

The Determination of Reaction of Some Watermelon Cultivars to the Races of *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum**

Birsen GEÇİOĞLU ERİNCİK¹ Mustafa Timur DÖKEN²

¹Adnan Menderes University, Koçarlı Vocational School, 09100, Aydın, Turkey.

²Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, 09100, Aydın, Turkey.

Corresponding author email: bgerincik@adu.edu.tr

Accepted by 15 December 2017

ABSTRACT

Fusarium wilt, caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum* (FON), is one of the major limiting factors for watermelon production around the world. In 2010 and 2011 the disease has been found to be widespread in the Province of Aydın. One of the best control measures to the disease is the use of resistant watermelon cultivars. In this study, the commonly grown watermelon cultivars (Crimson Sweet, Crimson Tide, Galaxy, Wonder and Anthem F1) in the province of Aydın were tested against the three races (Race 0, 1 and 2) of FON in growth chamber conditions. As a result of the experiment, the reaction of each watermelon cultivar differs depending on the race of the pathogen. Cultivar ‘Wonder’ exhibited the lowest level of disease severity ranging from %9.0 to %35.3 depending on the races. Crimson Sweet was found to be the most susceptible cultivar showing up to 77.7 % of disease severity.

Keywords: *Citrullus lanatus* var. *lanatus*, *Fusarium* wilt, resistance

ÖZET

Fusarium oxysporum f.sp. *niveum*’un Irklarına Karşı Bazı Karpuz Çeşitlerinin Reaksiyonlarının Belirlenmesi

Fusarium Solgunluğu hastalığı dünyada karpuz üretimini sınırlayan en önemli faktörlerden biridir. 2010 ve 2011 yıllarında bu hastalığın Aydın ili karpuz üretim alanlarında da yaygın olarak bulunduğu tespit edilmiştir. Dayanıklı karpuz çeşitlerinin kullanımı hastalığın en etkili mücadele yöntemlerindedir. Bu çalışmada, Aydın ilinde yaygın olarak üretilen beş ticari karpuz çeşiti (Crimson Sweet, Crimson Tide, Galaxy, Wonder ve Anthem F1) 3 farklı FON ırkı (Irk 0, 1, ve 2)’na ait izolatlarla karşı iklim odası koşullarında test edilmişlerdir. Çalışma sonucunda, karpuz çeşitleri ırklara göre değişen seviyelerde reaksiyonlar vermişlerdir. Çeşitler arasında Wonder çeşiti, ırklara göre % 9.0 ile % 35.3 arasında değişen hastalık şiddeti ile en az duyarlı çeşit olarak bulunmuştur. Crimson Sweet çeşiti ise gösterdiği % 77.7’ ye varan hastalık şiddeti ile en hassas çeşit olarak değerlendirilmiştir.

Anahtar sözcükler: *Citrullus lanatus* var. *lanatus*, *Fusarium* solgunluğu, dayanıklılık

*Bu çalışma İspanya’da Cordoba Üniversitesi’nin 20 – 23 Haziran 2017 tarihleri arasında düzenlediği “15th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union” Kongresi’nde poster bildiri olarak sunulmuş ve kongre kitabında kısa özet olarak basılmıştır.

GİRİŞ

Karpuz [*Citrullus lanatus* var. *lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai] kabakgiller (Cucurbitaceae) familyasının *Citrullus* Schrad. cinsine bağlı, üretimi dünyada geniş alanlara yayılmış bir sebze türüdür (Ellul et al., 2007). Nitekim FAO'nun 2014 yılı kayıtlarına göre dünyada toplam karpuz üretiminin yaklaşık 111 milyon ton olduğu belirtilirken, karpuz yetiştiriciliği için uygun olan ülkemiz ise 3 milyon 929 bin tonluk üretimle ikinci sırada yer almaktadır (Anonymous, 2014). Karpuz üretiminin yaygın olarak yapıldığı bölgelerimizden olan Ege Bölgesi, Türkiye toplam karpuz üretiminin yaklaşık % 15'lik kısmını karşılamaktadır. Ege Bölgesi'nde yer alan Aydın ili ve ilçelerinde ise yaklaşık 16 bin dekar alanda 60 bin tonluk karpuz üretimi yapılmaktadır (Anonim, 2016). Dünyada ve ülkemizde yapılan karpuz üretiminde toprak kökenli fungal patojen olan *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum* (E.F. Sm.) Snyd. & Hans. (FON)'un oluşturduğu hastalık nedeniyle önemli verim kayıpları ortaya çıkmaktadır (Martyn and McLaughlin, 1983). Bilinen tüm *Fusarium* solgunluğu hastalıkları arasında ilk tanımlananlardan birisi olan bu hastalık (Egel and Martyn, 2007) ilk kez ABD' de Güney Carolina ve Georgia'da saptanmış ve karpuz üretiminin yapıldığı birçok eyalete hızlı bir şekilde yayılarak önemli zararlar yol açmıştır (Zhou and Everts, 2003). Daha sonraki yıllarda hastalığın Türkiye (Akdoğan, 1969), İsrail (Netzer and Dishon, 1973), Yunanistan (Netzer, 1976), Tayvan (Sun and Huang, 1985), Kıbrıs (Ioannou and Poullis, 1991), İspanya (Gonzales-Torres et al., 1993), Çin (Xuewei et al., 1995) Kore (Kwon and Om, 1998) ve Avustralya' da (Tran-Nguyen et al., 2013) bulunduğu bildirilmiştir.

Türkiye'de ilk kez 1965 yılında Marmara Bölgesinde saptanan *Fusarium* solgunluğu Ege (Bora and Özkut, 1972; Qureshi and Yıldız, 1982; Filiz ve Turhan, 1991, Geçioğlu Erincik and Döken, 2017), Doğu Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde de bulunduğu (Yücel et al., 1999; Kurt ve ark., 2005) ve bu bölgelerde ciddi ekonomik kayıplara neden olduğu saptanmıştır. Günümüzde bu hastalıkla mücadelede çeşitli yöntemler önerilmekte olup bunlar; hastalıktan arı fide ve tohum kullanılması, hastalıklı bitki artıklarının uzaklaştırılması (Egel and Martyn, 2007), gübrelemeye dikkat edilmesi (Qureshi and Yıldız, 1982) solarizasyon (Martyn and Hartz, 1986), toprak fumigasyonu veya pastörizasyonu (Hopkins and Elmstrom, 1976), biyolojik mücadele (Hamed et al., 2009) dir. Ancak bu yöntemlerin karpuzda solgunluk hastalığının mücadelesinde etkili olduğu söylene de, hastalığa karşı en etkin kontrol metodunun dayanıklı çeşitlerin kullanılması olduğu bildirilmektedir ve bu yönde çalışmalar yapılmaktadır (Martyn and McLaughlin, 1983; Filiz ve Turhan, 1991; Yücel et al., 1999). Fakat günümüzde üreticilerin de tercih ettiği dayanıklı çeşit seçiminde bölgedeki FON ırklarının varlığının ve yaygınlığının dikkate alınması gerekliliği de vurgulanmaktadır (Zhou and Everts, 2003). Bu nedenle çalışmamızda, Aydın karpuz üretim alanlarından elde edilen FON izolatlarının saptanan Irk 0, Irk1 ve Irk 2 ırklarına (Geçioğlu Erincik and Döken, 2017) karşı yörede tercih edilen ticari karpuz çeşitlerinin (Crimson Sweet, Crimson Tide, Galaxy, Wonder ve Anthem F1) reaksiyonları in vivo patojenisite testleri ile değerlendirilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Test Bitkisinin Yetiştirilmesi

Karpuz bitkileri Martyn (1987)'in belirttiği şekilde yetiştirilmiştir. Tohumlar öncelikle %5' lik sodyum hipoklorit solüsyonunda 5 dakika süreyle yüzeysel olarak steril edilmiştir. Daha sonra tohumlar sera koşullarında içerisinde otoklavda steril edilmiş toprak- torf- perlit (4:1:1,v/v/v) karışımının bulunduğu 45 gözlü bitki yetiştirme viyollerinde çimlendirilmiş ve karpuz fideleri elde edilmiştir.

İnokulumun Hazırlanması

İnokulum olarak 2010 ve 2011 yıllarında Aydın ve ilçelerindeki karpuz üretim alanlarına yapılan sörveyler sırasında elde edilen 73 adet FON izolatları (Geçioğlu Erincik, 2015) arasından belirlenen Irk 0, Irk1, Irk 2'ye (Geçioğlu Erincik and Döken, 2017) ait en yüksek ve en düşük virülensliğe sahip izolatlar kullanılmıştır. Bu izolatlardan KO-1 ve KO-17 Koçarlı, CN-5 Çine, SO-25 ve SO-12 Söke, SH-12 ise Sultanhisar ilçelerinden elde

edilmiştir (Çizelge 1). 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 tülbenkten süzülerek her bir kültür için mikrokonidi süspansiyonu elde edilmiş ve süspansiyonun, konsantrasyonu hemositometre ile sayılarak 10^6 mikrokonidi/ml olacak şekilde ayarlanmıştır (Zhou et al., 2010).

Çizelge 1. Irk 0, Irk 1, Irk 2' ye ait olan *Fusarium oxysporum f.sp. niveum* izolatları arasından seçilen virülensliği en düşük ve en yüksek izolatlar

	Irk 0	Irk 1	Irk 2
Virülensliği en düşük izolat	KO-1	KO-17	CN-5
Virülensliği en yüksek izolat	SO-25	SH-12	SO-12

İnokulasyon Yöntemi

Patojenisite çalışmaları Latin ve Snell (1986)'nın spor süspansiyonuna daldırma yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Patojenisitede FON ırklarına karşı reaksiyonları belirlenecek olan karpuz çeşitleri Crimson Sweet, Crimson Tide, Galaxy, Wonder ve Anthem F1'in fideleri yaklaşık iki haftalık iken (yani kotiledon-ilk gerçek yaprak dönemi geldiğinde) viyollerden alınarak kökleri muslukta akan suyun altında yıkanarak toprağından temizlenmiştir. Takiben bitki köklerinin boyu antiseptik 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 inkübasyona bırakılmış ve bu süreçte bitkiler yapraklarda sararma ve solgunluk yönünden sürekli olarak izlenmiştir. Bitkilerde hastalık şiddeti değerlendirmesi inokulasyondan yaklaşık bir ay sonra bitkinin gövdesi kök boğazından itibaren dikine kesilerek ve iletim demetlerindeki kahverengileşen bölgenin boyuna uzunluğu (mm) ölçülerek yapılmıştır. Bu ölçümlerden elde edilen verilerin değerlendirilmesinde tarafımızca geliştirilen 0-5 skalası kullanılmış (Çizelge 2) ve Tawsend-Heuberger formülü uygulanarak her bir izolatin karpuz çeşitlerinde oluşturduğu hastalık yüzdeleri hesaplanmıştır.

Çizelge 2. 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)

Elde edilen verilerin varyans analizlerine tabi tutulmuş ve önemli çıkan varyasyon kaynağına ait veriler Duncan $P \leq 0.05$ 'e göre gruplandırılmıştır. Ölü bitkilere en üst skala değeri olan "5" değeri verilmiştir. İletim demetlerinde kahverengileşmeye neden olmayan izolatlar değerlendirilmeye alınmamıştır. Bu çalışma üç yinelemeli olarak yapılmış olup, her bir tekrür için 3-6 fide kullanılmıştır. Kontrol bitkilerine ise steril saf su inokule edilmiştir. Ayrıca bu denemede Prof. Dr. Kathyne Everts (Maryland Üniversitesi, ABD)'den temin edilen referans izolatlar da karşılaştırma yapmak amacıyla denemeye alınmışlardır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Aydın ilinde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan beş ticari karpuz çeşidi Crimson Sweet, Crimson Tide, Galaxy, Wonder ve Anthem F1'in, farklı FON ırkı izolatlarına karşı reaksiyonları belirlenmiştir. Sararma ve solgunluk belirtileri de izlenen karpuz çeşitlerinin duyarlılıklarını ortaya koymak için yapılan hastalık değerlendirmesinde bitkilerin iletim demetlerinde oluşan nekrozun (kahverengileşme) boyuna uzunlukları ölçülerek

THE DETERMINATION OF REACTION OF SOME WATERMELON CULTIVARS TO THE RACES OF
FUSARIUM OXYSPORUM F.SP. *NIVEUM*

elde edilen hastalık yüzdeleri karşılaştırılmıştır. Test edilen karpuz çeşitleri, FON izolatları arasından belirlenen her bir ırka ait en yüksek ve en düşük virülensliğe sahip yerel izolatlarla ve referans izolatlarına karşı farklı oranlarda reaksiyonlar vermişlerdir. Bu sonuçlara göre yerel Irk 0 izolatları arasında en saldırgan olarak bulunmuş olan SO-25 izolatı, karpuz çeşitleri üzerinde %24.67 ile %49 arasında değişen oranlarda hastalık meydana getirmiştir. En yüksek hastalık şiddeti (%49) Crimson Sweet çeşidinde, en düşük hastalık şiddeti (%24.67) ise Galaxy çeşidinde elde edilmiştir. Ancak bu iki çeşitten ve test edilen diğer karpuz çeşitlerinden elde edilen hastalık şiddeti değerleri arasında istatistiki açıdan bir fark bulunmamıştır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Irk 0'in en virülene izolatı olan SO-25'in bazı karpuz çeşitleri üzerinde oluşturduğu hastalığın şiddeti

Çeşit	Ortalama Hastalık Şiddeti (%)
Galaxy	24.67 a*
Anthem F1	31.00 a
Wonder	31.00 a
Crimson Tide	33.33 a
Crimson Sweet	49.00 a

* Sütun içerisinde aynı harf ile ifade edilen değerler arasında istatistiki açıdan bir fark yoktur ($P \leq 0.05$).

Çalışmada yerel Irk 0 izolatları arasında en düşük saldırganlığa sahip olan KO-1 izolatı, tüm çeşitlerde SO-25 izolatına göre daha düşük düzeyde hastalığa neden olmuştur. Bu izolatın en çok hastalandığı çeşitler %26.67' lik ortalama hastalık şiddeti ile Anthem F1 ve Crimson Sweet çeşitleri olmuştur. Diğer çeşitlerdeki ortalama hastalık şiddeti değerleri %4.33 ile %11 arasında değişmiş olup, istatistiki olarak da daha az duyarlı olarak belirlenmişlerdir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Irk 0'in en düşük virülensliğe sahip izolatı olan KO-1'in bazı karpuz çeşitleri üzerinde oluşturduğu hastalığın şiddeti

Çeşit	Ortalama Hastalık Şiddeti (%)
Crimson Tide	4.33 a*
Wonder	9.00 a
Galaxy	11.00 a
Anthem F1	26.67 b
Crimson Sweet	26.67 b

* Sütun içerisinde aynı harf ile ifade edilen değerler arasında istatistiki açıdan bir fark yoktur ($P \leq 0.05$).

Irk 1 izolatları arasında en virülene olarak belirlenmiş olan SH-12 izolatı, karpuz çeşitleri üzerinde %28.67 ile %77.67 arasında değişen oranlarda hastalığa neden olmuştur. Bu izolat için en yüksek ortalama hastalık şiddeti %77.67 olarak Crimson Sweet çeşidinde ölçülmüştür. Hastalık şiddetinin yüksek olarak bulunduğu diğer çeşitler ise %51 ile Galaxy ve %49 ile Anthem F1 çeşitleri olmuştur. Crimson Tide ölçülen %28.67 değerindeki hastalık şiddeti ile en az hastalanan çeşit olurken bunu %35.33 ile Wonder çeşidi takip etmiştir. Bu değerler istatistiki olarak da Crimson Sweet'ten düşük olup, daha az duyarlı çeşitler olarak karşımıza çıkmaktadır (Çizelge 5).

Çizelge 5. Irk 1'in en virülene izolatı olan SH-12'nin bazı karpuz çeşitleri üzerinde oluşturduğu hastalığın şiddeti

Çeşit	Ortalama Hastalık Şiddeti (%)
Crimson Tide	28.67 a*
Wonder	35.33 a
Anthem F1	49.00 ba
Galaxy	51.00 ba
Crimson Sweet	77.67 b

* Sütun içerisinde aynı harf ile ifade edilen değerler arasında istatistiki açıdan bir fark yoktur ($P \leq 0.05$).

Virülensliği en düşük Irk 1 izolatu olan KO-17 çeşitlerde %17.67-55.33 arasında değişen değerlerde hastalık şiddetine neden olmuştur. En yüksek hastalık şiddeti Galaxy çeşidinden ölçülmüş ve bu değer diğer tüm çeşitlerden elde edilen değerlerden istatistiki olarak önemli düzeyde yüksek bulunmuştur Diğer çeşitler arasında istatistiki bir fark olmamakla birlikte en yüksek hastalık şiddeti Galaxy' de (%55.33), en düşük ise Wonder çeşidinde (%17.67) belirlenmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Irk 1'in en düşük virülensliğe sahip izolatu olan KO-17'nin bazı karpuz çeşitleri üzerinde oluşturduğu hastalığın şiddeti

Çeşit	Ortalama Hastalık Şiddeti (%)
Wonder	17.67 a*
Crimson Tide	23.50 a
Anthem F1	26.50 a
Crimson Sweet	30.00 a
Galaxy	55.33 b

* Sütun içerisinde aynı harf ile ifade edilen değerler arasında istatistiki açıdan bir fark yoktur ($P \leq 0.05$).

En virulent Irk 2 izolatu olarak belirlenen SO-12, karpuz çeşitleri üzerinde %28.67 ile %62 arasında değişen oranlarda hastalığa neden olmuştur. Bu izolat için en yüksek hastalık şiddeti %62 olarak Crimson Tide çeşidinden elde edilmiştir. Wonder çeşidinden elde edilen %28.67'lik hastalık şiddeti tüm çeşitler arasında en düşük değer olup, istatistiki olarak da Crimson Tide'de ölçülen değerden düşük bulunmuştur (Çizelge 7).

Çizelge 7. Irk 2'nin en virulent izolatu olan SO-12'nin bazı karpuz çeşitleri üzerinde oluşturduğu hastalığın şiddeti

Çeşit	Ortalama Hastalık Şiddeti (%)
Wonder	28.67 a*
Anthem F1	35.67 a
Galaxy	40.00 ba
Crimson Sweet	44.33 ba
Crimson Tide	62.00 b

* Sütun içerisinde aynı harf ile ifade edilen değerler arasında istatistiki açıdan bir fark yoktur ($P \leq 0.05$).

Virülensliği en düşük Irk 2 izolatu olan CN-5'in çeşitlerde %20-53 arasında değişen değerlerde hastalık şiddetine neden olmuştur. En yüksek hastalık şiddeti Galaxy çeşidinden elde edilmiş ve bu değer diğer tüm çeşitlerden elde edilen değerlerden istatistiki olarak önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. Diğer çeşitlerde aralarında istatistiki olarak önemli fark çıkmamakla birlikte en düşük hastalık şiddeti Wonder'de ölçülmüştür (Çizelge 8).

Çizelge 8. Irk 2'nin en düşük virülensliğe sahip izolatu olan CN-5'in bazı karpuz çeşitleri üzerinde oluşturduğu hastalığın şiddeti

Çeşit	Ortalama Hastalık Şiddeti (%)
Wonder	20.00 a*
Crimson Sweet	22.33 a
Anthem	24.67 a
Crimson Tide	31.33 a
Galaxy	53.00 b

* Sütun içerisinde aynı harf ile ifade edilen değerler arasında istatistiki açıdan bir fark yoktur ($P \leq 0.05$).

Çizelgelerde de görüldüğü gibi üç FON ırkında virülensliği yüksek olan yerel izolatlarda genel olarak çeşitlerin tümünde virülensliği düşük olan izolatlara göre daha yüksek düzeyde hastalığa neden olmuşlardır. Aydın'dan elde

THE DETERMINATION OF REACTION OF SOME WATERMELON CULTIVARS TO THE RACES OF
FUSARIUM OXYSPORUM F.SP. *NIVEUM*

edilen izolatlarla karşı reaksiyonları ölçülen ve değerlendirilen bu beş karpuz çeşidinin duyarlılığını daha iyi analiz etmek ve yorumlamak için virülensliği yüksek olan yerel izolatlar ile referans izolatlar her bir karpuz çeşidinden elde edilen hastalık şiddeti verileri yönünden karşılaştırmalı olarak SPSS istatistik programında analiz edilmişlerdir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre; yerel Irk 0 izolatı ile referans Irk 0 izolatı arasındaki varyasyon ve çeşit x izolat interaksyonu önemsiz bulunmuştur ($P \leq 0,05$). Buna göre çeşitlerden elde edilen ortalama hastalık şiddeti değeri %23.33 ile %41.33 arasında değişmiştir. En düşük hastalık şiddeti (%23.33) Wonder çeşidinden elde edilirken bu çeşidi Anthem F1 çeşidi (%24.33) izlemiştir. Ancak çeşitlerin tümünden elde edilen hastalık şiddeti değerleri arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır (Çizelge 9).

Çizelge 9. Irk 0'a ait yerel izolat SO-25 ile Irk 0 referans izolatının bazı karpuz çeşitleri üzerinde oluşturduğu hastalığın şiddeti

Çeşit	Ortalama Hastalık Şiddeti (%)
Wonder	23.33 a*
Anthem F1	24.33 a
Crimson Tide	27.83 a
Galaxy	36.83 a
Crimson Sweet	41.33 a

* Sütun içerisinde aynı harf ile ifade edilen değerler arasında istatistiki açıdan bir fark yoktur ($P \leq 0,05$).

Irk 1 izolatlarında da Irk 0 izolatlarında olduğu gibi yerel Irk 1 izolatı ile referans Irk 1 izolatı arasında varyasyon ve çeşit x izolat interaksyonu önemsiz bulunmuştur ($P \leq 0,05$). Buna göre çeşitlerden elde edilen ortalama hastalık şiddeti değeri %41.17 ile %73.17 arasında değişmiştir. En yüksek hastalık şiddeti %73.17 olarak Crimson Sweet çeşidinden elde edilmiş ve bu değer diğer çeşitlerden elde edilenlerden önemli seviyede yüksek bulunmuştur. En düşük hastalık şiddeti (%41.17) Anthem F1 çeşidinden elde edilmiş olsa da bu değer Wonder, Galaxy, ve Crimson Tide çeşitlerinden elde edilen değerlerden istatistiki olarak önemli seviyede farklı bulunmamıştır (Çizelge 10).

Çizelge 10. Irk 1'e ait yerel izolat SH-12 ile Irk 1 referans izolatının bazı karpuz çeşitleri üzerinde oluşturduğu hastalığın şiddeti

Çeşit	Ortalama Hastalık Şiddeti (%)
Anthem F1	41.17 a*
Wonder	44.17 a
Galaxy	46.50 a
Crimson Tide	48.60 a
Crimson Sweet	73.17 b

* Sütun içerisinde aynı harf ile ifade edilen değerler arasında istatistiki açıdan bir fark yoktur ($P \leq 0,05$).

Irk 2 izolatlarından elde edilen veriler ile yapılan varyans analizinde, yerel Irk 2 izolatı ile referans Irk 2 izolatı arasındaki ve çeşitler arasındaki varyasyon önemli bulunurken, çeşit x izolat interaksyonu önemsiz bulunmuştur ($P \leq 0,05$). Referans Irk 2 izolatının yerel Irk 2 izolatına göre daha virulent olduğu belirlenen bu çalışmada çeşitlerden elde edilen ortalama hastalık şiddeti değeri %59.83 ile %81 arasında değişmiştir. Genel olarak çeşitlerin tümü Irk 2'ye karşı Irk 0 ve Irk 1'e göre göreceli olarak daha duyarlı bir reaksiyon göstermişlerdir. En yüksek hastalık şiddeti, %81 olarak Crimson Tide çeşidinden elde edilmiştir. Bu çeşidi %76.6 hastalık şiddeti değeri ile Galaxy ve %72.17 ile Crimson Sweet izlemiştir. En düşük hastalık şiddeti ise %59.83 olarak Wonder çeşidinden elde edilmiş ve bunu %67.83 ile Anthem F1 çeşidi izlemiştir. Wonder çeşidindeki bu değer aynı zamanda Crimson Tide ve Galaxy çeşitlerinden elde edilen değerlerden istatistiki olarak önemli seviyede farklı bulunmuştur (Çizelge 11).

Çizelge 11. Irk 2'ye ait yerel izolat SO-12 ile Irk 2 referans izolatının bazı karpuz çeşitleri üzerinde oluşturduğu hastalığın şiddeti

Çeşit	Ortalama Hastalık Şiddeti (%)
Wonder	59.83 a *
AnthemF1	67.83 ba
Crimson Sweet	72.17 cba
Galaxy	76.60 cb
Crimson Tide	81.00 c

* Sütun içerisinde aynı harf ile ifade edilen değerler arasında istatistiki açıdan bir fark yoktur ($P \leq 0.05$).

İrklara karşı karpuz çeşitlerinin reaksiyonlarının belirlenmesine yönelik yapılan bu çalışmada kontroller hariç tüm bitkilerde çeşitli düzeylerde hastalık olduğu saptanmıştır. Elde edilen sayısal değerlere ve yapılan istatistiki analizlere göre yukarıda belirtildiği üzere her bir FON ırkına karşı duyarlılıkları açısından çeşitler arasında çoğunlukla istatistiki olarak çok belirgin farklar olmamakla birlikte bazı çeşitlerin daha az veya daha çok duyarlı oldukları belirlenmiştir. Çeşitlerin tüm FON ırklarına karşı reaksiyonlarını değerlendirdiğimizde Wonder çeşidinin daha az duyarlı bir reaksiyon sergilediği görülmektedir. Buna karşın Crimson Sweet çeşidi ise diğer çeşitlere göre genelde daha duyarlı olarak değerlendirilmiştir.

Yurt dışında ve ülkemizde FON'a karşı çeşit reaksiyonların belirlendiği çalışmalarda çeşitler arasında yer alan Crimson Sweet bazı çalışmalarda hassas olarak değerlendirilmiştir. Nitekim Barnes (1972) Crimson Sweet çeşidini FON'a karşı hassas olduğunu bildirirken Elmstrong ve Hopkins (1981) ise orta seviyede dayanıklı olarak nitelendirmişlerdir. Ioannou ve Poullis (1991) Kıbrıs'da dayanıklı bir çeşit olarak bildirdikleri Crimson Sweet'in yetiştirildiği alanlarda %37-70 oranlarında solgunluğun bulunduğu ifade etmişlerdir. İrklar açısından değerlendirildiğinde Martyn (1987)'de Crimson Sweet çeşitinin Irk 0 ve Irk 1'e dayanıklı, Irk 2'ye karşı hassas olduğunu bildirmiştir.

Ülkemizde de karpuz çeşitlerinin FON ırklarına karşı reaksiyonlarının belirlendiği bir çalışmada Crimson Sweet'in Irk 1'e karşı orta derecede dayanıklı, Irk 2'ye karşı ise duyarlı olduğu saptanmıştır (Filiz ve Turhan, 1991). Çukurova Bölgesi'nde Yücel ve ark., (1999)'nın yaptıkları çalışmada Crimson Sweet ve Galaxy'nin 0 ve 1 nolu ırklara karşı orta derecede dayanıklı, Irk 2'ye karşı ise az dayanıklı olduğu bulunmuştur. Yine aynı bölgeyi kapsayan Ay ve Erkilic (2008)'in yürüttüğü bir çalışmada da Çukurova Bölgesi'nde yoğun olarak yetiştirilen 23 karpuz çeşidinin FON ırklarına karşı reaksiyonları belirlenmiştir. Bu çeşitler arasında bulunan Crimson Sweet ve Crimson Tide'nin çalışmalar sonucunda Irk 0'a, ve Irk 1'e karşı yüksek dayanıklı, Irk 2'ye karşı da duyarlı olduğu saptanmıştır.

SONUÇ

Aydın ilinde yaygın olarak üretilen beş ticari karpuz çeşidi Crimson Sweet, Crimson Tide, Galaxy, Wonder ve Anthem F1 yine Aydın ilinden izole edilen FON izolatları arasından belirlenen her bir ırka ait en yüksek ve en düşük virülensliğe sahip altı izolata karşı farklı oranlarda reaksiyonlar vermişlerdir. Çeşitler arasında Wonder çeşidi ırklara karşı en az duyarlı çeşit olarak değerlendirilirken, Crimson Sweet çeşidi ise en hassas çeşit olarak yorumlanmıştır. Ancak in vitro koşullarda FON'a karşı karpuz çeşitlerinde saptanan bu reaksiyonların bir kez de doğal koşullarda doğrulanması daha net ve sağlıklı sonuçlara ulaşılması açısından önemlidir. Karpuzda Fusarium solgunluğu hastalığının savaşımına yönelik olarak dayanıklı karpuz çeşitlerinin arayışı bu çalışmada öncelikle üretimde tercih edilen ve agronomik değerleri yüksek çeşitler arasında yapılmıştır. Ancak bu konudaki çalışmalar sadece bu karpuz çeşitleri ile sınırlı kalmamalıdır. Nitekim kalite ve verim değerlerine bakılmaksızın bulunabilecek herhangi bir dayanıklı genotip bu hastalığa karşı dayanıklı çeşit ıslahında gen kaynağı olarak değerlendirilebilir.

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.

LİTERATÜR LİSTESİ

- 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, 2016. Türkiye İstatistik Kurumu.(Web sayfası: <http://www.tuik.gov.tr/>), Erişim Tarihi: 04.07.2017.
- Anonymous, 2014. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (Web page: <http://www.fao.org/>), Date accessed: 10.06.2017.
- Ay, T. ve Erkiş, A. 2008. Çukurova’da karpuz *Fusarium* solgunluğu etmeni *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum* ’un ırklarının ve bu ırklara karşı bazı karpuz çeşitlerinin reaksiyonlarının belirlenmesi. Bitki Koruma Bülteni, 48(1):49-58.
- Bora, T. and Özkut, A. 1972. A preliminary survey on the occurrence of *Fusarium* wilt of watermelon in Ege Region of Turkey. The Journal of Turkish Phytopathology, (1):33-38.
- Barnes, G. L. 1972. Differential pathogenicity of *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* to certain wilt resistant watermelon cultivars. Plant Disease Rep Journal, 56 (12): 1022-26.
- Egel, D. S. and Martyn, R. D. 2007. *Fusarium* wilt of watermelon and other cucurbits. The Plant Health Instructor DOI: 10.1094/PHI-I-2007-0122-01.
- Ellul, P., Lelivelt C., Naval, M. M., Noguera, F. J., Sanchez, S., Atarés A., Moreno, V., Corella, P. and Dirks, R. 2007. Transgenic Crops V. In: Biotechnology in Agriculture and Forestry, Vol. 60. (Pua, E.C., Davey, M.R, Eds.). Springer-Verlag, pp.129-156, Berlin Heidelberg .
- Elmstrom, G. W. and Hopkins, D. L. 1981. Resistance of watermelon cultivars to *Fusarium* wilt. Plant Disease, (65):825-827.
- Filiz, N. ve Turhan, G. 1991. Karpuzlarda *Fusarium* solgunluğu etmeninin reaksiyonları üzerinde araştırmalar. VI. Türkiye Fitopatoloji Kongresi, s649-655, İzmir.
- Geçioğlu Erincik, B. 2015. Aydın İlinde Karpuz *Fusarium* Solgunluğu Hastalığının Yaygınlık ve Yoğunluğu, Etmeni *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum* (FON)’un Irkları, Vejetatif Uyum Grupları ve Bazı Karpuz Çeşitlerinin Etmene Karşı Reaksiyonları. Doktora Tezi. Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın, 113s.
- Geçioğlu Erincik, B. and Döken, M.T. 2017. Races of *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum* in the Aydın Province. The Journal of Turkish Phytopathology (46): 33-41.
- Gonzalez-Torres, R., Melero-Vara, J., Gomez-Vazquez, J. and Jimenez Diaz, R. M. 1993. The effects of soil solarization and soil fumigation on *Fusarium* wilt of watermelon grown in plastic houses in South-eastern Spain. Plant Pathology, (42):858-864.
- Hamed, E. R., AbdEl-Sayed, M. H. F. and Shehata, H. S. 2009. Suppression of *Fusarium* wilt of watermelon by biological and chemical control. Journal of Applied Sciences Research, 5(10): 1816-1825.
- Hopkins, D. L. and Elmstrom, G. W. 1976. Effect of soil pH and nitrogen source on *Fusarium* wilt of watermelon on land previously cropped in watermelons. Proceedings of the Florida State Horticultural Society, (89):141-143.
- Ioannou, N. and Poullis, C.A. 1991. *Fusarium* wilt of resistant watermelon cultivars associated with a highly virulent local strain of *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum*. Tech. Bull. Cyprus Agric. Res. Inst. Nicosia 129.
- Kurt, Ş., Derviş, S., Soylu, E.M., Tok, F.M., Baran, B., Soylu, S. ve Yetişir, H. 2005. Doğu Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde Karpuz Solgunluk Hastalığı Etmenlerinin Yaygınlıkları ve Patojenisiteleri. Gap 4. Tarım Kongresi Bildirileri, 21-23 Eylül Şanlıurfa 2005, 1385–1390.
- Kwon, Y. K. and Om, Y. H. 1998. Identification and distribution of races of *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* on watermelon in Korea. Cucurbit Genetics Cooperative Report, (21):33- 36.
- Latin, R. X. and Snell, S. J. 1986. Comparison of methods for inoculation of muskmelon with *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*. Plant Disease, (70):297-300.

- Martyn, R. D. and McLaughlin, R. J. 1983. Effects of inoculum concentration on the apparent resistance of watermelon to *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*. Plant Disease (67):493-495.
- Martyn, R. D. and Hartz, T. K. 1986. Use of soil solarization to control Fusarium wilt of watermelon. Plant Disease, (70):762-766.
- Martyn, R. D. 1987. *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum* race 2: A highly aggressive race new to the United States. Plant Disease, (71):233-236.
- Netzer, D. and Dishon, I. 1973. Screening for resistance and physiological specialization of *Fusarium oxysporum* in watermelon and muskmelon. Abstr. Second Int. Congr. Plant Pathology (Minneapolis, MN, USA), no. 941.
- Netzer, D. 1976. Physiological Races and Soil Population Level of Fusarium Wilt of Watermelon. Phytoparasitica, 4 (2): 131-136.
- Qureshi, S. H. and 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. The Journal of Turkish Phytopathology, (11):15-32.
- Sun, S.K. and Huang, J.W. 1985. Formulated soil amendment for controlling Fusarium wilt and other soilborne diseases. Plant Disease, (69):917-920.
- Tran-Nguyen, L. T. T., Condé, B. D., Smith, S. H. and Ulyatt, L. I. 2013. Outbreak of Fusarium wilt in seedless watermelon seedlings in the Northern Territory, Australia. Australasian Plant Dis. Notes, (8):5-8
- Xuewei, Z., Xuesen, H., Qinsheng, G., DingLiang, J. and Li, N. 1995. A Preliminary report on screening the resistance of watermelon varieties to Fusarium wilt. Acta Horticulturae (ISHS), (402):45-47.
- Yücel, S., Pala, H., San, N. and 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, X.G. and Everts, K.L. 2003. Races and inoculum density of *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum* in commercial watermelon fields in Maryland and Delaware. Plant Disease, (87):692-698.
- Zhou, X. G., Everts, K. L. and Bruton, B. D. 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.

