

**Doğu Akdeniz bölgesi örtü altı domates yetiştiriciliğinde
Fusarium oxysporum spesiyal formlarının simptomatolojik
ayrımı ile solgunluk ve kök- kök boğazı çürüklüğü
hastalıklarının çıkış, şiddet ve yaygınlıklarının belirlenmesi**

Ayşegül COLAK¹ Mehmet BİÇİCİ²

SUMMARY

**Determination differentiating of *Fusarium oxysporum* formae spciales and
determination incidence, severity and prevalence of Fusarium wilt and crown
- root rot in protected tomato growing areas of East Mediterranean Region of
Turkey**

Fusarium crown and root rot and Fusarium wilt are the most important diseases of tomato grown under protected conditions in the Eastern Mediterranean region of Turkey. The diseases cause important economic losses in the region. Survey studies were conducted in tomato growing greenhouses of Adana and Mersin provinces to determine disease incidence and severity of Fusarium crown and root rot (FORL) and Fusarium wilt (FOL) during November 2007-April 2008. Disease incidence and disease severity values were 35.1% and 18.8% in Adana province and 43.3% and 20.4% in Mersin province, respectively. Disease prevalence in terms of number of diseased greenhouses and diseased area were 56.1% and 68.1 in Adana province and, 58.8% and 54.5% in Mersin province, respectively. As a result of pathogenicity studies, symptomatologic characters of different regions according to the determination of the 87 isolates 61 (70%) FORL and 26 (30%) isolates were identified as FOL, respectively.

Key words: Tomato, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis lycopersici*,
Fusarium oxysporum f. sp. *lycopersici*

ÖZET

Doğu Akdeniz Bölgesinde örtü altı domates yetiştiriciliği yapılan alanlarda *Fusarium oxysporum*'un formlarının neden olduğu domates kök ve kök boğazı çürüklüğü (FORL) ile domates Fusarium solgunluğu (FOL) ekonomik kayıplara neden olan en önemli hastalıklardır. Adana ve Mersin illerinde örtü altı domates yetiştiriciliği yapılan seralarda

¹ Biyolojik Mücadele İstasyonu Müdürlüğü, 01321, Yüreğir, Adana

² Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 01330, Sarıçam, Adana

Sorumlu Yazar (Corresponding author) e-mail: aysegulcolak@hotmail.com

Yazının Yayın Kuruluna Geliş Tarihi (Received): 11.05.2011

Kasım 2007-Nisan 2008 ayları arasında yürütülen sörvey çalışmalarında *F. oxysporum*'un neden olduğu FORL ve FOL hastalıklarının hastalık çıkışı ve şiddeti sırasıyla %35.1, %18.8 ve %43.3, %20,4 olarak saptanmıştır. Adana ilinde hastalık yaygınlığı hastalıklı sera sayısı açısından %56.1, hastalıklı sera alanı açısından ise %68.1' dir. Mersin ilinde hastalık yaygınlığı ile ilgili bu değerler %58.8 ve %54.4 olmuştur. Patojenite çalışmaları sonucu farklı bölgelere ait 87 *F. oxysporum* izolatının simptomatolojik olarak 61'i (%70) FORL ve 26'ı (%30) FOL olarak tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Domates, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*

GİRİŞ

Fusarium oxysporum toprak kökenli funguslar arasında en başta gelen bitki kök hastalığı patojenlerini içermektedir. Çünkü, *F. oxysporum* 120-150 kadar konukçuya özel bitki patojenik formları olan kozmopolit ve oldukça karmaşık bir türdür (Attitalla et al. 2004, Bogale et al. 2007). Bu formlardan her birisi bir veya birçok vejetatif uyum grubundan ibarettir ve ayrıca birçok ayrı patojenik ırklar içerir. *F. oxysporum*'a ait formae speciales'in büyük bir kısmı sadece bir konukçu türünü infekte etme özelliğindedir. Bunlardan domateste solgunluk yapan ve kök-kök boğazı çürüklüğüne neden olan sırasıyla, *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Sacc.) W. C. Snyder & H. N. Hans ve *F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* (Jarvis & Shoemaker) gibi morfolojik olarak ayrılmış iki patojenik spesiyal form belirlenmiştir.

Doğu Akdeniz Bölgesinde örtü altı domates yetiştiriciliğinde önceleri *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* (FOL)'nin neden olduğu solgunluk hastalığının önem arz ettiği bilinirken (Yücel ve Çınar 1989), sonraları Can ve ark. (2004), tarafından etmeni *F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* (FORL) olan kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalığına rastlandığı açıklanmıştır. Doğu Akdeniz Bölgesi seralarında 2004 yılında tespit edilen FORL hastalığının yaygınlığı ile ilgili bölgemizde yürütülmüş bir çalışma bulunmamaktadır. *F. oxysporum*'un bu iki patojenik formu ekseri domates yetiştirilen bölgelerde mevcuttur. Bu nedenle, aynı tarlada her iki form birlikte mevcut olabilmektedir. Böylece, domates tarlalarındaki bitkiler sadece bunlardan birisi tarafından infektelenebildiği gibi, aynı domates bitkileri her iki patojen formu tarafından birlikte infekte edilerek karışık infeksiyonlar gerçekleşebilmektedir (Laine et al. 1999, Balmas et al. 2005). Morfolojik özellikler bakımından birbirinden ayırt edilmesi kolaylıkla mümkün olmayan bu patojenlerden, Bölgede öncelikle hangisinin daha yaygın, ne düzey ve şiddette olduğunun bilinmesi bu formlarla etkili bir şekilde mücadele yönteminin belirlenmesi açısından çok önemlidir. Çünkü FORL'a karşı geliştirilmiş dayanıklı çeşit yetiştirme ve toprak fumigasyonu veya buharlaması ile solgunluk hastalığı bastırılabilir. Oysa FORL'un neden olduğu kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalığına karşı uygun dayanıklılığa sahip ticari olarak kesin kabul edilebilir çeşitler henüz geliştirilmiş değildir. FORL bir üretim yılında tek ve çok döngülü olarak infeksiyonlara neden olmaktadır (Jones et al. 1991, Ozbay and Steven

2004).FORL özellikle seralarda mevsim içinde mikrokonidilerin yayılması sonucu tekrarlı infeksiyonlara sebep olup, örtü altı domateslerde %90 ürün kaybına neden olmaktadır (Hajlaoui et al. 2001, Hibar 2002). Bu nedenle, dezenfekte edilmiş sera toprağı bir mevsimde yeniden kolonize edilebildiğinden kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalığının mücadelesi güçtür. Diğer yandan, FOL sadece Solanaceous türlerini hastalandırırken, FORL Solanaceae, Leguminosae, Cucurbitaceae ve Chenopodiaceae'ya dahil 37 bitki tür ve çeşidini hastalandırabilmektedir (Rowe 1980; Menzies et al. 1990). Bu nedenle domates kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalığı ile mücadelede, ürün bitkilerinin dışında yabancı otların da dikkate alınması gerekir. Netice olarak, bu iki *F. oxysporum* formu konukçu domates çeşitlerinde neden oldukları duyarlılık veya dayanıklılık gibi tepkiler açısından ve epidemiyolojik davranışlarında önemli ölçüde farklıdır. Bu iki form arasında doğru bir ayırım yapmak bunlarla mücadele edebilmek için elzemdir. Bunun için Çukurova Bölgesi domates seralarında yapılan bir sörvey programı ile tipik solgunluk ve kök-kök boğazı çürüklüğü simptomları gösteren domates bitkilerinden hastalık etmeni izolatlar elde edilmiştir. Elde edilen bu izolatlar bitkilerde oluşturdukları simptomlar açısından karşılaştırılarak formlara ayrılmaya çalışılmıştır. Ayrıca, izole edilen *F. oxysporum* formlarına ait patojenik Bölge izolatlarının, domates bitkilerinde oluşturdukları simptomlar esassından, örtü altı domates seralarında yol açtıkları hastalık çıkışı, şiddeti ve yaygınlıkları saptanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Sörvey çalışması, 2007-2008 yılı Kasım–Nisan ayları arasında Bölgede örtü altı domates yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı Yüreğir, Seyhan, Karataş, Ceyhan/Adana ve Silifke, Erdemli, Adanalıoğlu, Kazanlı ve Tarsus/Mersin seralarında yapılmıştır

Sörvey çalışması için Mersin iline bağı Merkez, Silifke, Erdemli ve Tarsus ilçeleri (16652da) ile Adana iline bağı Yüreğir, Seyhan, Ceyhan (188da) ilçelerinde toplam 16840 da örtü altı domates yetiştirilen alan dikkate alınmış ve bu alanların %4.5'i olan 776 da alanda sörvey yapılmıştır (Anonim 2007). Sörvey çalışmaları ve örnekleme, serada hastalık çıkışı ve şiddeti Bora ve Karaca (1970) ile Nelson (1986)'dan yararlanılmıştır. Bu alanlarda aşağıda belirtilen örnekleme yöntemine göre domates bitkileri solgunluk ve kök ve kök boğazı simptomları yönünden değerlendirilmiştir. 1 dekar sera alanından 3 ayrı noktadan, 1-2 dekar sera alanından 5 ayrı noktadan, 2-4 dekar sera alanından 7 ayrı noktadan ve 4 dekardan daha fazla olan seralardan 10 ayrı noktadan, 10'ar bitki solgunluk veya kök ve kök boğazı çürüklüğü simptomları yönünden incelenerek hastalık çıkışı belirlenmiştir. Bu amaçla, tarafımızdan Ozbay and Steven (2004) ile Hibar et al. (2007)'dan modifiye edilen FOL solgunluğu ve FORL kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalıkları için iki ayrı 0-3 skalası kullanılmıştır.

FOL için 0-3 skalası; (0) Gözle görülebilir hastalık simptomsu yok; (1) Bodurlaşma olsun veya olmasın gövdede hafif vaskular renk kararması mevcut, kök çürüklüğü mevcut değil; (2) Gövdede vaskular renk kararması, bodurluk, yapraklarda sararma olsun olmasın solgunluk mevcut;(3) Bitkinin yarısı veya çoğunda kuruma ve ölüm. FORL için 0-3 skalası ise (0) Gözle görülebilir hastalık simptomsu yok; (1)Yapraklarda hafif solgunluk, kazık kök ve ikincil köklerde hafif veya orta düzeyde çürüklük ve kök boğazı çürüklüğü mevcut;(2)Yapraklarda orta veya şiddetli solma, genel bodurluk, kazık kök ve ikincil köklerde şiddetli çürüklükler var; (3)Kök boğazından yukarı gövdeye doğru 20-30 cm'e kadar %50-100 oranında içsel nekrosis mevcut.

Sörveylerle inceleme yapılan yöreler ve tüm Çukurova Bölgesi için ayrıca hastalık yaygınlığı belirlenmiştir. Bunun için incelenen seralarda tek bir bitkide solgunluk veya kök ve kök boğazı çürüklüğü simptomsu görülse bile o sera bulaşık olarak değerlendirilmiştir. Solgunluk veya kök ve kök boğazı çürüklüğü simptomsu gösteren domates bitkilerinin toprak yüzeyinden 15-35 cm uzunluğunda köklü halde bitkiler alınarak izolasyon için laboratuara getirilmiştir. Sörvey sonucunda izole edilen *Fusarium* izolatlarının domates bitkilerinde patojen olup olmadığı, Thanassoulopolos et al. (1970)' e göre test edilmiştir. Bu amaçla, önce PDA'da 7 gün geliştirilmiş tek spor kültürlerinin yüzeyindeki mikrokonidileri içeren miseliyal gelişmeler 50 ml kadar deiyonize su içine steril bir mikrospatül ile karıştırıldıktan sonra, elde edilen karışım temiz iki kat tülbentten süzülerek konidi süspansiyonu elde edilmiştir. Patojenite çalışmalarında 2-3 haftalık *Fusarium*'a duyarlı bir domates çeşidi H 2274 kullanılmıştır. Domates fidelerinin kökleri traşlandıktan sonra, fideler 1×10^6 spor/ml içeren spor süspansiyonuna 4-5 dk daldırılarak inokule edilmiştir. Daha sonra torf:perlit:kum (1:1:1) içeren 15x15cm'lik her bir saksıya inokule edilmiş 2 domates fidesi ve 5 tekerrürlü yapılmıştır. Her izolat için 5 saksı ile çalışılmış ve saksılar $26 \pm 2^\circ\text{C}$ 'de, 16 saat ışık ve 8 saat karanlık bir koşulda ve %60-70 arasında değişen nisbi nem koşuluna sahip Adana Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsüne ait klima odasına yerleştirilmiştir. Bitkilerdeki hastalık gelişimi 25-30 gün sonra yukarıda verilen 0-3 skalalarına göre değerlendirilmiştir.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

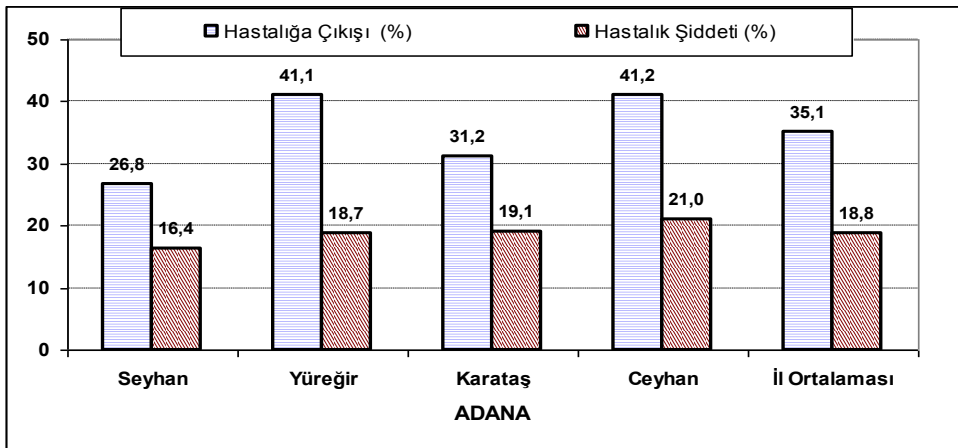
Örtü altı domates alanlarında fusarium hastalıkları surveyi

Adana ili Seyhan, Yüreğir, Karataş ve Ceyhan ilçelerinde toplam 188 da alanda ekonomik anlamda domates yetiştiriciliği yapılmaktadır (Anonim 2007). Bu ilçelerde survey yapılan sera sayısı, hastalıkla bulaşık sera sayısı, sörvey alanı (da) ve hastalıklı sera alanı (da) Çizelge 1.'de verilmiştir. Çizelge 1.'de görüldüğü gibi, toplam 180 da alanı temsil eden 41 serada gözlemler ve örneklemler yapılmış olup, bunun 122.5 da'lık kısmını oluşturan 23 seranın *Fusarium oxysporum* ile infekteli olduğu belirlenmiştir. Bu verilere göre, Adana ilinde hastalık yaygınlığı hastalıklı sera sayısı açısından %56.1, hastalıklı sera alanı açısından ise %68.1 olmuştur. Adana iline bağlı bölgeler arasında, en yüksek hastalık çıkışı (%41.2) ve

şiddet (%21.0) oranları Ceyhan ilçesinde saptanmıştır. Hastalık çıkışı açısından Ceyhan ilçesini, Yüreğir (%41.1), Karataş (%31.2) ve Seyhan (%26.8) ilçeleri izlemiştir.

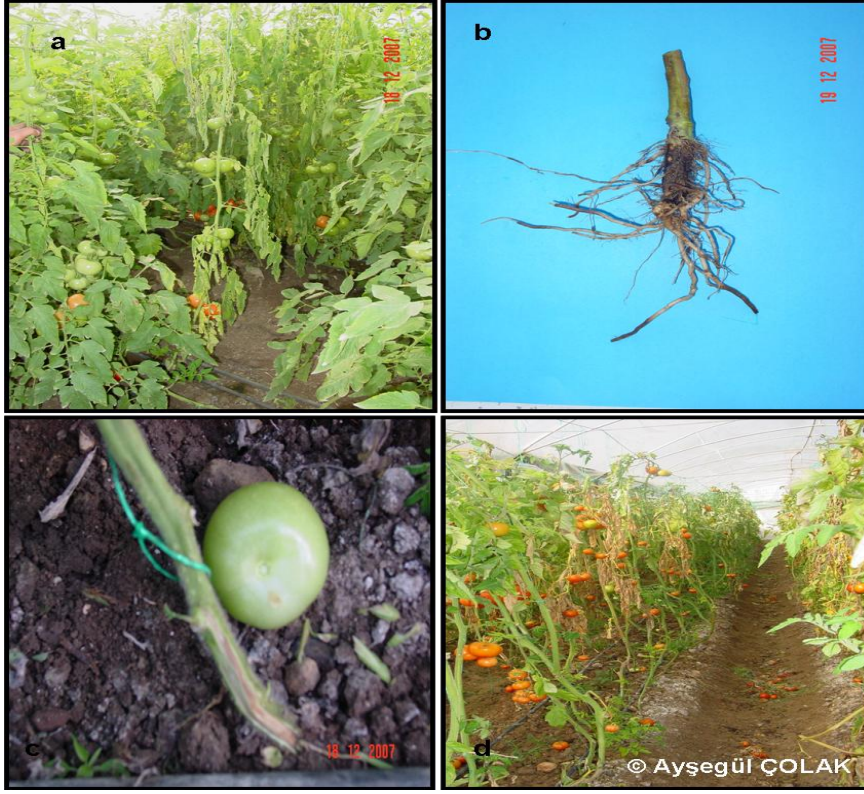
Çizelge 1. Adana ve Mersin illerinde *Fusarium oxysporum* kökenli hastalıkların yaygınlıkları (2007-2008 üretim yılı)

İl/ilçe	Survey yapılan sera sayısı (adet)	Hastalıklı sera sayısı ve oranı		Survey alanı (da)	Hastalıklı sera alanı ve oranı		
		adet	%		da	%	
ADANA	Seyhan	10	6	60.0	63	22	34.9
	Yüreğir	7	5	71.4	34	30	88.2
	Karataş	4	2	50.0	42	36	85.7
	Ceyhan	13	10	76.9	41	34.5	84.1
İl toplam		41	23	56.1	180	122.5	68.1
MERSİN	Tarsus	8	3	37.5	110.8	36.0	32.5
	Silifke	38	17	44.7	104.4	41.9	40.1
	Merkez	50	39	78.0	187.8	143.0	76.1
	Erdemli	81	45	55.6	193.0	124.0	53.9
İl toplam		177	104	58.8	596.0	324.9	54.5
Genel Toplam ve Oranı		218	127	58.3	776.0	447.4	57.7



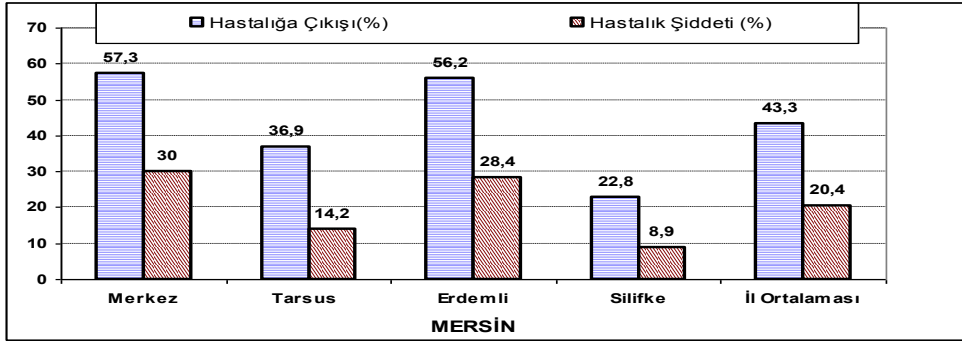
Şekil 1. Adana ili ve ilçelerindeki örtü altı domates seralarında *F. oxysporum* kökenli hastalık çıkışı ve şiddeti oranları.

Hastalık şiddeti açısından Ceyhan ilçesini %19.1' lik bir oranla Karataş, Yüreğir (%18.7) ve Seyhan (%16.4) takip etmiştir (Şekil 1. ve 2.). Adana ilinde örtü altı domates yetiştirilen seralarda ortalama *F. oxysporum* hastalık oluşumu ve şiddeti sırasıyla, %35.1 ve %18.8 olarak saptanmıştır. İncelenen 34 seradan 11'inde herhangi bir *F.oxysporum* hastalığından etkilenmiş bitki gözlenmezken, semptomatolojik değerlendirmeler esnasından 16 serada FORL ve 7 serada FOL'dan etkilenmiş bitkiler saptanmıştır. Bu duruma göre sörvey alanındaki seraların %47.0'sinde FORL ve %20.6'sında FOL infeksiyonları belirlenmiştir.



Şekil 2. Adana ili Ceyhan ilçesine ait domates seralarındaki (a, b), AC-7 izolatu (FORL); (c), AC-2 izolatu (FORL); (d), AC-9 izolatu (FOL) elde edildiği solgunluk belirtileri gösteren bitkiler

Örtü altı domates yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı Mersin iline bağlı Merkez, Erdemli, Silifke ve Tarsus ilçelerinde toplam 16.652 da alanda ekonomik anlamda domates yetiştiriciliği yapılmaktadır (Anonim 2007). Bu ilçelerde sorvey yapılan sera sayısı, hastalıkla bulaşık sera sayısı, sorvey alanı (da) ve hastalıklı sera alanı (da) Çizelge 1.'de verilmiştir. Çizelge 1.'de verilmiştir. Çizelge 1.'de görüldüğü gibi, toplam 596 da alanı temsil eden 177 serada gözlemler ve örneklemeler yapılmış olup, bunun 324.9 da'lık kısmını oluşturan 104 seranın *Fusarium oxysporum* ile infekteli olduğu belirlenmiştir. Bu veriler üzerinden Mersin ilinde inceleme yapılan domates seralarında hastalık yaygınlığı %58.8 ve alan itibariyle %54.5 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3. Mersin il ve ilçelerindeki örtü altı domates seralarında *F. oxysporum* kökenli hastalık çıkışı ve şiddeti oranları

Mersin ili örtü altı domates seralarında belirlenen *Fusarium oxysporum* ile enfekteli bitkiler açısından ortalama hastalık çıkışı %43.3 ve hastalık şiddeti %20.4 olarak saptanmıştır. Mersin ilinde incelenen toplam 177 seranın 77'sinde semptomatolojik olarak FORL (%43.5), 31'inde FOL (%17.5) ve 69 tanesinde de (%39) herhangi bir hastalık saptanmamıştır. Mersin ilinde yapılan survey çalışmasında en yüksek *Fusarium oxysporum* hastalık çıkışı %57.3 ve hastalık şiddeti %30.0 olarak Merkez ilçede rastlanmıştır. Bunu sırasıyla Erdemli (%56.16-%28.39), Tarsus (%36.92-%14.15) ve Silifke (%22.80-%8.9) ilçeleri izlemiştir (Şekil 3 ve 4).



Şekil 4. Mersin ilinin Erdemli beldesindeki örtüaltı domates seralarından bir görüntü. (a,b) ET-3 izolatu (FOL); (c,d) EKH-23 izolatu (FORL)

Hastalıklı bitki materyalinden patojenin izolasyonu ve patojenite çalışmaları

Sörvey alanlarındaki hasta domates bitkilerinden yapılan izolasyonlarda toplam olarak 127 *Fusarium oxysporum* izolatu elde edilmiştir. Patojenite denemelerinde, her seradan elde edilen izolatlardan rasgele bir tanesi ile bitkiler inokule edilmiştir. Toplam 127 izolatu denendiği bu çalışmada, 123 izolatu patojenik özellik gösterdiği belirlenmiştir. Patojenite çalışmaları sonucu elde edilen hastalık şiddeti %70 ve üzeri olan, farklı bölgelere ait 87 izolatu seralarda hasta bitkilerde oluşturdukları belirtiler esastan tanımları ile hastalık indeksi ve hastalık şiddeti değerleri Çizelge 3. ve 4.'te verilmiştir.

Çizelge 3. Adana ve Mersin illeri ve ilçelerinde simptomatolojik olarak tanımlanan %70 ve üzerinde hastalık şiddeti gösteren *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* izolatlarının hastalık indeksi ve hastalık şiddeti değerleri

İzolatu alındığı il ve ilçeler	İzolatu no	Hastalık indeksi	Hastalık şiddeti (%)	
ADANA	Seyhan	AS-6	2.20	73.30
	Yüreğir	AY-4	2.30	76.67
	Ceyhan	AC-3	2.60	86.67
		AC-5	2.40	80.00
		AC-9	2.40	80.00
		Ortalama	2.47	82.22
İl ortalaması		2.32	77.40	
MERSİN	Merkez	AO-16	2.20	73.33
		YT-1	2.40	80.00
		YT-8	2.10	70.00
		YT-10	2.70	90.00
		Ortalama	2.35	78.33
	Erdemli	EM-2	2.50	83.33
		ET-1	2.60	86.67
		EKY-3	2.50	83.33
		EKY-6	2.40	80.00
		EKH-3	2.80	93.33
		EKH-12	2.20	73.33
		EKH-14	2.40	80.00
		EKH-18	2.20	73.33
		EÜ-1	2.40	80.00
		EKR-1	2.40	80.00
		EKR-3	2.10	70.00
	Ortalama	2.41	80.30	
	Silifke	S-24	2.10	70.00
		S-28	2.20	73.33
		S-29	2.10	70.00
		S-34	2.10	70.00
		Ortalama	2.16	72.00
	Tarsus	Tarsus-4	2.60	80.00
	İl ortalaması		2.38	77.66
	Genel Ortalama		2.35	77.53

Çizelge 4. Adana ve Mersin illeri ve ilçelerinde simtomatolojik olarak tanımlanan %70 ve üzerinde hastalık şiddeti gösteren *F. oxysporum* f.sp. *radicis- lycopersici* izolatlarının hastalık indeksi ve hastalık şiddeti değerleri

İzolatin alındığı İl ve ilçeler		İzolat Adı	Hastalık indeksi	Hastalık şiddeti (%)
ADANA	Seyhan	AS-1	2.60	86.87
		AS-3	2.30	76.67
		Ortalama	2.45	81.77
	Yüreğir	AY-2	2.50	83.33
		AY-5	2.80	93.33
		Ortalama	2.65	88.33
	Karataş	AK-1	2.70	90.00
	Ceyhan	AC-2	2.40	80.00
		AC-6	2.60	86.67
		AC-7	2.70	90.00
		Ortalama	2.57	85.56
	İl ortalaması			2.59
MERSİN	Merkez	AO-1	2.80	93.33
		AO-2	2.50	83.33
		AO-3	2.67	90.00
		AO-4	2.30	76.67
		AO-5	2.40	80.00
		AO-6	2.40	80.00
		AO-7	2.70	90.00
		AO-8	2.60	86.67
		AO-9	2.10	70.00
		AO-12	2.70	90.00
		AO-13	2.80	93.30
		AO-22	2.90	96.67
		KZ-1	2.70	90.00
		KZ-2	2.60	86.67
		KZ-3	2.40	80.00
		KZ-4	2.30	76.67
		KZ-5	2.10	70.00
		YT-2	2.60	86.67
		YT-4	2.40	80.00
		YT-5	2.50	83.33
	YT-12	2.40	80.00	
	YT-13	2.50	83.33	
	Ortalama	2.52	83.54	
	Erdemli	ET-3	2.40	80.00
		ET-4	2.20	73.33
		ET-7	2.20	73.33
		EKY-1	2.40	80.00
		EKY-4	2.20	73.33
		EKY-5	2.40	80.00
		EKH-2	2.50	83.33
		EKH-4	2.60	86.67

Çizelge 4'ün devamı

İzolatu alınıldığı İl ve ilçeler		İzolatu Adı	Hastalık indeksi	Hastalık Şiddeti (%)
MERSİN	Erdemli	EKH-19	2.50	83.33
		EKH-22	2.50	83.33
		EKH-23	2.60	86.67
		EKH-24	2.40	80.00
		EY-1	2.60	86.67
		EY-2	2.70	90.00
		EY-3	2.40	80.00
		EÇ-1	2.50	83.33
		EÇ-2	2.10	70.00
		Ortalama	2.42	80.78
	Tarsus	Tarsus-0	2.80	93.33
		Tarsus-1	2.70	90.00
		Tarsus-6	2.60	86.67
		Ortalama	2.70	90.00
	Silifke	S-2	2.10	70.00
		S-4	2.60	86.67
		S-6	2.40	80.00
		S-7	2.20	73.33
		S-9	2.60	86.67
		S-10	2.70	90.00
		S-13	2.10	70.00
		S-14	2.60	86.67
		S-17	2.70	90.00
		S-20	2.20	73.33
		S-22	2.40	80.00
		Ortalama	2.42	80.60
	İl ortalaması		2.54	84.90
	Bölge Ortalaması		2.57	83.33

Patojenite çalışmaları sonucunda bölgede simptomatolojik olarak belirlemede 87 izolatu 61'i (%70) FORL ve 26'ı (%30) izolatu FOL olarak tespit edilmiştir. Çizelge 3'te görüldüğü gibi, bölge örtü altı domates seralarından elde edilen *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* izolatlarından ortalama en yüksek hastalık indeksi (%2.38) ve hastalık şiddeti (%77.66) değerleri Mersin ilinden elde edilmiştir. Mersin iline bağlı ilçeler içerisinde, en yüksek hastalık indeksi ve şiddeti değerleri (%80.30-%2.41) Erdemli'de saptanmış olup, bunu Merkez (%78.33-2.35) ve Silifke (%72.00-2.16) ilçeleri izlemiştir. Adana ili seralarından elde edilen izolatların hastalık indeksi 2.32 ve hastalık şiddeti %77.40 olup, ile bağlı ilçeler içerisinde en yüksek hastalık indeksi (2.47) ve hastalık şiddeti (%82.22) Ceyhan ilçesinden elde edilmiş, bunu sırasıyla Yüreğir ve Seyhan izlemiştir.

Doğu Akdeniz Bölgesinde 2004 yılında tespit edilen, domateslerde kök ve kök boğazı çürüklüğüne neden olan *F. oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* etmenine ait bölge izolatlarında en yüksek hastalık indeksi (2.59) ve hastalık şiddeti (%86.41) değerleri Adana ilinden elde edilmiştir (Çizelge 4). Adana iline bağlı ilçeler içerisinde hastalık şiddeti ve hastalık indeksi açısından en yüksek ilçe Karataş

(%90.00 – 2.70) olup, bunu Yüreğir (%88.33 – 2.65), Ceyhan (%85.56- 2.57) ve Seyhan (%81.77 – 2.45) izlemiştir. Mersin ili seralarından elde edilen izolatların hastalık indeksi 2.54 ve hastalık şiddeti %84.90 olup, İle bağlı ilçeler içerisinde en yüksek hastalık indeksi (2.70) ve hastalık şiddeti (%90.00) Tarsus ilçesinden elde edilmiş, bunu sırasıyla Merkez, Silifke ve Erdemli ilçeleri izlemiştir (Çizelge 4).



Şekil 5. Mersin ili Adanahoğlu beldesine ait örtüaltı domates seralarında gözlenen kök-ur nematodu ve iletim demeti semptomlarından bir görüntü. (a) AO-9 izolatı ve (b) AO-16 izolatının elde edildiği bitkiler.



Şekil 6. Silifke ilçesine ait örtüaltı domates seralarında Kök-ur nematodu ve Fusarium etkileşiminden bir görüntü. (a) S-22 izolatı ve (b) S-24 izolatının elde edildiği bitkiler

Şekil 5. ve 6'da görüldüğü üzere Silifke ve Adanahoğlu seralarında domates bitkisi köklerinde kök-ur nematodlarının varlığında Fusarium solgunluk etmenlerinin de görüldüğü tespit edilmiştir. Elekçioğlu ve Uygun (1994), Çukurova Bölgesi örtü

altı sebze yetiştiriciliğinde kök-ur nematodlarının önemli bir patojen olduğunu bildirmişlerdir. Örtü altı yetiştiriciliği yapılan alanlarda önemli ekonomik zararlara sebep olan toprak kökenli patojenlerin yanı sıra Kök-ur nematodlarının (*Meloidogyne* spp.) domateslerde %42-54 oranlarında ürün kaybına neden oldukları bildirmektedirler (Netscher and Sikora 1990). Kök-ur nematodlarının doğrudan zararları yanında, fungal ve bakteriyel hastalıklara karşı bitkiyi hazırlamaları ve köke girerken açtıkları yerlerden mikroorganizmaların girişine imkan sağlamaları dolaylı zararlar olarak ortaya çıkmaktadır (Stirling 1991). Özellikle *Fusarium* solgunluk etmenlerinin kök-ur nematodlarının zarar yaptığı bitkilerde daha hızlı geliştiğini, normal koşullarda patojen olmayan veya zayıf patojen olan hastalık etmenlerinin kök-ur nematodlarının zarar yaptığı bitkilerde ağır infeksiyonlara neden olduğu bildirilmiştir (Powell 1971).

Bölgemizde Can ve ark. (2003), fungus ve nematod arasındaki etkileşimi belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada *Fusarium* spp. ve *M. javanica*'nin birlikte infeksiyon yaptığı durumlarda, hastalık şiddetinin arttığını belirlemiştir. Ayrıca, normalde yüksek oranda hastalık meydana getirmeyen *Fusarium* spp. izolatları ile *M. javanica* birlikte neden oldukları infeksiyonlarda hastalık belirtilerinde artış gözlenmiştir. Bununla birlikte *M. javanica*'nin *Fusarium* spp. ile birlikte olduğu durumlarda gal oluşturma oranlarında azalma meydana geldiği saptanmıştır.

Sonuç olarak yürütmüş olduğumuz bu çalışmaya göre; Ülkemizde domates üretiminde önemli bir paya sahip olan Doğu Akdeniz Bölgesi'nde, domates üretim alanlarında rastlanan fungal hastalıklar içinde, *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis lycopersici* (FORL) ve *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (FOL) gibi, iki toprak kökenli patojenin oluşturduğu hastalıklar öne çıkmışlardır. *F. oxysporum*'un domateste solgunluk ve kök ve kök boğazı çürüklüğü yapan formları ile mücadele, bunların toprak kökenli olmaları nedeniyle oldukça güçtür. Bölge açısından, bu güçlük sulama, drenaj, tesviye ve toprak dezenfeksiyonu gibi kültürel işlemler açısından altyapının uygun olmayışı nedeniyle daha da artarak karmaşık bir hal almıştır. Hali hazırda geliştirilmiş dayanıklı çeşitler ve toprak dezenfeksiyonu ile FOL nedeni solgunluk ile mücadele mümkün olup; sulama, gübreleme ve benzeri kültürel işlemler açısından dikkatli davranılacak olursa bu hastalık tolere edilebilir düzeylerde tutulabilir. Buna karşın FORL'nin nedeni kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalığının çok döngülü olması, henüz geliştirilmiş ve ticari olarak yaygın kabul görmüş dayanıklı çeşitlerin yeterli olmaması, amonyum içeren azot formu ile gübrelemenin hastalık çıkışını müsait kılması ve Bölgede henüz etkin bir toprak dezenfeksiyonu veya pastörizasyon yönteminin oturtulmuş olmaması gibi nedenlerle oldukça zordur. Bu çalışmada her iki etmenin ayrımı, neden oldukları hastalıkların oluşum, şiddet ve yaygınlığının belirlenmesinde etken olan faktörleri belirlemek amacıyla sörvey çalışması sırasında üreticilerden gübreleme ve sulama programları, sera ısıtma sistemi, her yıl hangi ürün yetiştirildiği konuları ile ayrıca toprak pH'sı ve tuzluluk (EC) oranları hakkında bilgiler toplanmıştır.

Adana ve Mersin il ve ilçelerindeki örtü altı domates üreticilerinden elde edilen bilgilerden, özellikle alan olarak yoğun yetiştiricilik yapılan beldelerde ekim nöbeti uygulamasına dikkat edilmediği tespit edilmiştir. *F. oxysporum* ile bulaşık alanlardaki seralarda hasat artıklarının sökülme sırasında sera toprağından iyi bir şekilde temizlenmediği ve sera dışında imha edilmesine dikkat edilmediği gözlemlenmiştir. Özellikle, bitki artıklarının sera yakınındaki sulama kanallarına atılması her yıl potansiyel bir inokulum kaynağına dönüşmesi ve bu inokulumun uzun yıllar canlılığını devam ettirmesine neden olabilmesi açısından çok önemlidir. Adana ve Mersin illerinde çoğunlukla domates yetiştiriciliği maliyeti çok yüksek olan cam sera yerine, daha düşük maliyetle tesis edilen plastik seralarda yapılmaktadır. Özellikle örtü altı domates yetiştiriciliğinin alan olarak yoğun olduğu Mersin ilinin Adanalıoğlu, Yenitaşkent ve Kocahasanlı beldelerinde sera çevresine ve sulama kanallarına hasat artıklarının atılması sonucu yan yana olan seralarda bu hastalıklara sıkça rastlanmıştır. Bu nedenle, toprakta ve bitki atıklarında klamidospore formunda uzun yıllar canlı kalabilen *F. oxysporum* inokulumunun bu bölgelerde sorun teşkil ettiği ve önemli ekonomik zarara neden olduğu düşünülmektedir. Özellikle FORL ile bulaşık olan bitkilerin kök sistemi ve kök boğazı üzerinde aşırı düzeyde spor oluşturulması nedeniyle, bu patojen sera içlerinde kolaylıkla yayılabildiği için; bulaşık ve ölen bitkilerin dikkatli bir şekilde imha edilmeleri gerekmektedir.

Sörvey çalışmasında seralardan bölgeyi temsil edecek şekilde toprak örnekleri alınarak pH ve tuzluluk (EC) değerleri ölçülmüştür. Mersin bölgesi domates seralarından alınan toprak örneklerinde pH değerleri 7.2–8.1 arasında alkali toprak yapısına sahip olurken EC değerleri ise 1.32-2.12 oranlarında olup az tuzlu - tuzlu olarak tespit edilmiştir. Adana bölgesindeki sörvey yapılan domates seralarından alınan toprak örneklerinin pH değerleri 5.4–7.0 olup hafif asit-nötr, tuzluluk oranları ise 0.45–1.45 tuzsuz-az tuzlu toprak özelliklerine sahip olduğu belirlenmiştir. Toprak pH yapısının Mersin ilinde hastalığın oluşumunda etken olamayacağı, fakat Adana iline bağlı beldelerde *F. oxysporum*'un patojen olan iki formu FORL ve FOL etmenlerinin yaygınlığının artmasında, özellikle FORL etmeninin artmasında, düşük toprak pH'sı, amonyum azotu (2 kg/da) uygulamasının etken olabileceği kanısına varılmıştır. Çünkü Mersin il ve ilçelerinde toprak pH'sı alkali yapıda olup, çoğunlukla nitrat formunda gübre kullanıldığı tespit edilmiştir. Mersin ilinde domates yetiştiriciliğinin yoğun yapıldığı alanlarda özellikle FORL hastalığının artmasındaki nedenlerin başında kötü sera koşulları, ısıtma problemi, sera içerisindeki tesviye yokluğu nedeniyle su birikmesi, bitki artıklarının sera toprağından iyi temizlenmemesi ve sera çevresine atılarak inokulum kaynağı oluşturulması, serada her yıl aynı çeşitle domates yetiştiriciliği yapılması, sera konstrüksiyonu dezenfeksiyonuna önem verilmemesi sonucu FORL mikrokonidilerinin yayılmasına imkan tanımak suretiyle tekrarlı enfeksiyonların oluşmasına neden olarak hastalık şiddetinin arttığı kanısına varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Anonim 2007. Adana ve Mersin il Müdürlüğü İstatistik Şubesi, Örtüaltı domates alanları
- Attitalla I. H., Fatehi J., Levenfors J., and Brishammar S. 2004. A Rapid molecular method for differentiating two special forms (*lycopersici* and *radicis-lycopersici*) of *F. oxysporum*. Mycol. Res., 108 (7):787-794.
- Balmas V., Scherm B., Di Priimo P., Rau D., Marcello A., and Migheli Q. 2005. Molecular characterisation of vegetative compatibility groups in *F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* and f. sp. *lycopersici* by random amplification of polymorphic DNA and microsatellite-primed PCR. European Journal of Plant Pathology, 111:1-8.
- Bogale M., Wingfield B. D., Wingfield M. J., and Steenkamp E. T. 2007. Species-specific primers for *Fusarium redolens* and PCR-RFLP technique to distinguish among three clades of *F. oxysporum*. FEMS Microbiol Lett, 271:27-32.
- Bora T. ve Karaca İ. 1970. Kültür Bitkilerinde Hastalığın ve Zararın Ölçülmesi, E.Ü. Matbaası, İzmir,43s.
- Can C., Elekçioğlu H., Yücel S., ve Özarlıdan M. 2003. Seralarda Domates Fusarium Solgunluğuna Neden Olan Türlerin Tanısı, Hastalık Oluşumunda Nematodlar ile İlişkileri ve mücadele Olanaklarının Belirlenmesi. Tubitak Sonuç Raporu, Proje No: TARP-2371.
- Can C., Yucel S. Korolev N. and Katan T. 2004. First report of fusarium crown and root rot of tomato caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* in Turkey, Plant Pathology, 53(6):814 -814.
- Elekçioğlu İ.H. ve Uygun N. 1994. Occurrence and distribution of plants parasitic nematodes in cash crop in Eastren Mediterranean region of Türkiye. Proc. of 9th Congress of the Mediterreanean Phytopathological Union, Kuşadası/Türkiye, s: 409-410.
- Hajlaoui Mr., Hamza N. Gargouri S., Guermech A. 2001. Apparition en Tunisie de *F.oxysporum* f. sp. *radicis-ycopersici*, agent de la pourriture des racines et du collet de la tomate. EPP0 Bull 31:505/507.
- Hibar K., 2002. La fusariose du collet et des racines de la tomate: Pathogénicité et moyens de lutte. Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies en Protection des Plantes et Environnement. Tunisie, Ecole Supérieure d'Horticulture et d'Elevage de Chott Mariem, 2002, 54 pp.
- Hibar K., Edel-Herman V., Steinberg Ch., Gautheron N., Daami-Remadi M., Alabouvette C., and Elmahjoub, M., 2007. Genetic diversity of *F. oxysporum* populations isolated from tomato plants in Tunisia. Journal of Phytopathology, 155 (3):136-142.
- Jones J. B., Jones J. P., Stall R. E., and Zitter, T. A., 1991. Compendium of Tomato Diseases. American Phytopathological Society,, p:14-15.
- Laine U. L., Pettway R. E., Katan T., and Kistler H. C., 1999. Population genetic analysis corroborates dispersal of *F.oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* from Florida to Europe. Phtopathology, 89: 623-631.

- Menzies J. G., Koch C., and Seywerd F. 1990. Additions to the host range of *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*. Plant Dis.,74:569-572.
- Nelson L. A. 1986. Use of statistics in planning, data analysis, and interpretation of fungicide and nematicide tests. Pages 11-23 in: Methods for Evaluating Pesticides for Control of Plant Pathogens. 312 pp.
- Netscher C., and Sikora R.A. 1990. Nematode Parasites on Vegetables. In: Luc, M., Sikora, R.A., Bridge, J. (eds). Plant Parasitic Nematodes in Suptropical and Tropical Agriculture. CAB Internatioanal, pp 231-283.
- Ozbay N. and Steven E.N. 2004. Fusarium crown and root rot of tomato and control methods. Plant Pathology Journal 3 (1): 9-18.
- Powell N. T. 1971. Interaction of plant parasitic nematodes with other disease-causing agents. In Plant Parasitic Nematodes Vol. 2: 119-. 2: 119-137. (Edited by B. M. Zuckerman, W. F. Mai and R. A. Rohde.).
- Rowe R.C. 1980. Comparative pathogenicity and host ranges of *Fusarium oxysporum* isolates causing crown and roort rot of greenhouse and field-grown tomatoes in North America and Japan. Phytopathology 70: 1143-1148.
- Stirling G.R. 1991. Biological Control of Plant-Parasitic Nematodes. CAB International, Wallingford, Oxon, 50- 85.
- Thanassoupolos C.C., Glannopolitis C.H. and Kitsos G.T. 1970. Evaluation of Sensitiveness and Deveelopment of Resistance of *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* to benomly. Phytopath.70: 114-120.
- Yücel S. ve Çınar A. 1989. Domates Fusarium Solgunluğuna (*Fusarium Oxysporum* Schlecht, f.sp. *lycopersici* (Sacc.) Snyd. and Hans) Karşı Biyolojik Kontrolde Antagonistlerin ve Toprak Solarizasyon Uygulamasının Etkileri. Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi/13:1372 -1393.