

Aydın İlinde Karpuz Fusarium Solgunluğu Hastalığının Yaygınlık ve Bulunma Oranı

Birsen GEÇİOĞLU ERİNCİK^{*1}, Mustafa Timur DÖKEN²¹ Adnan Menderes Üniversitesi, Koçarlı Meslek Yüksekokulu, Aydın.² Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Aydın.

Öz: Dünyada karpuz üretimini sınırlayan faktörlerin başında Fusarium Solgunluğu hastalığı gelmektedir. Aydın ilinde karpuzlarda kurumalar yaygın olarak görülmekte olup bu kurumaların Fusarium Solgunluğu ile ne denli ilişkili olduğu bilinmemektedir. Çalışmamızda Aydın ve ilçelerindeki karpuz üretim alanlarında kuruma ve solgunluk yaygınlığını ve bulunma oranını belirlemek amacıyla 2010 ve 2011 yıllarında sörveyler gerçekleştirilmiştir. Aydın genelinde 17 ilçe gezilmiş ve hastalık belirtisi gösteren bitkilerden toplam 470 örnek toplanmıştır. Sörvey sonuçlarına göre hastalık görülen ilçelerde hastalık yaygınlığının %45-100 arasında değiştiği belirlenmiştir. İzolasyonlardan 185 adet *Fusarium* spp. izolatu elde edilmiştir. Patogenite ve takiben tanılama çalışmaları sonucunda 73 adet izolat *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum* (FON) olarak tanılanmıştır. FON izolatlarının elde edildiği 45 tarlada karpuzda Fusarium solgunluğunun bulunma oranı %0.17-12 arasında saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum*, toprak kaynaklı patojen, Cucurbitaceae, sörvey

Prevalence and Incidence of Fusarium Wilt of Watermelon in the Aydın Province

Abstract: *Fusarium wilt* is a major limiting factor in the commercial watermelon production areas in the world. In Aydın Province, the vine death in watermelons occurs commonly, but engagement of *Fusarium wilt* in the occurrence of these deaths have still unknown. In this study, the field surveys were conducted to determine prevalence and incidence of *Fusarium wilt* in the watermelon producing counties of Aydın Province in 2010-2011. In 17 counties, 470 samples were collected from the plants exhibiting disease symptoms. The surveys revealed that the disease prevalence in the counties ranged from 45% to 100%. A total of 185 *Fusarium* spp. isolates were recovered from the isolations. As a result of pathogenicity and identification studies, 73 isolates were identified as *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum* (FON). In the 45 fields where the FON isolates were found, the incidence of *Fusarium wilt* ranged from 0.17% to 12%.

Keywords: *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum*, soil-borne pathogen, Cucurbitaceae, survey

GİRİŞ

Dünyada milyonlarca hektar üretim alanı ile en yaygın sebzeler içerisinde yer alan karpuzun [*Citrullus lanatus* var. *lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai] varlığı ve üretimi 1800'lü yılların sonlarına doğru Fusarium solgunluğu nedeni ile olumsuz yönde etkilenmeye başlamıştır. *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* (E.F. Sm.) Snyd. & Hans. (FON) adlı bir fungal etmenin neden olduğu bu hastalık önce Amerika'da, daha sonra da Asya ve Avrupa'da karpuz üretim alanlarında büyük çapta tahribat oluşturmuştur (Martyn ve McLaughlin, 1983).

Toprak kökenli bir hastalık etmeni olan FON optimum 20-27°C sıcaklıkta bulunan ve nem oranı %25' den düşük ve pH'sı 5.5- 6.5 olan hafif kumlu, yüksek nitrojen içeren topraklarda çok daha yaygın olarak görülmektedir (Martyn, 1996). Hastalığın tarla içerisinde ve tarladan tarlaya yayılması bulaşık toprağın çiftlik ekipmanları, toprak işleme, sulama, rüzgar, sel baskını, aşırı yağış, hayvanlar gibi kültürel ve çevresel faktörler tarafından taşınması ile gerçekleşmektedir (Ferreira ve Boley, 1991). Hastalığın uzun mesafelere taşınmasından en etkili üretim materyalleri sorumludur. Hastalık tohumla da taşınabilmektedir (Kuniyasu, 1980).

Karpuz Fusarium solgunluğu, karpuz üretilen alanlarda bitkinin tüm gelişme dönemlerinde ortaya çıkabilir. Hastalığın ilk belirtileri, öncelikle yapraklarda ortaya çıkan soluk, gri-yeşil renk oluşumudur. Bu belirtileri, genellikle kök boğazına yakın yaşlı yapraklarda başlayan ve uçlara doğru ilerleyen yaprak sararmaları takip eder. Daha sonra bu yapraklar hızla suyunu kaybeder, 2-3 gün içerisinde de solar ve kururlar (Martyn, 1996). İlk belirtilerin başlangıcı bitkinin kol atmaya başladığı dönem olup solgunluk bir kolda başlar, diğer kollar ise genellikle sağlıklı görünür. İnokulum yoğunluğunun yüksek ve konukçu bitkinin duyarlı olduğu durumlarda bitki kısa süre içinde ölebilir. Hastalıktan etkilenen ancak ölmeyen bitkiler ise küçük kalır,

verimde önemli oranda azalma meydana gelir. Fusarium solgunluğunun en güvenilir ve doğru tanı belirtisi, iletim demeterlerinde ortaya çıkan kahverengileşmedir (Egel ve Martyn, 2007).

Birçok yöresi iklim ve toprak özellikleri bakımından karpuz yetiştiriciliği için uygun olan ülkemizde de Fusarium solgunluğu ilk kez 1965 yılında Marmara Bölgesinde saptanarak karpuzda %50' den fazla zarar yaptığı bildirilmiştir (Akdoğan, 1969). Daha sonra Ege Bölgesinde, İzmir, Manisa, Aydın illerinde belirlenen bu hastalığın (Bora ve Özkut, 1972; Karaca ve Qureshi, 1979; Qureshi ve Yıldız, 1982; Filiz ve Turhan, 1991), Doğu Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde de bulunduğu (Yücel ve ark., 1999; Kurt ve ark., 2005) ve bu bölgelerde ciddi ekonomik kayıplara neden olduğu saptanmıştır.

Verdiğimiz kaynak bilgilerinden de anlaşılacağı üzere Aydın ve ilçelerinde karpuz Fusarium solgunluğu ile ilgili çok az bilgi bulunmaktadır. Bu nedenle de hastalığın günümüzdeki yaygınlık ve bulunma oranının ne olduğu, karpuz üretiminde ne derecede etkili olduğu hakkında bir yorum yapmak mümkün değildir. Yaptığımız bu çalışmada Aydın ili karpuz üretim alanlarındaki kurumaların ve Fusarium solgunluğunun gerçek boyutlarının ortaya konulması hedeflenmiştir.

Sorumlu Yazar: bgerincik@adu.edu.tr

Bu çalışma doktora tezi ürünü olup, Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri ZRF-12011 no'lu proje kapsamında desteklenmiştir.

Geliş Tarihi: 15 Ocak 2018

Kabul Tarihi: 31 Mayıs 2018

MATERYAL ve YÖNTEM

Sörvey Çalışmaları

Türkiye İstatistik Kurumunun (TÜİK) 2008 ve 2009 yılı verilerine göre (Anonim, 2009) Aydın ili ve ilçelerindeki karpuz üretiminin yapıldığı belirtilen ilçelerin tamamı (Merkez, Bozdoğan, Buharkent, Çine, Didim, Germencik, İncirliova, Karacasu, Karpuzlu, Koçarlı, Köşk, Kuşadası, Kuyucak, Nazilli, Söke, Sultanhisar, Yenipazar) 2010-2011 yıllarında gezilerek karpuz üretim alanları incelenmiş ve hastalığın yaygınlığı belirlenmiştir.

Hastalığın yaygınlığını belirlemek amacıyla üretim alanlarındaki karpuz bitkileri solgunluk hastalığı belirtilen alanlarındaki yeşil aksamının tamamında ya da bir tarafında solgunluk ve/veya iletim demetlerinde kahverengileşmeler yönünden incelenerek tarlalarda hastalığın olup olmadığı saptanmıştır. Hastalık yaygınlığı incelenen tarlalar arasında hastalığın görüldüğü tarlaların oranı (%) olarak belirlenmiştir. Hastalığın bulunma oranı ise yine TÜİK'in 2008 ve 2009 yılı verilerine göre 1000 tonun üzerinde karpuz üretimi yapıldığı belirtilen ilçelerden Çine, Koçarlı, Söke, Sultanhisar, Merkez, Bozdoğan, Nazilli, İncirliova'da belirlenmiştir. Aynı yıla ait verilere göre karpuz üretiminin 1000 tonun üzerinde olduğu belirtilen ilçeler arasında yer alan Köşk ilçesinde yapılan sörveylerde tek bir tarla tespit edilmesi ve bu tarlada da hastalıklı bitki görülmemesi, Karpuzlu ilçesinde ise karpuz üretimi yapılan tarlaların bulunmaması nedeniyle bu iki ilçede hastalığın bulunma oranı saptanamamıştır. Bulunma oranı hastalıklı bitkilerin oranı (%) olarak hesaplanmıştır. Değerlendirilmeye alınan bitki sayısı tarla büyüklüğüne bağlı olarak bitkilerin %2-10 arasında değişmiş olup şansa bağlı seçilen 20'li gruplar içinde bitkiler hasta ve sağlıklı olarak kaydedilmiştir.

İzolatların Elde Edilmesi

Sörveyler sırasında izolasyon çalışmalarında kullanılmak üzere hastalıklı bitki örnekleri de alınmıştır. Örnekler tarladaki hastalık bulunma oranına bağlı olarak tipik solgunluk belirtisi sergileyen bitkilerden rastgele seçilerek topraktan sökülüştür. Bu bitkilerin kök boğazından itibaren yaklaşık 10 cm yukarıda kalan yeşil aksamı kesilerek atılmış, kalan kısmı kese kağıdı içinde laboratuvara getirilerek izolasyona kadar 4°C de buzdolabında saklanmıştır. 2010 yılında incelenen karpuz üretim alanlarından yaklaşık 120 adet, 2011 yılında incelenen alanlardan da yaklaşık 350 adet olmak üzere toplam 470 bitki örneği çalışmamızın ana materyali *Fusarium* Solgunluğu etmenini elde etmek amacıyla toplanmıştır. İzolasyon için laboratuvara getirilen bitki örnekleri, çeşme suyu altında yıkandıktan sonra kök ve kök boğazından parçalar alınarak %5'lik sodyum hipoklorit içinde 2 dakika süre ile yüzeysel olarak dezenfekte edilmiştir. Daha sonra 2 defa steril damıtık suda durulanıp takiben steril filtre kağıtları arasında kurutulmuştur. Örnekler petri kaplarında bulunan 50 mgL⁻¹ streptomycin sulfat içeren patates dekstroz agar (PDA) besiyeri üzerine konularak 27°C de karanlıkta 2-3 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyondan sonra izolatların koloni morfolojileri

incelenmiş ardından *Fusarium oxysporum*'un tipik kültürel özelliklerini taşıdığı gözlemlenen izolatların mikroskopik (makrokonidi, mikrokonidi) özellikleri de incelenmiştir. Oval ya da böbrek şeklinde mikrokonidi ve/veya kıvrık, kano şeklinde makrokonidilere sahip, başlangıçta beyaz daha sonra pembeden mora kadar değişen koloniler seçilip, tekrar aynı konsantrasyonda antibiyotik ilave edilmiş PDA besi ortamına aktarılarak inkübasyona alınmışlardır (Leslie ve Summerell, 2006). İzolasyon çalışmaları sonucu *Fusarium oxysporum* olduğu düşünülen 185 adet *Fusarium* spp. izolatu elde edilmiştir.

İzolatların Patojenisiterinin Belirlenmesi

Fusarium oxysporum f.sp. *niveum* (FON)'un izolatlarını belirlemek için kültürel ve morfolojik özelliklerine göre *F. oxysporum* olabileceği varsayılan 185 adet *Fusarium* spp. izolatının tek sporları ile patojenisite testi yapılmıştır. Bu testin, spor süspansiyonuna daldırma yöntemine göre gerçekleştirilmiştir (Latin ve Snell, 1986). İzolatlar oda sıcaklığında 12 saat ışık periyodunda 5-6 gün süreyle 128 rpm' de çalışan çalkalayıcıda Patates Dextroz Broth (PDB) besi ortamında geliştirilmiştir. Gelişen kültürler 4 katlı tülbentten süzülerek her bir kültür için mikrokonidi süspansiyonu elde edilmiştir. Mikrokonidi süspansiyonun konsantrasyonu hemositometre ile ölçülerek 10⁶ mikrokonidi/ml olacak şekilde ayarlanmıştır. Bu testte FON'un tüm ırklarına duyarlı olduğu bilinen Sugar Baby karpuz çeşiti (Zhou ve ark., 2010) kullanılmıştır. Karpuz fideleri yaklaşık iki haftalık iken yani ilk gerçek yaprak dönemi geldiğinde viyollerden çıkarılmış ve kökleri akan suyun altında yıkanarak toprağın temizlenmiştir. Takiben bitki köklerinin boyu aseptik koşullarda makasla kesilmek suretiyle kısaltılmış ve hazırlanan süspansiyon içinde 1-2 dk bekletilerek inokule edilmişlerdir. Süspansiyon içerisinde çıkarılan fideler içerisinde steril toprak-torf-perlit karışımı bulunan 15 cm çapındaki saksılara şaşırtılmıştır. Bitkiler iklim odasında 24°C de 14 saat aydınlık 10 saat karanlık koşullarda 2 gün süre ile inkübasyona bırakılmış ve takiben kontrollü seraya taşınmışlardır. Sera koşulları gündüz yaklaşık 30°C (14 saat aydınlık), gece yaklaşık 18°C (10 saat karanlık) olacak şekilde ayarlanmıştır. Bitkiler bu koşullardaki gelişme süreci içinde yapraklarında sararma ve solgunluklar yönünden gözlemlenmiştir. Bitkilerde hastalık gelişimi değerlendirmesi inokulasyondan yaklaşık bir ay sonra yapılmıştır. Değerlendirme bitkinin gövdesi kök boğazından itibaren dikine kesilerek ve iletim demetlerindeki kahverengileşen bölgenin boyuna uzunluğu (mm) ölçülerek yapılmıştır. Bu çalışma üç yinelemeli olarak yapılmış olup, her bir tekrür için 3-6 fide kullanılmıştır. Kontrol bitkilerine ise steril saf su inokule edilmiştir. İzolatların patojenisiteleri, iletim demetlerindeki nekrozların (kahverengileşme) uzunluğu baz alınarak hazırladığımız skalaya (Geçioğlu Erincik ve Döken, 2017) göre ölçülmüş (Çizelge 1) ve elde edilen skala değerleri Tawsend-Heuberger formülü uygulanarak *F. oxysporum* izolatlarının hastalık yüzdeleri (hastalık şiddeti) hesaplanmıştır. Ölü bitkilere en üst skala değeri olan "5" değeri verilmiştir. İletim demetlerinde kahverengileşmeye neden

Çizelge 1. Hastalık ölçümünde kullanılan karpuz kök boğazı ve gövdesinde oluşan nekroz uzunluklarının skala değerleri

Skala Değerleri	Nekroz Uzunlukları (Kahverengileşmenin Boyuna Uzunluğu)
0	Kahverengileşme yok
1	1- 15 mm
2	16-30 mm
3	31-45 mm
4	46-60 mm
5	≥ 60 mm yada bitki tamamen solmuş (ölmüş)

olmayan izolatlar değerlendirilmeye alınmamıştır.

Fusarium oxysporum İzolatlarının Tanınması

Patojenite testi sonucu karpuz bitkilerinde hastalık yapan izolatlarda, patojenin *Fusarium oxysporum* tanısı Carnation Leaf Agar (CLA) ortamında gelişen etmenin morfolojik yapıları incelenerek belirlenmiştir. Patojenite testi sonucu seçilen tek sporları elde edilmiş 75 *Fusarium* spp. izolatının CLA'ya ekimleri yapılmış ve 25°C'de 4 hafta inkubasyona bırakılmıştır. Daha sonra bu izolatlar mikroskopta 40x objektif altında makrokonidi, mikrokonidi, klamidospor, konidiofor ve filial özellikleri dikkate alınarak incelenmiş ve izolatların 73 adeti *Fusarium oxysporum* olarak tanılanmıştır. *F. oxysporum* tanısı kısa monofalidler üzerinde oval ya da böbrek şeklinde mikrokonidilerin yanı sıra 3-5 hücreli kıvrık, kano şeklinde makrokonidi varlığı ile hifin uç kısmında ya da ortasında klamidospor oluşumuna (Leslie ve Summerell, 2006) dayanarak yapılmıştır.

İzolatların Bazı Kabakgillerde Patojenisitelelerinin Belirlenmesi

Fusarium oxysporum forma speciales'leri konukçuya özelleşmiş olup, enfekte ettikleri konukçu türlerine göre adlandırılmakla birlikte bazı forma speciales'lerin sera ve laboratuvar koşullarında diğer kabakgilleri de enfekte ettiği yani çapraz enfeksiyonların oluşabileceği bildirilmektedir (Egel ve Martyn, 2007; Zhou ve Everts, 2007). Bu nedenle patojenite testleri sonuçlarına ve takiben CLA'da geliştirilen izolatların mikroskobik özelliklerine dayanarak FON olduğu belirlenen 73 adet izolatın diğer kabakgiller olan hıyar, kavun ve kabak bitkilerinde de patojen olup olmadığı testlenmiştir. Böylece karpuzu hastalandıran izolatlarımız arasında diğer kabakgilleri hastalandıran forma speciales'lerin olup olmadığı ortaya

konmuştur. FON izolatlarının patojenisitelelerinin belirlenmesinde açıklandığı gibi uygulanan bu teste *Fusarium oxysporum* forma speciales'lerine hassas olduğu bilinen kabakta Sakız, kavunda Ananas, hıyarda Çengelköy çeşitleri kullanılırken, kontrol olarak karpuzda ise yine Sugar Baby çeşiti kullanılmıştır. İnokulasyonun ardından bitkiler gelişme süreci içinde yapraklarında sararma ve solgunluklar yönünden gözlemlenmiştir. Ayrıca inokulasyondan yaklaşık bir ay sonra bitkinin kök ve kök boğazında nekrotik lezyonların varlığı, iletim demetlerindeki kahverengileşmelerin olup olmadığı belirlenmiştir. Bitkilerde hastalık gelişiminin değerlendirilmesi de yine izolatların patojenisitelelerinin belirlenmesindeki gibi planlanmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Aydın İli Karpuz Üretim Alanlarında Solgunluk ve Kurumaların Yaygınlığı

Aydın ilinin karpuz üretim alanlarındaki solgunluk ve kurumaların yaygınlığının ve bulunma oranlarının belirlenmesi amacıyla 2010 yılında Temmuz-Ağustos aylarında 29 karpuz üretim alanında (yaklaşık 425 da), 2011 yılında ise Haziran-Eylül aylarında 103 karpuz üretim alanında (yaklaşık 1026 da) incelemeler yapılmıştır. İki yılda il genelinde on ilçede (Merkez, Çine, Koçarlı, Bozdoğan, Söke, Sultanhisar, Yenipazar, Nazilli, İncirliova ve Köşk) incelenen toplam 132 tarladan 80 (%60.6)'inde solgunluk ve kuruma belirtisi gösteren karpuz bitkileri saptanmıştır. Bu belirtileri gösteren karpuz bitkilerinin bulunduğu ilçelerde hastalık yaygınlığı %45 ile %100 arasında değişmiştir (Çizelge 2). İncelenen ilçeler arasında solgunluk ve kuruma en yaygın olarak Koçarlı ilçesinde saptanmıştır. Aydın'da karpuz üretiminde önde gelen ilçelerden biri olan bu ilçede incelenen 29 tarladan

Çizelge 2. 2010- 2011 yıllarında Aydın ili karpuz ekim alanlarında yapılan sörveylerde saptanan karpuz kurumalarının yaygınlığı

İlçeler	İncelenen Toplam Tarla Sayısı	İncelenen Alan (da)	Hastalıklı Tarla Sayısı	Hastalısız Tarla Sayısı	Hastalık Yaygınlığı (%)
Koçarlı	29	483	20	9	68.9
Bozdoğan	12	185	8	4	66.6
Çine	26	160	16	10	61.5
Söke	23	236	14	9	60.8
Sultanhisar	15	124	9	6	60.0
Merkez	4	104	2	2	50.0
Yenipazar	20	124	9	11	45.0
Nazilli	1	10	1	-	100.0
İncirliova	1	5	1	-	100.0
Köşk	1	20	-	1	0.0
Toplam	132	1451	80	52	-

%68.9'unda hastalığın bulunduğu gözlemlenmiştir. Karpuz üretiminin en fazla yapıldığı ilçe olan Çine'de sörveye alınan 26 tarlada solgunluk ile kuruma yaygınlığı %61.5 bulunmuştur. 2008 ve 2009 yıllarına ait TÜİK verilerine göre karpuz üretiminin yüksek olduğu olduğu belirtilen Nazilli, İncirliova, Köşk'de yapılan sörveyelerde Nazilli ve İncirliova'da sadece birer tarlada karpuz üretiminin yapıldığı ve bu tarlalarda hastalığın var olduğu saptanmıştır. Köşk ilçesinde de karpuz yetiştiriciliğine sadece bir tarlada rastlanmış, ancak hastalık belirtileri gözlenmemiştir. Karpuzlu, Buharkent, Didim, Germencik, Karacasu, Kuşadası, Kuyucak ilçelerinde ise herhangi bir üretim olmadığı için bu ilçede örnekleme ve değerlendirme yapılamamıştır.

Karaca ve Qureshi (1979) tarafından Ege Bölgesi'nde yürütülen bir projede Merkez, Kuşadası, Çine ve Bozdoğan ilçelerini kapsayan incelemelerde gezilen 15 tarladan 8'inde (%53.3) karpuzlarda *Fusarium* solgunluğunun bulunduğu belirlenmiştir. Daha sonra yine aynı bölgede yapılan bir başka çalışmada da (Filiz ve Turhan, 1991) Aydın'da karpuz solgunluğuna rastlandığı belirtilmekle birlikte, yaygınlık ve yoğunluğu bildirilmemiştir.

Ülkemizde karpuz üretimi yapılan diğer bölgeleri içeren araştırmalarda Yücel ve ark. (1999) Çukurova'da karpuzda *Fusarium* solgunluğu hastalığının yaygınlık oranının Adana'da %56.6, Mersin'de ise %66.6 olduğunu bulmuşlardır. Yine Adana ve Mersin illerini de içine alan Doğu Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu'yu kapsayan başka bir çalışmada ise Kurt ve ark., (2005, 2008) karpuzda *Fusarium* solgunluk hastalığı yaygınlığının %27.3-63.6 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Hastalık yaygınlığının 2004 yılında en fazla Adana ilinde %51.5 oranında bulunduğunu, bunu Adıyaman (%46.2) ve Mersin illerinin (%42.1) takip ettiğini, Diyarbakır'da ise hastalık yaygınlığının en düşük olduğunu (%27.3) bildirmişlerdir. 2005 yılında ise hastalık yaygınlığının en fazla Şanlıurfa ilinde (%63.6) olduğu, ikinci olarak Adana ilinde (%61.9) bulunduğu, bunu %50.0 oranı ile Adıyaman ve Diyarbakır illerinin izlediği, hastalık yaygınlığının en düşük Batman'da (%33.3) saptandığı belirtilmiştir (Kurt ve ark., 2008). Hastalıklı doku örnekleri almak amacıyla sökülen bitkilerin toprak altı kısımlarından alınan kesitlerde çoğunlukla *Fusarium*

solgunluğunun tipik belirtisi olan iletim demetlerinde kahverengileşmeler gözlenmiştir. Ancak kök ile kök boğazı kısımlarında diğer toprak kökenli patojenlerin de neden olabileceği kuru ve yumuşak çürüklük belirtilerini gösteren bitkilerin varlığına da rastlanmıştır. Bu nedenle tarla incelemeleri sırasında saptanan solgunluk ve kurumalar doğrudan *Fusarium solgunluğu* ile ilişkilendirilmemiştir.

***Fusarium* spp. İzolatların Patojenisiteleri**

Kuruma ve solgunluk belirtisi gösteren 470 adet karpuz bitkisinden alınan örneklerden yapılan izolasyonlar sonucunda *Fusarium* spp.'ye özgü kültürel özelliklere sahip olan 230 adet koloni seçilmiştir. Daha sonra bu izolatların morfolojik özellikleri mikroskopik olarak incelenerek 185 izolatın *Fusarium oxysporum* olabileceği varsayımı ile patojenisitelerinin yapılmasına karar verilmiştir. Sugar Baby karpuz çeşidine ait fideler üzerinde yapılan patojenisite testleri sonucunda fidelerin yeşil aksami ile kök ve kök boğazında oluşturduğu belirtilere dayanarak 75 izolat patojen olarak saptanmışlardır. Patojenik reaksiyon veren izolatların uygulandığı bitkilerde inokulasyonun beşinci gününden itibaren önce kotiledon yapraklarında daha sonra gerçek

Çizelge 3. Aydın'ın farklı ilçelerinden elde edilen *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum* izolatlarının sayısı ve virüslük testlerinde oluşturdukları hastalık şiddeti aralıkları

İlçeler	İzolat Sayısı	Hastalık Şiddeti Aralığı (%)
Koçarlı	21	15-100
Çine	17	13-100
Söke	14	15-100
Bozdoğan	8	18-100
Merkez	6	17-67
Yenipazar	4	22-100
Sultanhisar	3	15-100
İncirliova	1	84
Nazilli	1	24

Patojenisite testi sonucu patojen olarak bulunan 75 izolatın *Fusarium oxysporum* olduğunu netleştirmek için bir kez de CLA ortamında oluşan yapılarının mikroskopik incelenmesi sonucu 73 izolatın *F. oxysporum* özelliklerine sahip olduğu belirlenmiştir. Morfolojik yapılarının özelliklerine göre *F. oxysporum* olarak tanımlanan 73 izolatın dışında Çine ve Bozdoğan ilçelerinden elde edilen birer izolatın *F. oxysporum* olmadığı saptanmıştır. Patojenisite testinin ardından CLA'da da *Fusarium oxysporum* olarak tanımlanan 73 izolatın bir kez de diğer kabakgiller olan kavun, kabak ve hiyarda patojen olup olmadığı test edilmiştir. Bu çalışmada hiçbir izolatın kontrol olarak kullanılan Sugar Baby karpuz çeşidinde sergilediği sararma, solgunluk veya ölüm gibi hastalık belirtilerini diğer kabakgillerde yapmadığı gözlemlenmiştir. Buna ek olarak inokulasyondan bir ay sonra karpuz bitkilerinin kök/kök boğazında oluşan lezyonlara ve iletim demetlerinde renk değişikliği yani kahverengileşmelere de rastlanmamıştır. Bu nedenle çalışmamızda kavun, hiyar ve kabak bitkilerinde hastalık oluşturmadığı belirlenen 73 izolat net olarak *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum* olarak tanımlanmıştır. Yapılan bu tanımlamalar sonucunda Aydın ilinde örnekleme yapılan ilçelerin karpuz alanlarında hastalık etmeni olarak bulunan *F. oxysporum*'un FON olduğu ortaya konmuştur. İlçeler arasında en fazla FON izolatı (21 adet) Koçarlı ilçesinden elde edilirken, karpuz üretimi ile ilk sırada yer alan Çine 16 FON izolatı ile ikinci sırada yer almıştır. Bu ilçeleri sırası ile Söke (14 adet), Bozdoğan (7 adet), Merkez (6 adet), Yenipazar (4 adet) ve Sultanhisar (3 adet) takip etmiştir. İlçeler arasında en az FON

yapraklarında sararma ve solgunluk belirtileri gözlemlenmiştir. Birkaç gün içerisinde bu belirtileri gösteren bitkilerin bazıları hızla solarak ölmüşlerdir. Ölmeyen bitkilerde ise zamanla yeni yaprak oluşumu durmuş bu bitkiler kontrole oranla daha kısa kalmışlardır. Ayrıca bu bitkilerin kök ve kök boğazında koyu renkli lezyon oluşumunun yanı sıra gövdede iletim demetleri boyunca kahverengileşmeler gözlemlenmiştir. Kontrol bitkilerinde ve bu test sonucu patojen olmadığı belirlenen 110 izolatın inokule edildiği bitkilerde herhangi bir hastalık belirtisi saptanmamıştır. Patojenisite testinde patojen izolatların oluşturduğu hastalığın şiddetlerini belirlemek üzere fidelerin gövdeleri boyunca alınan kesitlerinde iletim demetlerinde oluşan kahverengi hattın uzunlukları ölçülmüştür. Bu uzunlukların 0-5 skalasına göre elde edilen değerlerinin Tawsend Heuberger formülüne göre hastalık yüzdeleri (hastalık şiddeti) hesaplanmıştır. Test sonucu patojen olduğu saptanan 75 adet izolatın meydana getirdikleri hastalığın ortalama hastalık şiddeti değerleri %13 ile %100 arasında değişmiştir. Bu izolatlardan 10 adeti %100 hastalık şiddetine neden olarak oldukça virüslük bulunmuşlardır (Çizelge 3).

izolatı birer izolat ile İncirliova ve Nazilli ilçelerinden elde edilmiştir (Çizelge 3).

Aydın İlinde *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum*'ün Oluşturduğu Hastalığın Bulunma Oranı

Karpuzlarda solgunluk ve kurumaların Aydın ilinde yaygınlığını belirlendikten sonra hastalıklı bitki örneklerden izole edilen ve FON olarak tanımlanan etmenin neden olduğu *Fusarium solgunluğu* hastalığının Aydın'da bin tonun üzerinde karpuz üretimi olan ilçelerinin hepsinde farklı oranlarda bulunduğu saptanmıştır. Bu ilçelerde örnekleme yapılan 71 karpuz tarlasının 45'inde FON izolatı elde edilerek bu tarlaların FON ile bulaşık olduğu teyit edilmiştir. Çizelge 4'de görüldüğü üzere FON izolatı elde edilen bu 45 tarlada hastalığın bulunma oranının %0.17-12 arasında değiştiği saptanmıştır. Koçarlı ilçesinde örnekleme yapılan 20 tarlanın 14'ünde FON izolatı elde edilirken hastalığın bulunma oranı %0.20 ile %0.91 arasında değişmiştir. Çine ilçesinde örneklerin alındığı 16 tarladan 12'sinde FON izolatı elde edilmiş olup, hastalık bulunma oranı %0.20 - %12 olarak hesaplanmıştır. Bu ilçede bulunan iki tarla %4 ve %12 lik değerler ile hastalığın en yoğun olduğu tarlalar olarak belirlenmiştir. Merkez ilçeden 2, İncirliova ve Nazilli ilçelerinde birer tarladan alınan örneklerin hepsinden FON izolatı elde edilmiş olup, hastalık bulunma oranları %1.33 altında kalmıştır. Çukurova Bölgesi'nde Yücel ve ark. (1999) 1993-1994 yılları arasında yapmış oldukları çalışmada karpuzda *Fusarium solgunluk* hastalığının bulunma oranı Adana ilinde %16.2 oranında saptanırken ve Mersin ilinde bu oranın %23.1 olduğu bildirilmiştir. Kurt ve ark., (2005), Doğu Akdeniz ve Güneydoğu

Çizelge 4. Aydın' da önemli karpuz üreticisi ilçelerde karpuz solgunluk hastalığının bulunma oranı

İlçeler*	Tarladaki Hasta Bitkilerin Oranı ^x (%)	Hasta Bitki Örneği Sayısı ^b	FON İzole Edilen Bitki Örneği Sayısı ^a	FON İzole Edilen Bitkilerin Oranı ^y (%)	FON'un Hastalandırdığı ^{**} Bitkilerin Bulunma Oranı ^z (%)
Koçarlı	0.01	2	1	0.50	0.50
	0.03	6	1	0.17	0.50
	0.04	6	1	0.17	0.67
	0.01	4	2	0.50	0.50
	0.03	5	1	0.20	0.60
	0.01	5	2	0.40	0.40
	0.02	5	0	0.00	0.00
	0.01	3	1	0.33	0.33
	0.06	12	0	0.00	0.00
	0.01	6	4	0.67	0.67
	0.01	3	0	0.00	0.00
	0.01	5	1	0.20	0.20
	0.01	4	2	0.50	0.50
	0.01	5	0	0.00	0.00
	0.04	5	0	0.00	0.00
	0.01	3	1	0.33	0.33
	0.01	3	0	0.00	0.00
	0.01	4	1	0.25	0.25
	0.01	4	1	0.25	0.25
	0.05	11	2	0.18	0.91
Çine	0.01	5	1	0.20	0.20
	0.02	6	1	0.17	0.33
	0.01	5	1	0.20	0.20
	0.02	5	1	0.20	0.40
	0.02	5	1	0.20	0.40
	0.01	5	0	0.00	0.00
	0.10	10	2	0.20	2.00
	0.60	15	1	0.07	4.00
	0.90	15	2	0.13	12.00
	0.02	4	1	0.25	0.50
	0.01	3	1	0.33	0.33
	0.01	5	2	0.40	0.40
	0.01	6	2	0.33	0.33
	0.01	4	0	0.00	0.00
	0.04	7	0	0.00	0.00
0.01	6	0	0.00	0.00	
Söke	0.06	10	2	0.20	1.20
	0.04	10	0	0.00	0.00
	0.01	5	1	0.20	0.20
	0.01	3	0	0.00	0.00
	0.02	10	5	0.50	1.00
	0.01	7	0	0.00	0.00
	0.01	6	0	0.00	0.00
	0.01	4	2	0.50	0.50
	0.01	5	2	0.40	0.40
	0.03	9	1	0.11	0.33
	0.01	3	0	0.00	0.00
	0.01	8	0	0.00	0.00
0.01	5	0	0.00	0.00	
0.10	10	1	0.10	1.00	

* 1000 tonun üzerinde karpuz üretimi yapıldığı belirtilen ilçeler (Anonim,2009)

**Hastalık bulunma oranı: z = (x.y)100 (y=a/b)

Çizelge 4'ün devamı

İlçeler*	Tarladaki Hasta Bitkilerin Oranı ^x (%)	Hasta Bitki Örneği Sayısı ^b	FON İzole Edilen Bitki Örneği Sayısı ^a	FON İzole Edilen Bitkilerin Oranı ^y (%)	FON'un Hastalandırıldığı** Bitkilerin Bulunma Oranı ^z (%)
Bozdoğan	0.01	3	1	0.33	0.33
	0.02	7	0	0.00	0.00
	0.10	10	0	0.00	0.00
	0.01	4	1	0.25	0.25
	0.05	8	2	0.25	1.25
	0.02	7	0	0.00	0.00
	0.01	8	2	0.25	0.25
	0.01	5	1	0.20	0.20
Sultanhisar	0.01	7	0	0.00	0.00
	0.01	6	1	0.17	0.17
	0.01	4	0	0.00	0.00
	0.03	8	1	0.13	0.38
	0.01	4	0	0.00	0.00
	0.04	8	1	0.13	0.50
	0.01	5	0	0.00	0.00
	0.01	3	0	0.00	0.00
Merkez	0.02	10	4	0.40	0.80
	0.02	3	2	0.67	1.33
İncirliova	0.01	3	1	0.33	0.33
Nazilli	0.02	6	1	0.17	0.33

* 1000 tonun üzerinde karpuz üretimi yapıldığı belirtilen ilçeler (Anonim,2009)

**Hastalık bulunma oranı: $z = (x,y)100$ ($y=a/b$)

Anadolu illerinde 2004 yılında solgunluk belirtisi sergileyen bitkilerden alınan örneklerden izole ettikleri etmenlerin %76'sının FON olduğunu saptamışlardır. Bu bölgelerde karpuzda Fusarium solgunluğu bulunma oranı en fazla Diyarbakır (%51.0) ilinde en az Mersin ilinde (%18.8) bulunduğunu kaydetmişlerdir. Aydın ili karpuz üretim alanlarında belirlenen FON' un neden olduğu hastalık bulunma oranı sadece karpuz üretiminde önde gelen illerimizde yapılan çok az sayıdaki çalışma ile karşılaştırıldığında hastalık bulunma oranının oldukça düşük olduğu görülmektedir.

SONUÇ

Dünyada karpuz üretiminde oluşan verim kayıplarının en önemli nedenlerinden biri olarak gösterilen *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum* adlı toprak kökenli fungal patojenin Aydın ve ilçelerindeki karpuz üretim alanlarında oluşturduğu karpuz Fusarium solgunluğunun yaygınlığı ve yoğunluğu belirlenmiştir. Karpuzlarda solgunluk ve kurumaların yaygınlığının belirlendiği Merkez, Çine, Koçarlı, Bozdoğan, Söke, Sultanhisar, Yenipazar, Nazilli, İncirliova ve Köşk ilçelerinde incelenen 132 tarladan 80'inde bu belirtilerin bulunduğu karpuz bitkileri saptanmıştır. Adı geçen ilçelerde hastalık yaygınlığı %45-100 arasında değişmiş olup solgunluk ve kuruma en yaygın olarak Koçarlı ilçesinde saptanmıştır. Aydın ilinde yaygınlığı belirlenen kuruma ve solgunlukların nedenlerinden biri olan FON'un oluşturduğu karpuz Fusarium solgunluğunun bulunma oranı 1000 tonun üzerinde üretimi olan ilçelerde saptanmıştır. FON'un saptandığı 45 tarlada hastalık bulunma oranı %0.17-12 arasında değişmekte olup, en yüksek bulunma oranı Çine ilçesinde yer alan bir üretim alanında belirlenmiştir. Yapılan sörveyler sırasında karpuzda solgunluk hastalığının bulunmadığı üretim alanlarının varlığı

üretici açısından sevindirici bir durum olsa da bu alanlarda yapılan herhangi bir hasta hastalık etmeninin temiz alanlara bulaşmasına ve hızla yayılmasına neden olacaktır. Özellikle solgunluk hastalığının görülmediği üretim alanlarında kullanılacak olan tohum ve fide gibi üretim materyallerinin hastalıktan arı olduğundan emin olmak adına sertifikalı ürünlerin kullanılması birinci derecede önem arz etmektedir. Ayrıca FON'un toprak kaynaklı olması bu hastalık etmeninin tarımsal faaliyetler sırasında bulaşık toprakla birlikte kolaylıkla temiz alanlara taşınabileceğini göstermektedir. Bu nedenle tarlada üretim sırasında kullanılan tüm araç ve gereçlerin temizliğine özen gösterilmelidir. Aynı zamanda karpuz üretim alanlarında sıkça karşılaştığımız ve hastalığın geniş alanlara yayılmasında önemli bir faktör olan karıkla sulama işleminin yerine damla sulama sistemi tercih edilmeli ve kullanılan sulama suyunun temizliğine dikkat edilmelidir.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma, Doktora çalışmasının bir bölümü olup ZRF-12011 proje kodu ile Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından maddi olarak desteklenmiştir. Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Akdoğan M (1969) Research on the Chemical Control Method against Wilt Disease (*Fusarium* spp.) Occurring in Melons and Watermelons. Plant Protection Bulletin 9: 123-128.
- Anonim (2009) Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr/> (Erişim Tarihi:01/06/2010)
- Bora T, Özkut A (1972) A Preliminary Survey on the Occurrence of Fusarium Wilt of Watermelon in Ege Region of Turkey. Journal of Turkish Phytopathology 1: 33-38.

- Egel DS, Martyn RD (2007) Fusarium Wilt of Watermelon and other Cucurbits. The Plant Health Instructor doi: 10.1094/PHI-I-2007-0122-01.
- Ferreira SA, Boley RA (1991) *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum* Wilt of Watermelon. <http://www.extento.hawaii.edu/> (Erişim Tarihi: 10/02/2011)
- Filiz N, Turhan G (1991) Karpuzlarda Fusarium Solgunluğu Etmenlerinin Irklarının Saptanması ve Karpuz Çeşitlerinin Reaksiyonları Üzerinde Araştırmalar. In: VI. Türkiye Fitopatoloji Kongresi, 7-11 Ekim 1991, İzmir, 115-119.
- Geçioğlu Erincik B, Döken MT (2017) The Determination of Reaction of Some Watermelon Cultivars to the Races of *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum*. The Journal of Turkish Phytopathology (46): 33-41.
- Karaca İ, Qureshi SH (1979) Ege Bölgesinde Karpuz Fusarium Solgunluğu Etmeninin Patojenisitesi, Irkları, Hastalık ile Makrobesin Elementleri ve Pektolitik Enzim İlişkileri Üzerinde Araştırmalar. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu Raporu (Proje No: TOAG-351). Ankara.
- Kuniyasu K (1980) Seed Transmission of Fusarium Wilt of Bottle Gourd, *Lagenaria siceraria*, Used as a Root Stock Of Watermelon. Japan Agricultural Research Quarterly 14: 157-162.
- Kurt Ş, Derviş S, Soylu EM, Tok FM, Baran B, Soylu S ve Yetişir H (2005) Doğu Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde Karpuz Solgunluk Hastalığı Etmenlerinin Yaygınlıkları ve Patojenisiteleri. In: Gap 4. Tarım Kongresi Bildirileri, 21-23 Eylül 2005, Şanlıurfa, 1385-1390.
- Kurt S, Derviş S, Soylu EM, Tok FM, Yetişir H ve Soylu S (2008) Pathogenic Races and Inoculum Density of *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum* in Commercial Watermelon Fields in Southern Turkey. Phytoparasitica 36(2): 107-116.
- Latin RX, Snell SJ (1986) Comparison of methods for inoculation of muskmelon with *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*. Plant Disease 70: 297-300.
- Leslie JF, Summerell BA (2006) The Fusarium Laboratory Manual. Blackwell Publishing, Iowa, USA.
- Martyn RD, McLaughlin RJ (1983) Effects of Inoculum Concentration on the Apparent Resistance of Watermelon to *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*. Plant Disease 67: 493-495.
- Martyn RD (1996) Fusarium Wilt of Watermelon. In: Zitter TA, Hopkins DL and Thomas CE (eds). Compendium of Cucurbit Diseases, The American Phytopathological Society, St. Paul, MN, 13-14.
- Qureshi SH, Yıldız M (1982) A study of Pathogenicity and Pathogenic Races of Fusarium Wilt of Watermelon and the Effect of Macroelements Nutrition of Host on Disease Development in Relation to the Production of Pectolytic Enzymes. Journal of Turkish Phytopathology 11: 15-32.
- Yücel S, Pala H, San N ve Abak K (1999) Determination of *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum* Races in the Eastern Mediterranean Region of Turkey and Response of Some Watermelon Genotypes. Acta Horticulturae 492: 349-353.
- Zhou XG, Everts KL (2007) Characterization of a Regional Population of *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* by Race, Cross pathogenicity, and Vegetative Compatibility. Phytopathology 97: 461-469.
- Zhou XG, Everts KL, Bruton BD (2010) Race 3, a New and Highly Virulent Race of *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* Causing Fusarium Wilt in Watermelon. Plant Disease 94: 92-98.