerinde yer alırken, Mersin ilinde Aydıncık ve Tarsus ilçelerinde yer almıştır. Virülenslik seviyesi ikinci derecede yüksek izolatlar (% 70-80) Antalya ilinde Gazipaşa ilçesinde, Mersin ilinde ise, Gülнар ve Bozyazı ilçelerinde belirlenmiştir (Şekil 2).

Verticillium solgunluk hastalığı açısından en yüksek virülenslik seviyesine sahip izolatlar % 80-90 hastalık şiddeti değerleriyle Antalya ilinde Alanya ve Finike ilçelerinde yer alırken, Mersin ilinde ise, Anamur ve Gülнар ilçelerinde yer almıştır. Virülenslik seviyesi ikinci derecede yüksek izolatlar (% 70-80) Antalya ilinde Gazipaşa ilçesinde belirlenmiştir. Samsun ilinde Bafra ilçesinden izole edilen izolatların virülenslikleri % 70-80 aralığında belirlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Antalya, Mersin ve Samsun illeri ve ilçelerinde örtü altı patlıcan yetiştiriciliği yapılan sera ve yüksek tünellerden elde edilen *F. oxysporum* f. sp. *melongenae* ve *Verticillium dahliae* izolatlarının lokasyonları, patojenisite testleri sonucunda elde edilen virülenslik oranları ve ilçelere göre virülenslik değerleri ortalamaları (a: *F. oxysporum* f. sp. *melongenae*; b: *Verticillium dahliae*). Lejantlar her iki grafik için de geçerlidir. Farklı boyutlardaki kareler ile gösterilen lokal virülenslik oranı (%), her bir örnekleme noktasından elde edilen izolatın virülenslik yüzdesini; Farklı renklerle gösterilen ilçe ortalamaları ise ilgili ilçeden elde edilen tüm izolatların virülenslik değerlerinin ortalamasını göstermektedir.

Antalya ve Mersin illeri ve yöresinde örtü altı patlıcan tarımının yapıldığı alanlarda *Fusarium* ve *Verticillium* solgunluğu birbirine yakın oranlarda saptanmıştır. Samsun ili Bafra ilçesinde *Verticillium* solgunluğu yaygın olarak gözlenirken, *Fusarium* solgunluk hastalığına semptomatolojik açıdan rastlanmamış ve solgun bitkilerden yapılan izolasyonlar sonucunda da sadece *Verticillium* izole edilmiştir. *Fusarium* solgunluk hastalığının, genellikle günlük ortalama sıcaklığın 23°C'nin üzerinde olan alanlarda daha yaygın olarak görüldüğü rapor edilmiştir

(Hillocks, 1992). Solgunluk patojenlerinin yaygınlık oranı ile toprakta bulunan inokulum oranı ve bu inokulumun uzun yıllar canlılığını koruma özelliği arasında ilişki olduğu düşünülmektedir. Toprakta ve bitki artıklarında klamidospore formunda yıllarca canlılığını sürdürebilen *Fomg* etmeninin neden olduğu solgunluğun, ekim nöbeti uygulanmayan ve solarizasyon yapılmayan seralarda daha yaygın olduğu gözlenmiştir. Seralarda toprak yapısı, havalandırma koşullarının yetersizliği, uzun yağış periyodu, hasat artıklarının sulama kanallarının yer aldığı sera



yakınlarına atılması gibi faktörler, başta *Fusarium* solgunluk hastalığı olmak üzere çok sayıda farklı fungal hastalıklar için de uygun ortam sağlamaktadır. Adana ve Mersin illerinde 2002 yılında yapılan bir survey çalışmasında, *Fusarium* solgunluk hastalığının *Verticillium* solgunluk hastalığından daha yaygın olduğu belirtilmiştir (Altınok ve Kamberoğlu, 2005). Bu çalışma sonuçlarıyla karşılaştırıldığında, *Fusarium* solgunluk hastalığı yaygınlık ve şiddetinin 2002 yılına oranla Mersin ilinde yaklaşık % 10 arttığı görülmektedir. Öte yandan, aynı bölgede *Verticillium* solgunluğunun yaygınlığında 2011 yılı için yaklaşık % 13, şiddetinde ise % 5 düşüş kaydedilmiştir. Şanlıurfa, Mardin, Batman ve Diyarbakır illerinde 2006 ve 2007 yıllarında yürütülen survey çalışmalarında da patlıcan ekim alanlarında *Fusarium* solgunluk hastalığının *Verticillium* solgunluk hastalığından daha yaygın olduğu bildirilmiştir (Öğüt ve Kurt, 2009).

Bu çalışma kapsamında, Antalya, Mersin ve Samsun illeri ve ilçelerinde inceleme yapılan sera/tünellerde solgunluğa neden olan patojenlerin *F. oxysporum* f. sp. *melongenae* ve *V. dahliae* oldukları belirlenmiştir. Bu araştırma, ülkemiz örtü altı patlıcan yetiştiriciliğinin yaygın olarak yapıldığı Antalya, Mersin ve Samsun illerinde söz konusu hastalıkların yaygınlık durumunu ve bölge izolatlarının virülensliklerini ortaya koyan kapsamlı ilk araştırma niteliğindedir. Bu çerçevede hastalıkların yaygınlık durumlarının belirlenmesi ve izolatların virülensliklerinin saptanması, solgunluğa neden olan etmenlerin mücadelesine yönelik tedbirlerin ilgili birimler tarafından alınabilmesine yardımcı olabilecektir. Öte yandan, izolatların GPS yardımıyla kaydedilen coğrafi konumlarının ve bu izolatlarla yapılan çalışmalardan elde edilen virülenslik bulgularının bir coğrafi bilgi sisteminde birleştirilmesiyle hazırlanmış olan veri tabanları, ileride aynı bölgelerde söz konusu patojenlerin virülensliklerinde gerçekleşebilecek değişimlerin takip edilebilmesine ve bu değişimlere etki eden olası faktörlerin farklı coğrafi ölçeklerde analiz edilmesine de imkan tanıyacaktır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı TOVAG-109 O 524 numaralı proje kapsamında destekleyen Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) Başkanlığı'na teşekkürlerimizi sunarız. Survey çalışmalarındaki yardımlarından dolayı İl ve İlçe Tarım Müdürlükleri çalışanları ile emeği geçen üreticilere ve tarım sektörü çalışanlarına teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

- Altınok, H.H., 2005. First report of *Fusarium* wilt of eggplant caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *melongenae* in Turkey. *Plant Pathol.*, 54 (4): 577.
- Altınok, H.H., 2012. Antalya ve Mersin ili örtü altı patlıcan ekim alanlarında kurşuni küf ve beyaz çürüklük hastalıklarının yaygınlık oranlarının belirlenmesi. *Bit. Kor. Bül.*, 52 (2): 163-173.
- Altınok, H.H., Can, C., 2010. Characterization of *Fusarium oxysporum* f. sp. *melongenae* isolates from eggplant in Turkey by pathogenicity, VCG and RAPD analysis. *Phytoparasitica*, 38: 149-157.
- Altınok, H.H., Kamberoğlu, M.A., 2005. Adana ve Mersin illerinde patlıcan üretim alanlarında *Fusarium* ve *Verticillium* solgunluk hastalıklarının yaygınlığı ve şiddeti. *Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 20 (4): 1-8.
- Başay, S., Şeniz, V., Tezcan, H., 2011. Reactions of selected eggplant cultivars and lines to verticillium wilt caused by *Verticillium dahliae* Kleb. *Afr. J. Biotechnol.*, 10 (18): 3571-3573.
- Bhat, R.G., Subbarao, K.V., 1999. Host Range Specificity in *Verticillium dahliae*. *Phytopathology*, 89: 1218-1225.
- Booth, C., 1971. The genus *Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England, 237p.
- Bora, T., Karaca, İ., 1970. Kültür bitkilerinde hastalığın ve zararın ölçülmesi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Yardımcı Ders Kitabı, Yayın No:167 Bornova, 43s.
- Boyacı, H.F., 2007. Patlıcanlarda *Fusarium* solgunluğuna dayanıklılık kaynakları ve dayanıklılığın kalıtımı. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Adana.
- Boyacı, H.F., Ünlü, A., Abak, K., 2010. Screening for resistance to *Fusarium* wilt of some cultivated eggplant and wild *Solanum* accessions. 28th International Horticultural Congress, 22-27 Ağustos, Lisbon/Portekiz.
- Dervis, S., Yetisir, H., Yıldırım, H., Tok, F.M., Kurt, S., Karaca, F., 2009. Genetic and pathogenic characterization of *Verticillium dahliae* isolates from eggplant in Turkey. *Phytoparasitica* 37: 467-476.
- FAO, 2009. Crop production, FAOSTAT-Agriculture. <http://www.fao.org>
- Harris, D.C., Yang, J.R., Ridout, M.S., 1993. The detection and estimation of *Verticillium dahliae* in Naturally Infested Soil. *Plant Pathol.*, 42: 238-250.
- Hillocks, R.J., 1992. *Fusarium* Wilt. In: R J Hillocks (ed.) Cotton diseases, CAB International, UK, pp.127-160.
- Katan, T., 1999. Current status of vegetative compatibility groups in *Fusarium oxysporum*. *Phytoparasitica*, 27: 51-64.
- Kistler, H.C., 2001. Evolution of host specificity in *Fusarium oxysporum*. In: B A Summerell, J F Leslie, D Backhouse, W L Bryden & L W Burgess (eds.) *Fusarium*, Paul E. Nelson Memorial Symposium. APS Pres, St. Paul, Minn., pp. 70-82.
- Leslie, J.F., Summerell, B.A., 2006. The *Fusarium* laboratory manual. Ames, Iowa, USA, Blackwell Professional.
- Mutlu, N., Boyacı, F.H., Göçmen, M., Abak, K., 2008. Development of SRAP, SRAP-RGA, RAPD and SCAR markers linked with a *Fusarium* wilt resistance gene in eggplant. *Theor. Appl. Genet.*, 117: 1303-1312.
- Nelson, A.J., Dignani, M.C., Anaissie, E.J., 1994. Taxonomy, biology, and clinical aspects of *Fusarium* species. *Clin. Microbiol. Rev.*, 7: 479-504.



- Öğüt, E. ve Kurt, Ş. 2009. Şanlıurfa, Mardin, Batman ve Diyarbakır illerinde patlıcan solgunluk hastalıklarının etmenleri, yaygınlıkları ile bazı çeşitlerin bu hastalıklara karşı tepkileri. Türkiye III. Bitki Koruma Kongresi, 2009, Van. Sayfa 159.
- Pegg, G.F., Brady, B.L., 2002. *Verticillium* Wilts. CAB International, UK. 552p.
- Rizza, F., Mennela, G., Colloiner, C., Shachar, D., Kashyap, V., Rajam, M.V., Prestera, M., Rotino, L.G., 2002. Androgenic dihaploids from somatic hybrids between *Solanum melongena* and *Solanum aethiopicum* group gilo as a source of resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *melongenae*. Plant Cell Rep., 20(11): 1022-1032.
- Stravato, M.V., Cappelli, C., Polverari, A., 1993. *Fusarium oxysporum* f. sp. *melongenae* agent of wilting of aubergine. Informatore Fitopatologico., 43:10, 51-54.
- Yıldırım, H., Derviş, S., 2009. Hatay ili patlıcan üretim alanlarından elde edilen *Fusarium oxysporum* f. sp. *melongenae* ve *Verticillium dahliae* izolatlarının vejetatif uyum grupları. Türkiye III. Bitki Koruma Kongresi, 15-18 Temmuz, Van. 197s.
- Yücel, S., 1994. Akdeniz Bölgesi örtü altı sebze alanlarında görülen fungal hastalıklar. Bit. Kor. Bül., 34: 1-2.