

Sardunya Türlerinin (*Pelargonium* spp.) *Fusarium oxysporum* Fungal Hastalığına Karşı Dayanımını Belirleme

Ercan SALLAHOĞLU^{1*}, Gürkan BAŞBAĞCI²

¹Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya; ORCID: 0009-0003-8188-3967

²Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya; ORCID: 0000-0002-4107-1134
Gönderilme Tarihi: 28 Ağustos 2024 Kabul Tarihi: 5 Aralık 2024

ÖZ

Bu çalışma farklı sardunya türlerine ait genotiplerin *Fusarium oxysporum* fungal hastalığına karşı dayanımlarını belirlemek amacıyla düzenlenmiştir. Sardunya yaklaşık üç yüz türü bulunan, çok yıllık, çalı ve sukulent formlarıyla geniş yelpazede çeşitliliğe sahip, evlerin yanı sıra park ve bahçelerde de yaygınca tercih edilen bir süs bitkisidir. Çiçek ve yapraklarıyla yüksek estetik görünümlü sardunyalara olan ilgi ve talep, tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de her geçen yıl artmaktadır. Dünyada her yıl onlarca milyon adet sardunya üretimi ve ticareti yapılmaktadır. Ancak, sardunyada etkili olan stres faktörlerinin başında gelen *Fusarium oxysporum* fungal hastalığı üretimde önemli bir kayba sebep olur. *Fusarium oxysporum* patojeninin meydana getirdiği zarar bitkilerde kök ve sürgünlerde çürümenin yanı sıra yapraklarda sararma ve solgunluk şeklinde ortaya çıkar. Bu hastalık testleme çalışmasında, hazırlanan inokülasyonla farklı sardunya genotiplerine üç tekerrürlü olarak hastalık bulaştırılmıştır. Bitkilerin büyüme ve gelişmelerinde kontrol bitkilerine göre gerilemeler gözlenmiştir. Hastalıkla bulaşık sardunya genotipleri, hastalık dayanımı bakımından köklerde oluşan lezyon durumlarına göre farklılık göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: *Fusarium oxysporum*, hastalık testleme, sardunya

Determination of Resistance of Geranium Species (*Pelargonium* spp.) Against to *Fusarium oxysporum* Fungal Disease

ABSTRACT

This study was formed to determine the resistance of genotypes of different pelargonium species against to *Fusarium oxysporum* fungal disease. Pelargonium is an ornamental plant with approximately three hundred species, a wide range of diversity with perennial, shrub and succulent forms, and widely preferred in homes as well as parks and gardens. The interest and demand for pelargoniums with high aesthetic appearance with their flowers and leaves increase each year in Turkey as well as all over the world. Tens of millions of pelargoniums are produced and traded each year in the world. However, *Fusarium oxysporum* fungal disease, which is the leading stress factor in pelargoniums, causes significant loss in production. The damage caused by the *Fusarium oxysporum* pathogen occurs in the form of rotting in the roots and shoots of plants, as well as yellowing and wilting in the leaves. In this disease testing study, different geranium genotypes were infected with the disease with the prepared inoculation in three replications. Regressions were observed in the growth and development of the plants compared to the control plants. Disease-infected pelargonium genotypes showed differences in disease resistance according to the lesion status on the roots.

Keywords: *Fusarium oxysporum*, testing disease, pelargonium

GİRİŞ

Sardunya yaklaşık üç yüz türü bulunan, çok yıllık, çalı ve sukulent formlarıyla zengin görünüm çeşitliliğine sahip, evlerin yanı sıra park ve bahçelerde de yaygınca tercih edilen önemli bir süs bitkisidir. *Geraniaceae* familyasında yer alan sardunyalarda (*Pelargonium*) içerdiği tür sayısıyla *Geranium* cinsinden sonraki ikinci en büyük cins olduğu bilinmektedir [1]. İki türü Türkiye’de doğal olarak yayılış göstermekte ve Anadolu dışında Güney Afrika ve Avustralya sardunya için önemli gen

merkezleri konumundadır. Sardunyalarda sadece süs bitkisi olarak değil, bitkisel özelliği, içerdiği yüksek orandaki uçucu yağ, fenolik, flavonoid besin maddeleri ve kimyasal bileşenleri sayesinde aynı zamanda tıbbi, kozmetik, parfümeri ve gıda sanayiinde de kullanılmaktadırlar [2].

Dünya’da olduğu gibi ülkemizde de süs bitkilerine olan ilgi, sosyokültürel ve ekonomik gelişmelerin yanı sıra yaşam standartlarının değişmesiyle birlikte her geçen gün artmakta, artan bu ilgi süs bitkilerine olan talebi yükseltmektedir. Sonuç olarak bu durum, süs bitkilerinde üretim alanları ve üretim

*Sorumlu yazar / Corresponding author: ercan.sallahoglu@gmail.com

miktarlarında yukarı yönlü bir ivmelenme yaratmaktadır [3]. Dolayısıyla, tıpkı diğer süs bitkileri gibi çiçek ve yapraklarıyla yüksek estetik görünümlü sardunyalarda da üretim miktarı ve pazar talepleri her geçen yıl artmaktadır. Dünyada her yıl yaklaşık onlarca milyon adet sardunya üretimi ve ticareti yapılmaktadır [4]. Ancak sardunyalarda üretimi ve ticareti biyotik ve abiyotik birçok stres faktörü tarafından kısıtlanmaktadır.

Süs bitkileri yetiştiriciliği ve pazarında stres faktörleri ciddi kayıp nedenidir. Yüksek sıcaklık, tuzluluk, kuraklık, don vb. abiyotik stres koşulları bitkisel üretimi sınırlarken, bakteriyel, fungal (mantar) ve viral hastalıkların yanı sıra bit, kurt, örümcek vb. zararlıların yol açtığı kayıplar da özellikle süs bitkileri yetiştiriciliğinde verim ve kalite bakımından büyük miktarda zararlara sebep olmaktadır [5]. Fungal hastalıklar tarımsal üretimde hastalık etkisinin bertaraf edilmesi için pestisit kullanımını da beraberinde getirdiğinden dolayı bitkisel üretime verdiği zararların yanında çevre ve insan sağlığı üzerinde de olumsuz bir etkiye sahiptirler [6]. Ayrıca, uzun vadeli ve kapsamlı fungusit uygulamasının çeşitli çevresel riskleri de beraberinde getireceği göz ardı edilmemelidir [7].

Sardunyalarda da diğer birçok bitki türü gibi sayısız canlı stres faktörleri tarafından etkilenirler ve bu faktörler ticari olarak üretimde yüksek miktarda zarara neden olurlar. Özellikle de fungal hastalıklar tür için önemli bir kayıp nedenidir. Toprak kaynaklı birçok fungal hastalık etmeni sardunya bitkilerini tehdit eder [8]. Kalitenin yanı sıra birim başına alınan verimi de olumsuz yönde etkilemektedir. Bazı fungal patojenler açıkta üretime kıyasla serada yetiştiricilikte sardunya için daha çok hasar yaratır [9]. Böylece sardunya uçucu yağı veriminde ve kalitesinde önemli miktarda ekonomik kayıplara yol açar, sardunya çiçek ve bitkisinde de kalite ve verim kaybı olur, bunun yanı sıra bitki tamamen yok olabilir [10].

Sardunyada etkili olan stres faktörlerinin başında *Fusarium oxysporum* fungal hastalığı gelmektedir. *Fusarium oxysporum* patojeninin meydana getirdiği zarar bitkilerde kök ve sürgünlerde çürümenin yanı sıra yapraklarda sararma ve solgunluk şeklinde ortaya çıkar. Kök çürümesi ve solgunluk belirtileri gösteren hastalıklı sardunya (*Pelargonium graveolens* L.) bitkilerinden hazırlanan mantar izolatlarından bazıları *Fusarium* etmeni olarak tanımlandı. Patojenite testleri, test edilen tüm mantarların sardunya üzerinde farklı derecelerde patojenik olduğunu gösterdi [11].

Üreticiler *Fusarium* spp.'nin sebep olduğu hastalıklardan ötürü yoğun kayıplar yaşarlar. Özellikle genç sardunya fidelerinde bitkinin toprak

altı kısmında kararır ve yumuşama yaparak bazal kök çürüklüğüne neden olurlar. Bitki büyümesi açısından istenmeyen şartlar oluştuğunda ve bitki yaralanmalarında *Fusarium* patojeni atağa geçer [12].

Rao vd. [13] tarafından, iki sardunya çeşidinde *Fusarium oxysporum*'un bitki canlılığı ve kalitesi üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışma yürütülmüştür. Hastalığa maruz bırakılan sardunyalarda bir yıllık ve üç aylık vejetasyon süresi boyunca yapılan testlemelerde bitki ölümlerinin meydana geldiği görülmüştür. Hastalıklı bitkilerin, sağlıklı bitkilere kıyasla biokütle verimi ve yağ verimi bakımından azalma gösterdiği kaydedilmiştir.

Son olarak, sardunyada (*P.hortorum*) yapılan bir çalışmada, *Fusarium oxysporum* etkisiyle oluşan semptomlar bitkide çürümüş gövde ve kök zararının yanında, kloritik yapraklar, solma, renksiz damar dokuları olarak kendini göstermiş ve sonunda bitki ölümü gerçekleşmiştir [14].

Hali hazırdaki literatüre göre, sardunyada *Fusarium* fungal hastalığıyla ilişkili olarak yapılan bu hastalık dayanımı testleme çalışması, Türkiye'de bu konudaki yayınlanan ilk rapordur. Yapılan bu hastalık dayanımı testlemesinde, *Fusarium oxysporum* stresine karşı farklı sardunya tür ve çeşitlerinin köklerinde meydana gelen lezyon zararının miktarları üzerinden, hastalık dayanım derecelerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Çalışmada bitkisel materyal olarak, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü bünyesindeki sardunya gen havuzunda bulunan *P.zonale* ve *P.peltatum* türlerine ait toplam 75 adet genotipin (Çizelge 1) fideleri kullanılmıştır. Fideler 7-10 cm uzunluğundaki tepe çeliklerinden elde edilmiştir. Serada sisleme ünitesi altında kasalarda torf+perlit ortamında köklendirilmiş fideler daha sonra, *Fusarium* hastalık testleme çalışmasında kullanılmak üzere 3:1 hacimsel oranına sahip torf+perlit ortamı içeren 1,8 L'lik saksılara şaşırtılmıştır.

Fungusların İzolasyonu ve Tanısı

Sardunya üretim alanlarında yürütülen saha çalışmalarında bitkilerin yapraklarında sararma, solma, köklerinde ise yumuşama ve çürüklük belirtileri gözlemlenmiştir (Şekil 1-a). Bu bitkilerin kök ve kökboğazı kısımlarından fungal izolasyon işlemi yapılmıştır. Bunun için ilk olarak laboratuvara getirilen lezyonlu bitkilerin kök kısımları çeşme suyu altında yıkanarak toprak partiküllerinden arındırılmıştır.

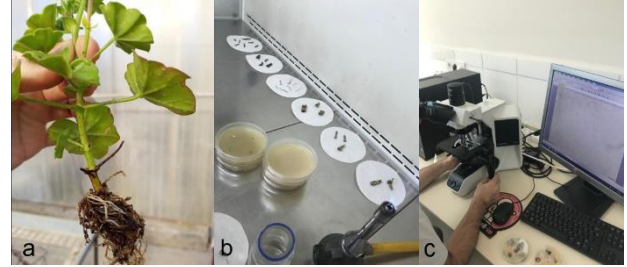
Çizelge 1. Hastalık testleme çalışmasında bitkisel materyal olarak kullanılan sardunya genotipleri

No	Tür Adı	Çeşit Adı	
P1	<i>Pelargonium peltatum</i>	Grandeur® Ivy	Velvet
P2	<i>Pelargonium peltatum</i>	Grandeur® Ivy	Arctic Scarlet
P3	<i>Pelargonium peltatum</i>	Grandeur® Ivy	Arctic Rose
P4	<i>Pelargonium peltatum</i>	Grandeur® Ivy	Red
P5	<i>Pelargonium peltatum</i>	Grandeur® Ivy	Salmon
P6	<i>Pelargonium peltatum</i>	Grandeur® Ivy	White
P7	<i>Pelargonium peltatum</i>	Grandeur® Ivy	Deep Red
P8	<i>Pelargonium peltatum</i>	Grandeur® Ivy	True Red
P9	<i>Pelargonium peltatum</i>	Grandeur® Ivy	Scarlet
P10	<i>Pelargonium peltatum</i>	Grandeur® Ivy	Magenta
P11	<i>Pelargonium peltatum</i>	Grandeur® Ivy	Stardust Rose
P12	<i>Pelargonium peltatum</i>	Grandeur® Ivy	Pink
P13	<i>Pelargonium peltatum</i>	Grandeur® Ivy	Violet
P14	<i>Pelargonium peltatum</i>	Grandeur® Ivy	Arctic Burgundy
P15	<i>Pelargonium peltatum</i>	Grandeur® Ivy	Rose
Z1	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Classic	Red
Z2	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Dark	Velvet Red
Z3	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Classic	Violet Splash
Z4	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Classic	Rose
Z5	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Classic	Strawberry Splash
Z6	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Classic	Burgundy Splash
Z7	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Classic	White
Z8	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Classic	Rose Splash
Z9	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Dark	Pinkberry
Z10	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Classic	Blush
Z11	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Classic	Fire
Z12	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Classic	Bright Red
Z13	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Deco	Appleblossom
Z14	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Classic	Red Pepper
Z15	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Classic	White Splash
Z16	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Classic	Pink
Z17	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Classic	Pink Splash
Z18	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Classic	Pink Picotee
Z19	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Classic	Cherry Red Eye
Z20	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Dark	Bright Red
Z21	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Dark	Neon Purple
Z22	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Classic	Light Salmon
Z23	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Dark	Pink
Z24	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Dark	Salmon
Z25	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Dark	Coral
Z26	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Dark	Royal Red
Z27	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Dark	Raspberry
Z28	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Classic	Orange
Z29	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Dark	Hot Rose
Z30	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Classic	Violet
Z31	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Classic	Cardinal
Z32	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Dark	Red
Z33	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Classic	Salmon
Z34	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Dark	White
Z35	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Dark	Cranberry
Z36	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Classic	Wine Red
Z37	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Dark	Purple
Z38	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Dark	Pink With Eye
Z39	<i>Pelargonium zonale</i>	Grandeur® Classic	Salmon Picotee
Z40	<i>Pelargonium zonale</i>	Summer Lovers®	Dark Red
Z41	<i>Pelargonium zonale</i>	Summer Lovers®	Ruby
Z42	<i>Pelargonium zonale</i>	Andromeda	White Splash
Z43	<i>Pelargonium zonale</i>	Summer Lovers®	Rose Splash
Z44	<i>Pelargonium zonale</i>	Summer Lovers®	Peach
Z45	<i>Pelargonium zonale</i>	Summer Lovers®	White
Z46	<i>Pelargonium zonale</i>	Summer Lovers®	White Splash
Z47	<i>Pelargonium zonale</i>	Summer Lovers®	Deep Orange Eye
Z48	<i>Pelargonium zonale</i>	Andromeda	Pink Splash
Z49	<i>Pelargonium zonale</i>	Summer Lovers®	Lavender Rose
Z50	<i>Pelargonium zonale</i>	Andromeda	Red
Z51	<i>Pelargonium zonale</i>	Yerel genotip	
Z52	<i>Pelargonium zonale</i>	Yerel genotip	

No	Tür Adı	Çeşit Adı	
Z53	<i>Pelargonium zonale</i>	Yerel genotip	
Z54	<i>Pelargonium zonale</i>	Yerel genotip	
Z55	<i>Pelargonium zonale</i>	Yerel genotip	
Z56	<i>Pelargonium zonale</i>	Yerel genotip	
Z57	<i>Pelargonium zonale</i>	Yerel genotip	
Z58	<i>Pelargonium zonale</i>	Yerel genotip	
Z59	<i>Pelargonium zonale</i>	Yerel genotip	
Z60	<i>Pelargonium zonale</i>	Yerel genotip	

Daha sonra köklerin lezyonlu kısımlarından alınan 1-2 cm boyundaki doku parçaları yüzeysel dezenfeksiyon amacıyla %1'lik NaOCl'de 3 dk. bekletilerek arkasından 3 defa steril saf sudan geçirilmiştir. Doku parçaları steril filtre kağıtları üzerinde kurutulduktan sonra Patates Dekstroz Agar (PDA) içeren petri kaplarına 5'er adet olacak şekilde yerleştirilmiştir (Şekil 1-b). Parafilm ile kapatılan petri kapları 25±2°C'de 12 saat fotoperiyotta 7 gün süreyle inkübe edilmiştir. Gelişen fungus kültürleri saflaştırılarak +4°C'de saklanmıştır.

Fungusların tanısı için öncelikle kültürler PDA besi ortamında 7 gün süreyle yukarıda bahsedilen koşullarda geliştirilmiştir. Gelişen fungus kültürleri mikroskobik olarak karakterize edilerek ışık mikroskobu altında spor ve hif yapıları incelenmiştir (Şekil 1-c). *Fusarium* spp. olduğu düşünülen funguslar Nirenberg ve O'Donnell [15]'e göre karakterize edilmiştir.



Şekil 1. Köklerinde çürüklük belirtisi gözlenen sardunya bitkisi (a), kök parçalarının PDA besi ortamına yerleştirilmesi (b), gelişen fungus kültürlerinin mikroskop altında incelenmesi (c)

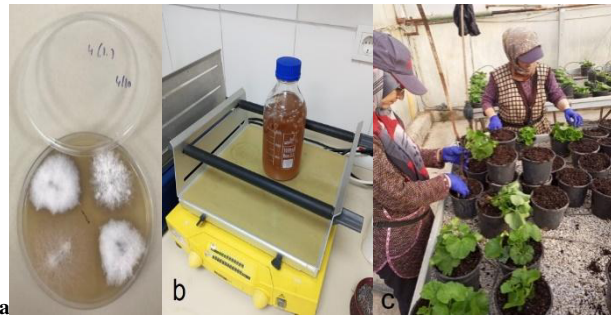
Hastalık Testleme

Teşhis kriterlerine göre *Fusarium oxysporum* olarak tanımlanan ve yüksek virulent olan fungus izolatu ile gen havuzundaki sardunya genotiplerine karşı testleme yapılarak reaksiyonları belirlenmiştir (Şekil 2-a). Testlemede inokülasyon yöntemi olarak fide kök daldırma metodu kullanılmıştır [16, 17, 18]. Bunun için ilk olarak fungus izolatu PDA besi ortamında kültüre alınarak 24°C'de 10 gün süreyle geliştirilmiştir. Fungus kültüründen alınan 7 mm çapındaki diskler 500 ml'lik erlenmayerler içerisinde Pitrat vd. [19]'ne göre hazırlanmış olan sıvı sentetik besi ortamına inoküle edilerek, 50 devir/dk. dairesel çalışan bir çalkalayıcı (Nüve SL 350) üzerinde

+24°C'de 16 saat ışık, 8 saat karanlık koşullarda 8 gün süre ile çalkalanarak fungusun sıvı kültürü elde edilmiştir (Şekil 2-b). Daha sonra sardunya fidelerinin köklerinin tıraşlanmasının ardından akan musluk suyu altında yıkanmak suretiyle hazırlanarak ve 5 dakika süreyle süspansiyona daldırılarak inoküle edilmiştir [18]. Kontrol uygulaması yapılan fideler aynı şekilde steril distile su içerisinde bekletilmiştir. Bu şekilde hazırlanan fideler 3:1 hacimsel oranına sahip torf+perlit ortamı içeren 1,8 L'lik saksılara dikilmiştir (Şekil 2-c). Deneme 3 tekerrürlü ve 2 tekrar (2023 ve 2024 yılları) olarak kurulmuştur. Hazırlanan saksılar +24°C'de 16 saat ışık, 8 saat karanlık koşullara sahip serada inkübe edilmiştir.

Fungus inokülasyonundan 5 hafta sonra sardunya bitkilerinin kökleri sökülerek Hashem vd. [20]'ne göre 0-4 skalası (0=sağlıklı bitki, 1=köklerde %1-25 oranında lezyon, 2=köklerde %26-50 oranında lezyon, 3=köklerde %51-75 oranında lezyon, 4=köklerde %76-100 oranında lezyon) uygulanarak değerlendirilmiştir. Daha sonra skala değerleri ortalaması alınarak hastalık indeksi hesaplanmıştır.

Dayanıklılık reaksiyonlarının belirlenmesinde ise hastalık indeksi değeri 0-1 arası olan genotipler dayanıklı, 1.1-2 arası olanlar tolerant, 2.1-3 arası olanlar hassas, 3.1-4 arası olanlar ise çok hassas olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 2. *Fusarium oxysporum* izolatının PDA besi ortamındaki kültür gelişimi (a), sıvı kültürün çalkalanması (b), kökleri inoküle edilen bitkilerin saksılara dikilmesi (c)

BULGULAR VE TARTIŞMA

Sardunya yüksek ticari değere sahip, tüketicilerce dünya çapında yaygınca tercih edilen, süs bitkisi kullanımının yanı sıra tıbbi aromatik özellikli türleriyle de büyük miktarda üretilen ve pazarlanan bir süs bitkisidir. Ancak, canlı stres faktörlerinden fungal hastalık etmeni olan *Fusarium oxysporum* bitkilerde zararlı etki göstererek önemli düzeyde kayıplara sebep olur. Bu da üretimini ve ticaretini olumsuz olarak etkiler.

Fusarium spp. süs bitkilerinde kök çürüklüğü ve solgunluğa neden olan önemli etmenlerinden birisi

olup, bitkilerde iletim demetlerinin tıkanmasından dolayı genel bir solgunluk, yaprak uçlarından başlayan sararma ve kuruma, bitkinin kök boğazında ise koyulaşarak çürüklük meydana getiren lezyonlar şeklinde belirti göstermektedir [21, 22]. Çalışmamızda da lezyonlu sardunya bitkilerinden izole edilen ve testlemelerde kullanılan fungal etmen *Fusarium oxysporum* olarak tanılanmıştır.

Ülkemizde sardunya bitkisinde sorun olan kök çürüklüğü etmenleri konusunda yürütülen çalışmalar sınırlı olsa da dünyada bu konuda güncel raporlar mevcuttur. Yang vd. [14], Çin'de sardunya bitkisinde kök çürüklüğüne neden olan etmenin *F.oxysporum* olduğunu belirtmişlerdir. Abdel-Rahman vd. [11] ise, Mısır'da sardunyadan izole ettikleri fungal etmenlerin *F.proliferatum*, *F.solani*, *Macrophomina phaseolina* ve *Rhizoctonia solani* olarak tanılandığını belirtmişlerdir. Mısır'da yürütülen bir başka çalışmada Adolf [8], kök çürüklüğü belirtisi gösteren sardunya bitkilerinden 11 adet fungal izolat elde etmiş, bunların çoğunun *Fusarium* cinsine ait olduğunu ve *Fusarium anthophilum*, *F.equiseti*, *F.proliferatum*, *F.semitectum*, *F.solani* ve *Pythium ultimum* olarak tanılandığı belirtmişlerdir.

Vojnich ve Szarvas [23], ilk yıl test ettikleri 1000 adet sardunya'nın %42'sinin fungal hastalıklarla enfekte olduğunu (%30 *B.cinerea*, %8 *P.debaryanum*, %4 diğer funguslar), ikinci yılda ise test edilen 1000 adet sardunyadan 380'inde fungal enfeksiyonların (290'ı *B.cinerea*, 70'i *Pythium* ve 20'si diğer fungal hastalıklar) tespit edildiğini belirtmişlerdir.

Rao vd. [13], sardunyada solgunluğa neden olan *Fusarium oxysporum* f.sp. *redolens* izolatının iki farklı sardunya genotipinde ortalama olarak %19.3 ve %4.2 oranında ölüme neden olduğunu, bu hastalıkla bulaşık bitkilerin sağlıklı bitkilere oranla biyokütle verimi bakımından her iki genotipte de %70'den fazla azalma gözlemlendiğini belirtmişlerdir. Tüm bu hastalık etmenlerinin bazıları sardunya gibi seralarda yetiştirilen süs bitkilerinde, tarlada yetiştirilen bitkilere kıyasla daha fazla problem oluşturabilmekte Rosa ve Moorman [9], bu da sardunya kalitesinde yüksek miktarda ekonomik kayıplara yol açabilmektedir [11].

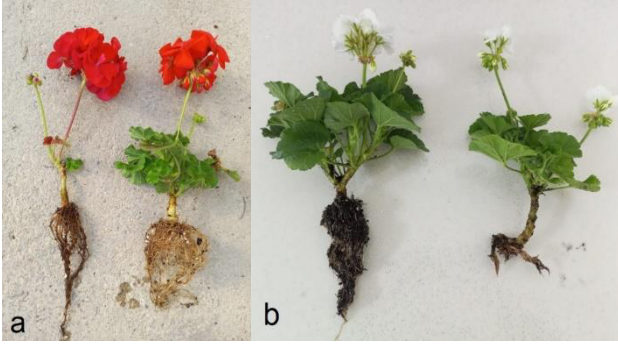
Çalışmamızda *F.oxysporum* izolatına karşı 75 farklı sardunya genotipi test edilmiş ve reaksiyonları belirlenmiştir. Buna göre 57 genotip dayanıklı, 14 genotip tolerant, 4 genotip hassas olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 2).

Testleme sonucunda bazı sardunya bitkilerinde etmenin belirtileri kök bölgelerinde lezyonlar, bitkide genel solgunluk/çürüklük olarak gözlemlenmiştir. Özellikle hassas reaksiyon gösteren bitkilerde sağlıklı

bitkiye göre açık bir şekilde gelişme geriliği ve kalite bozuklukları kendini göstermiştir (Şekil 3-a).

Çizelge 2. Sardunya genotiplerinin *Fusarium oxysporum*'a karşı reaksiyonları

Hastalık İndeksi	Reaksiyon Tipi	Genotip Sayısı	Genotip No
0-1	Dayanıklı	57	P1, P4, P5, P7, P8, P9, P10, P11, P13, P15, Z1, Z2, Z3, Z4, Z5, Z6, Z8, Z9, Z10, Z11, Z14, Z15, Z16, Z17, Z18, Z19, Z20, Z21, Z22, Z23, Z24, Z25, Z27, Z30, Z31, Z32, Z33, Z34, Z35, Z36, Z37, Z38, Z40, Z41, Z42, Z43, Z44, Z45, Z46, Z49, Z51, Z52, Z53, Z55, Z56, Z57, Z60
1.1-2	Tolerant	14	P2, P3, P6, P12, Z7, Z12, Z26, Z28, Z29, Z47, Z50, Z54, Z58, Z59
2.1-3	Hassas	4	P14, Z13, Z39, Z48
3.1-4	Çok Hassas	-	



Şekil 3. Farklı reaksiyon gösteren sardunya genotipleri. a) Hassas reaksiyon gösteren genotip (soldaki), kontrol (sağdaki), b) Tolerant reaksiyon gösteren genotip (sağdaki), kontrol (soldaki)

SONUÇ

Süs bitkileri yetiştiriciliğinde önemli bir sorun olan fungal patojen *F.oxysporum*, sardunya üretiminde de kalite ve verim kaybına neden olarak bitkilerde kök çürüklüğü ve solgunluk şeklinde ortaya çıkan kritik bir hastalık etmenidir. Bu da sardunya üretimi ve ticaretinde önemli düzeyde ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Çalışmamızda test edilen genotiplerden %76'sı dayanıklı olarak reaksiyon verse de *F.oxysporum* etmenine karşı özellikle *P.zonale* türüne ait genotiplerin bir kısmının tolerant ya da hassas olarak tepki verdiği ve reaksiyonun bu genotiplerde kök bölgelerinde lezyonlar ile birlikte bitkide genel solgunluk şeklinde ortaya çıktığı gözlemlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı'na bağlı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü bünyesindeki Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nde yürütülen

TAGEM/BBDA/16/A09/P08/01 numaralı "Sardunya (*Pelargonium* sp.) Çeşitlerinin Geliştirilmesi" adlı proje çalışmalarının bir bölümüdür. Projeyi destekleyen Bakanlığımıza ve çalışmaya sundukları katkılarından dolayı Ayşe Serpil KAYA ve Dr. İlker KURBETLİ'ye teşekkürlerimi sunarım.

KAYNAKLAR

- Roeschenbleck, J., Albers, F., Mueller, K., Weinl, S., Kudla, J. 2014. Phylogenetics, character evolution and a subgeneric revision of the genus *Pelargonium* (Geraniaceae). *Phytotaxa* 159(2):31-76.
- Okla, M.K., Rubnawaz, S., Dawoud, T.M., Al-Amri, S., El-Tayeb, M.A., Abdel-Maksoud, M.A., ... & AbdElgawad, H. 2022. Laser light treatment improves the mineral composition, essential oil production and antimicrobial activity of mycorrhizal treated *Pelargonium graveolens*. *Molecules* 27(6):1752.
- Kazaz, S., Kılıç, T., Doğan, E., Yalçın Mendi, Y., Karagüzel, Ö. 2020. Süs bitkileri üretiminde mevcut durum ve gelecek. (TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası editör). Türkiye Ziraat Mühendisliği 9. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1. Ankara Üniversitesi Basın Yayın Müdürlüğü, Ankara, s:673-698.
- The International Association of Horticultural Producers, 2023. <https://aiph.org/wp-content/uploads/2024/02/isyb-2023-08.02.24.pdf> (Erişim Tarihi: Haziran 2024).
- Leotta, L., Toscano, S., Ferrante, A., Romano, D., Francini, A. 2023. New strategies to increase the abiotic stress tolerance in woody ornamental plants in Mediterranean climate. *Plants* 12(10), 2022.
- Lahlali, R., Ezrari, S., Radouane, N., Kenfaoui, J., Esmael, Q., El Hamss, H., ... & Barka, E.A. 2022. Biological control of plant pathogens: A global perspective. *Microorganisms*, 10, 596.
- Gikas, G.D., Parlakidis, P., Mavropoulos, T., Vryzas, Z. 2022. Particularities of fungicides and factors affecting their fate and removal efficacy: A review. *Sustainability* 14(7):4056.
- Adolf, K.M. 2016. Root rot of geranium transplants and its biological control. *Int. J. Agric. Technol.* 12(5):899-914.
- Rosa, C., Moorman, G.W. 2016. Diseases of Geranium. Handbook of Part III Florists' Crops Flowers, 941-973. Part of the Handbook of Plant Disease Management Diseases: Potted book series (HPDM) McGovern R.J., W.H. Elmer (eds.), Handbook of Florists' Crops Diseases, Handbook of Plant Disease Management, 1365p.

10. Ghazi, A.A., Attia, E.A., Rashed, N.M. 2018. Management of charcoal rot (*Macrophomina phaseolina*) infection in geranium (*Pelargonium graveolens* L.) using biocontrol agents and essential oils. *Environment, Biodiversity and Soil Security*, 2(2018):131-142.
11. Abdel-Rahman, T.F., Abdel-Wahed, G.A., Hassanin, M.M. 2023. Characterization and control of root rot and wilt fungi of geranium (*Pelargonium graveolens* L.) with special reference to first record for *Fusarium proliferatum* as wilt pathogen on geranium in Egypt. *Egyptian Journal of Phytopathology* 51(1):122-141.
12. Horst, R.K., Nelson, P.E. 1985. Diseases of geraniums.
13. Rao, B.R.R., Bhattacharya, A.K., Singh, H.B., Mallavarapu, G.R. 1999. The impact of wilt disease on oil yield and quality of two cultivars of rose-scented geranium (*Pelargonium species*). *Journal of Essential Oil Research* 11(6):769-775.
14. Yang, L., Gao, W., Huo, J., Zhang, C., Xu, L., Wang, Y. 2023. First report of stem and root rot caused by *Fusarium oxysporum* on geranium in China. *Plant Disease* 107(5):1623.
15. Nirenberg, H.I., O'Donnell, K. 1998. New *Fusarium* species and combinations within the *Gibberella fujikuroi* species complex. *Mycologia* 90(3):434-458.
16. Zink, F.W., W.D. Gubber 1986. Inheritance of resistance to races 0 and 2 of *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* gynecious muskmelon. *Plant Disease* 70:676-678.
17. Gordon, T.R., Okamoto, D., Jacobson, D.J. 1989. Colonization of muskmelon and nonsusceptible crops by *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis* and other species of *Fusarium*. *Phytopathology*, 79:1095-1100.
18. Cappelli, C., Stravato, V.M., Rotino, G.L., Buonaurio, R. 1995. Source of resistance among *Solanum* spp. to an Italian isolate of *Fusarium oxysporum* f.sp. *melongenae*. IX. Eucarpia Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum & Eggplant. Budapest (Hungary), 21-25 August, 221-224.
19. Pitrat, M., Risser, G., Epinat, C., Ferrière, C., Ricard, M., Olivier, C., RuYnato, A., Lecoq, H., Blancard, D., Bertrand, F., Nicot, A., Glandard, A., Molot, P.M., Mas, P. 1991. Techniques d'inoculation artificielle du melon avec divers agents pathogènes pour la sélection de variétés résistantes. Informal Technical Bulletin Edited by INRA, Station d'Amélioration des Plantes maraîchères and Station de Pathologie végétale, Montfavet, France, 8p.
20. Hashem, M., Moharam, A.M., Zaied, A.A., Saleh, F.E.M. 2010. Efficacy of essential oils in the control of cumin root rot disease caused by *Fusarium* spp. *Crop Protection* 29(10):1111-1117.
21. Schippers, B., Gams, W. 1979. Soilborne plant pathogens. United States Edition Published by Academic Press Inc. 699p.
22. Schippers, B., Gams, W. (Eds.). 1979. Soil-borne plant pathogens, 686p.
23. Chase, A.R. 2005-a. Control of *Fusarium* Diseases on Ornamentals 1(9):1-4.
24. Vojnich, V.J., Szarvas, A. 2020. Comparison of the geranium (*Pelargonium*) pathological results of 2016-2017. *Acta Agraria Debreceniensis* (2):123-125.