



Patlıcanda *Fusarium* Solgunluğuna Dayanıklılık ve Mücadele Çalışmaları

Aysel Özgül KORAL¹Mine TÜRKTAS^{2*}

Özet

Patlıcan (*Solanum melongena* L.), ülkemizde açıkta yazlık sebze olarak, örtü altında ise kış ve bahar aylarında yetiştirilen ve tüketilen önemli sebzelerimizdendir. diğer birçok bitkide olduğu gibi patlıcan bitkisinde de üretimi kısıtlayan birçok hastalık vardır. Bu hastalıklardan en önemlisi ve en zararlı olanı ise toprak kökenli hastalık olan solgunluk hastalığıdır. Ağırlıklı olarak *Fusarium oxysporum* Schlecht. f. sp. *melongenae*'nin sebep olduğu *Fusarium* Solgunluğu patlıcan yetiştiriciliğinde ekonomik olarak verim kayıplarına neden olmaktadır. Bu derleme makale ile patlıcan bitkisindeki *Fusarium* Solgunluğu ile ilgili bu zamana kadar yapılan mücadele çalışmaları incelenmiş ve bundan sonra yapılacak çalışmalar için mücadelede ki eksik yönlerin ortaya çıkarılması ve yeni yaklaşımların değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Patlıcan, *Fusarium* Solgunluğu

Resistance and Biological Control of *Fusarium* Wilt Disease in Eggplant

Abstract

Eggplant (*Solanum melongena* L.) is an important vegetable grown and consumed outdoor in summer, and under cover in winter and spring in our country. As in many other plants, there are various diseases limiting the production of eggplants. The most important and the most harmful of these diseases is wilt disease, which is an earth-based disease. *Fusarium* wilt disease (mainly caused by *Fusarium oxysporum* Schlecht fsp. *melongenae*) causes economical yield losses in eggplant cultivation. In this review article the studies on biological control of the wild disease on the aubergine plant until this time have been reviewed, and it is aimed to reveal the incomplete aspects of biological control and to assess new developments for future studies.

Keywords: Eggplant, *Fusarium* Wilt Disease

Giriş

Patlıcan (*Solanum melongena* L.) ülkemizde yetiştiriciliği yapılan önemli kültür bitkilerindendir. Türkiye'nin sahip olduğu iklim ve toprak yapısından dolayı birçok sebze türü üretilmektedir. Türkiye'de patlıcan üretimi hem tarlada hem de serada yapılmakta, ancak iklim ve toprak isteği yanında bakım şartları ve ekim nöbeti tercihindendir. Ancak başta Akdeniz olmak üzere Ege, Marmara, Karadeniz ve Güney Doğu Anadolu Bölgesi'nde ekonomik olarak yetiştiriciliği yapılabilmektedir (Altınok ve ark., 2014a). 2009 yılında Türkiye'de 31.000 hektar alandan 813.686 tonluk üretimi yapılmış olup bu

üretimle dünya ülkeleri arasında Çin, Hindistan ve Mısır'dan sonra dördüncü sırada yer almıştır (Anonim, 2009).

Patlıcan yetiştiriciliğinde üreticiler üretimi kısıtlayan birçok sorunla karşılaşmaktadır. Bu sorunlardan biri olan *Fusarium* Solgunluğu ülkemizde %50'ye varan ürün kaybına yol açmaktadır (Altınok, 2005). Patlıcan bitkisi, *Fusarium* spp. gibi birçok patojene ve böceklerle karşı ya direnç gösterememekte (Sihachakr ve ark., 1994; Magioli, 2005) yada yetersiz seviyede kısmi bir direnç oluşturabilmektedir (Dhawan ve Sethi, 1976; Nothman ve Yephet, 1979; Yamakawa ve Mochizuki, 1979; Messiaen, 1989; Daunay ve ark., 1991).

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 02.06.2018

¹ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı, Kahramanmaraş, Türkiye

² Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Çankırı, Türkiye

* mineturktas@karatekin.edu.tr

Ülkemiz genelinde yapılan bir sörvey çalışmasında, açık tarla alanlarında patlıcan bitkisinde Fusarium Solgunğunun yaygın olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, coğrafi olarak farklı üretim alanlarından elde edilen *Fusarium oxysporum* Schlecht. f. sp. *melongenae* (*Fomg*) izolatlarının ortalama %75'inin virülens olduğu belirtilmiştir (Altınok, 2005). Patlıcanda Fusarium Solgunluğunun sadece ülkemizde değil aynı zamanda dünya çapında patlıcan yetiştiriciliğini olumsuz bir şekilde etkilediği bildirilmiştir (Altınok ve Dikilitaş, 2014b).

Solgunluk hastalığı hem açık alanda üretim yapılan alanlarda hem de sera yetiştiriciliğinde önemli verim kaybına neden olmaktadır (Urrutia Herrada ve ark., 2004). Patlıcan bitkisinde Fusarium Solgunluğuna *Fomg* (Altınok, 2006) *F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* (Rowe, 1980) ve *Fusarium solani* (Chakraborty ve Chatterjee, 2008) olmak üzere üç fungus sebep olmaktadır. Fusarium türleri patlıcan yetiştiriciliğinin her aşamasında bitkiyi enfekte edebilmektedir (Miller ve ark., 1996). Fusarium türleri klamidospore formunda toprakta uzun süre canlılığını koruyabilmektedir (Nelson, 1994).

Patlıcanda solgunluk hastalığı bu kadar yaygın olmasına rağmen, henüz etkili bir mücadele yöntemi belirlenmemiştir. Solgunluk hastalığının kontrolünde toprak fumigasyonu ve ekim nöbeti önerilmektedir. Ancak toprak fumigasyonu hem ekonomik olmayıp hem de toprakta ki yararlı mikroflorayı da olumsuz etkilediğinden dolayı kullanımı sınırlıdır (Yücel, 1994; Elmer ve Ferrandino, 1994; Mishra ve Rath, 1986). Münavebe ekimde de hastalıkla bulaşık alanlarda sonraki yıllarda rotasyon yapılarak hastalığa duyarlı olmayan tür ekilse bile hastalık etmeni fungus canlılığını uzun yıllar sürdürebilmektedir (Gordon ve Martyn, 1997; Altınok, , 2006). Diğer bir uygulanan yöntemde toprak kökenli patojenlere karşı etkili olduğu bilen solarizasyon uygulamasıdır. Ancak solarizasyon uygulaması da büyük yetiştirme alanlarında pratikte uygulanamamaktadır (Gullino ve ark., 2002; Mandhare ve Patil, 1993). Solgunluk hastalığını kontrol altına almak için dayanıklı çeşit kullanımı ve toprağın bulaşık olmaması gerekmektedir. Fusarium Solgunluğuna mücadelesine yönelik yapılan

çalışmalarda bu nedenle dayanıklı çeşitlerin geliştirilerek üretime sokulması yönteminin, ürün kayıplarını önemli ölçüde azaltacağı belirtilmektedir (Anonim, 2007; Miller, 1996; Rizza ve ark., 2002).

Bu derleme makale ile bu zamana kadar patlıcan bitkisinde yapılan solgunluk hastalığı ile ilgili çalışmalar incelenmiş ve bitkinin hastalığa karşı geliştirmiş olduğu direnç mekanizmaları da derlenerek, Fusarium Solgunluğuna ile mücadelede yardımcı olması amacıyla konunun farklı yönleriyle ele alınarak ortaya konulması amaçlanmıştır.

Fusarium Solgunluğuna ile mücadelede bugüne kadar yapılan çalışmalar;

Patojenin virülenslik düzeyi ve hastalık şiddetinin belirlenmesi ile ilgili yapılan çalışmalar: Patlıcan bitkisinde solgunluk hastalığına neden olan *Fomg'* a ait 74 izolatın patlıcan bitkisinde patojenitesi serada test edilmiştir (Altınok, 2005). Türkiye'de patlıcan bitkisinde görülen *Fomg'* un sebep olduğu Fusarium Solgunluk hastalığının açık tarla alanlarında yaygınlığının belirlenmesi ve izolatlarının virülenslik düzeylerinin belirlenmesi ile ilgili çalışmalar yapılmıştır (Altınok ve ark., 2014a; Baykal ve ark., 2010). Baykal ve ark. (2010), Türkiye'nin güneyinde bulunan patlıcan bitkilerinde ki *Fusarium oxysporum* f. sp. *melongenae'* nin ISSR (Inter Simple Sequence Repeat) ve RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) markörleri kullanılarak moleküler olarak tanımlanması yapmışlardır. *Fomg'* un genetik farklılıklarının virülens üzerindeki etkisinin araştırılması ile ilgili olarak, Türkiye'de Adana, Mersin illeri ve çevresinde patlıcan yetiştiriciliğinin yapıldığı açık alan, sera ve yüksek tünellerde bulunan izolatlar değerlendirilmiştir (Altınok, 2006). Bu konu üzerine yapılan bir diğer çalışmada, farklı bölgelerden alınan 20 *Fomg* izolatının patojenitesi; vejetatif uyum grupları (Vegatative Compability Grouping; VCG) ve RAPD metodları kullanılarak polimorfizmi test edilmiş ve virülens ile genetik olarak bir bağlantı kurulamamıştır (Baykal ve ark., 2010). Bu alanda yapılan çalışmalar yaygın patlıcan üretimi yapılan yerlerde solgunluk hastalığının

sorun boyutunun ortaya konulması, ileride bu hastalıkların yol açabileceği daha büyük risklere karşı ilgili kurumların hızlı reaksiyon verebilmesini ve mücadelesine yönelik bazı tedbirlerin zamanında alınmasını sağlayan çalışmalardır (Altınok ve ark., 2014a).

Kimyasal ve fiziksel mücadele çalışmaları: *Fusarium* Solgunluğuna karşı kimyasallar mücadeleye yönelik çalışmalar fungisit olarak bitkiye ve fumigant olarak toprağa uygulamaların etkisi ile ilgili çalışmalardır. Bunlara ilave olarak uygun gelişme koşulları bulan *Fusarium oxysporum*'un hava kökenli sporlarının sera toprağında yeniden kolonize olabilmemesinin, bu patojenin neden olduğu hastalığın toprak sterilizantı olarak kimyasalların kullanımındaki başarıyı etkilemektedir (Yücel, 1989).

Fumigant olarak toprağa uygulanan kimyasal yöntemlerden en yaygın olarak kullanılanı metil bromid (MeBr) uygulamasıdır (Filiz Boyacı Doktora tezi, 2007). Ancak MeBr uygulaması ozon tabakasında hasara yol açmakta ve toprakta bromid kalıntıları bırakmaktadır. MeBr uygulaması yapılan topraklarda ki yüksek bromid seviyesi, sebzelerde ve birçok bitkide fitotoksik özellik gösterdiği ve bu uygulamanın ayrıca mikorizal fungus ve bitki büyümesini ilerleten yararlı mikroorganizmalarında yok olmasına sebep olduğu belirtilmiştir (Malathrakis, 1999). MeBr uygulamasının bu zararlı etkilerinden dolayı Monteral Protokolü ile MeBr kullanımını sonlandırma çalışmaları yürütülmüştür (Anonymous, 2000). Bu nedenle toprak kökenli hastalıklar ile mücadelede MeBr kullanımına alternatif çözümlere ihtiyaç duyulmaktadır. MeBr alternatif olarak toprak solarizasyonu, Dazomet (Basamid) uygulanması ve Metam Sodyum uygulamaları yapılmaktadır. Bu alternatif yöntemlerden biri olan toprak solarizasyonu, solar enerji ile toprak sıcaklığını artırmak suretiyle sterilizasyon sağlayan, kimyasal olmayan ve hidrotermal bir yöntemdir. Ancak tek başına uygulandığı zaman toprak kökenli patojenleri kontrol etmede sürekli etkili olmamaktadır. Bu durumda etkiyi artırmak için kültürel, biyolojik ya da kimyasal yöntemlerle

kombine etmenin gerekmekte olduğu belirtilmiştir (Yücel ve ark., 2000).

MeBr'e alternatif yöntemlerden ikincisi olan Basamid uygulaması toprak kökenli patojen ve zararlılarına karşı geniş bir etkiye sahip olup diğer kimyasal alternatiflere nazaran daha güvenilir ve ekonomiktir (Anonymous, 2000; Braun ve Supkoff, 1994). Yapılan bir çalışmada patlıcanda solgunluğa neden olan *Fusarium oxysporum*'un kontrolünde solarizasyon + Basamid 400 ve solarizasyon + Basamid 500 uygulamalarının MeBr uygulaması ile benzer sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir (Yücel ve ark., 2002). Toprak kökenli olan bu hastalığın seradaki patlıcan yetiştiriciliğinde daha etkili olabilecek mücadelesine yönelik fumigasyon yapımında kullanılan kloropikrin ve basamid etkili ama bir o kadar da pahalı bir yöntem olduğu belirtilmiştir (Yücel ve ark., 2007).

MeBr'e alternatif yöntemlerden bir diğeri metam sodyum uygulamasıdır. Metam sodyum uygulaması sera koşullarında ki *Fusarium* Solgunluğu etmeni *Fomg*'a karşı toprakta metham sodium ile toprak fumigasyonunun birlikte kullanılmasının ve patlıcanda aşılama birlikte kullanılmasının hastalık üzerinde ki etkisinin belirlemek maksadı ile yapılan çalışma sonucunda hem metham sodyum kullanılarak yapılan fumigasyon hem de aşılama yapılmış olan bitkiler kontrol grublarına göre ürünlerde ki *Fomg*'un etki yoğunluğu üzerinde önemli bir azalma olduğunu gözlemlemişlerdir (Bogoescu ve ark., 2014).

Ancak, bu tür çalışmalar her ne kadar mücadelede etkili bir yöntem olsada hem fungisit kullanımının, çevreye zararlı olması, toprakta yaşayan ve yararlı diğer organizmalarında ölmesine neden olmasının (Chakraborty ve ark., 2008) yanı sıra pahalı bir yöntem olduğu belirtilmektedir (Rizza, 2002; Yücel ve ark., 2007).

Son zamanlarda bu alanda yapılan bazı çalışmalarda doğal bitki özütleri kullanılmaktadır (Mahlo ve ark., 2010; Mdee ve ark., 2009; Park ve ark., 2017). Bu çalışmalardan Mahlo ve arkadaşlarının 2010 yılında yaptığı araştırmada çeşitli ağaçların bazı yaprak özütlerinin *Fusarium oxysporum*'un da aralarında bulunduğu yedi farklı fungal patojene

karşı antifungal aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir. Mahlo ve arkadaşları 2013 yılında bu antifungal özütlerden bir tanesinin ursolic asit olduğu belirtilmiştir. Mdee ve arkadaşları 2009 yılında antifungal aktiviteye sahip olduğunu belirttikleri aceton bitki özütünü farklı oranlarda *Fusarium oxysporum*'un da bulunduğu çeşitli patojenlere karşı test etmişler ve hastalığın engellenmesinde orta dereceden iyi dereceye kadar etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Bitki esansiyel yağları da bu doğal özütlerden biridir. Bitki esansiyel yağları birçok sebze bakteriyel ve fungal hastalıkların kontrol altına alınmasında geniş spektrumlu bir aktiviteye sahiptir. Bu sebeple esansiyel yağlar yeşil pestisitler olarak zararlı ile mücadele programlarında kullanılmaktadır (Bajpai ve ark., 2011; Sivakumar ve Bautista-Banos, 2014; Park, 2017). Bitkilere ait olan bu doğal bileşenlerin uygulanmasının tarla koşullarında hasat öncesinde bitkilere uygulanan kimyasalların daha az miktarda ve daha güvenli bir seviyeye getirilmesinde önemli bir rol oynayacağı belirtilmiştir (Shuping ve Eloff, 2017). Bu nedenle bitkilerden elde edilen bu özütlerin patlıcanda solgunluk etmeni olan FOMG, *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* ve *F. solani*'ye karşı nasıl bir etkiye sahip olduğu araştırılmalıdır.

Biyolojik kontrol: Toprak kökenli olan *Fusarium Solgunluk*'una karşı yapılan bir diğer mücadele yöntemi de fungusun topraktaki yoğunluğunu azaltmaya yönelik biyolojik mücadele çalışmalarıdır. Biyolojik mücadele çalışmaları, hastalık etmeni olan fungus ile antagonistik bir etki gösteren mikroorganizmalar ile yapılmaktadır.

Patlıcan bitkisinde *Fusarium Solgunluğu* ile mücadelede, Chakraborty ve arkadaşlarının 2008 yılında fungal hücre duvarını parçalayarak hastalık etmeni fungusun ölmesini sağlayan bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada fungal hücre duvarı parçalayıcı enzim (Kitinaz ve β 1-3 Glukanaz) bulduran 5 *Trichoderma* türü *T. harzianum*, *T. viride*, *T. lignorum*, *T. hamatum* ve *T. reesei* ile patlıcan bitkisinde *Fusarium Solgunluk* hastalığının kontrolünü sağlanmaya çalışılmıştır. *In vitro*'da hepsi %100 *Fusarium Solgunluğu* üzerinde etkili olabilmişken tarla

koşullarında sadece *T. harzianum* ve *T. viride* türlerinin toprakta bulunan *Fusarium solani* patojen popülasyonunu azaltabilmiştir (Chakraborty ve ark., 2008).

Başka bir çalışmada, *Fusarium Solgunluğu* etmenlerinden olan *Fusarium solani*'yi kontrol altına almak için, fungal antagonistlerden olan *T. harzianum* ve *T. viride* hastalık görülme sıklığı *in vivo* ve *in vitro*'da değerlendirilmiş sırası ile %86 ve %83 oranında *Azadirachta indica* ve *Allium sativum* biopestisitlerinin de hastalık yoğunluğunu önemli oranda azalttığını bildirmişlerdir. Aynı zamanda toprak solarizasyonu ve *T. harzianum*, Bavistin (carbendazim) birlikte uygulanmasının hastalığı en etkili bir şekilde kontrol edebilme yolu olduğunu belirtmiştir (Chakraborty, 2009).

Yapılan biyolojik mücadele çalışmalarından biriside Jarl'ın 1999 yılında yaptığı çalışmadır. Bu çalışma kapsamında *Bacillus* ve *Pseudomonas* bitki büyüme düzenleyici rhizobacteria (plant growth promoting rhizobacteria - PGPR) Rhizosphere izolatları patlıcan köklerinden izole edilmiş ve hücre duvarı yıkıcı enzimlerden olan siderophore, proteaz ve cyanide enzim üretimi test edilmiş ve *Fomg*'a karşı bu bakterilerin antagonistik etki göstererek hastalık şiddetini azalttığını belirtilmiştir.

Soha ve arkadaşlarının (2012) yapmış oldukları çalışmada, *Fusarium Solgunluğu*na neden olan *Fusarium solani* üzerine antagonistik bir etki göstermekte olan *Bacillus subtilis* ırklarının 141 izolatu *in vitro* ortamda fungal gelişimi sınırlandırdığını tespit etmişlerdir. Ancak steril edilmiş sera toprağında bu bakterinin etkinliğinin %75 olduğu ve steril edilmemiş sera toprağında ise bu etkinliğin kayıp olduğu belirtilmiştir. Buna dayanarak *Bacillus subtilis* ırklarının kimyasal fungusitlere nazaran daha etkin ve güvenilir bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir. Bu yapılan çalışma ile sadece *Fusarium solani*'nin sebep olduğu *Fusarium Solgunluğu*na karşı fungal gelişimi sınırlandırdığı belirlenmiş olup, ülkemizde patlıcan bitkisi üzerinde ki asıl *Fusarium Solgunluğu* etmeni olan *Fomg*'a karşı nasıl bir etki yaptığı araştırılmamıştır.

Başka bir çalışmada, *Fusarium solgunluk* hastalığına karşı başarılı sonuçlar veren bitki

aktivatörleri (Actigard 50 WG; Acibenzolar-S-methyl; ASM) ile patlıcanda patojen olmayan bir *Fusarium oxysporum* izolatu (*F. oxysporum* f. sp. *melonis*; FOM), yüksek tünel koşullarında denenmiş ve ASM ve FOM uygulamasının %37,7 sırasıyla %50,6 oranlarında azaltarak patlıcan bitkilerinde dayanıklılığı belirli düzeyde teşvik ettiği ancak hastalığı önleyemediği belirtilmiştir (Altınok, 2007).

Altınok ve Dikilitaş (2014) tarafından yapılan bir çalışmada abiyotik uyarıcı olarak Acidobenzolar S methyl bitki aktivatörü ve biyotik uyarıcı olarak (patlıcanda hastalık oluşturmayan) FOM'un birlikte uygulanmasının FOMG patojeninin patlıcan bitkisinde sebep olduğu fusarium solgunluk hastalığına karşı direnci artırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca yapılan bu uygulamanın patlıcan bitkisinde hipersensitif reaksiyonu etkileyerek yapısal bariyerde yer alan kalloz ve hidrojen peroksit birikimine neden olduğu belirtilmiştir.

Patlıcan bitkisinde *Fusarium* Solgunluğu etmeni *Fomg*'a karşı yapılan bir diğer çalışmada Kara Tutar ve Erkılıç'ın 2016 yılında yaptığı çalışmadır. Çalışma kapsamında *Gigaspora margarita* (GIM), *Glomus etunicatum* (GE), *Glomus fasciculatus* (GF), *Glomus intradices* (GI) ve *Glomus mosseae* (GM) mikorizal funguslarının sakı koşullarında solgunluk patojeninin hastalık oluşumu üzerinde nasıl bir etkiye sahip olduğu araştırılmış ve çalışma sonucunda *Fomg*'un patlıcan bitkilerinde oluşturduğu solgunluğu GE %79 oranında engellediği belirtilmiştir.

Başka bitki türlerinde de *Fusarium* Solgunluk etmeni olan funguslara karşı farklı bakteri ve ırkları kullanılarak solgunluk hastalığının engellenebildiği belirtilmiştir. Bu çalışmalar göz önüne alınarak başka bitkilerde kullanılan bakteri ve ırklarının patlıcan bitkisi üzerinde hastalık oluşturan *Fusarium* Solgunluğuna karşı nasıl bir etkileşim oluşturacağını tespit edecek çalışmalara ihtiyaç vardır.

Sebze ve meyve hastalıkları ile biyolojik mücadelede kullanılmak üzere *Agrobacterium radiobacter*, *Bacillus* spp., *Burkholderia cepacia*, *Pseudomonas* spp., *Serratia* spp. ve *Streptomyces* spp. bazı bakterilerin preparatları yapılmış bulunmaktadır (Janisiewicz ve

Korsten, 2002). Bunlardan toprakta yaygın olarak bulunan *Pseudomonas* ırklarından (*P. aeruginosa*, *P. putida*, *P. fluorescent* ve *P. syringae*) bazılarının toprak kökenli fungal patojenleri baskı altına alma özelliğine sahiptir (Aksoy, 2006).

Yapılan çeşitli araştırmalarda ayrıca *Pseudomonas putida trevisan*'nın ürettiği sideroforların, solgunluk etmeni olan *Fusarium* türlerinin mikrokonidilerin çim borucuğunun uzamasını veya klamidosporelerinin çimlenmesini engellediğini (Scher ve Baker, 1982; Elad ve Baker, 1985) ve bu sayede patojen gelişemediğinden bitkide hastalık oluşturamadığı belirtilmiştir (Özaktan ve ark., 2010).

Çeşitli bitkilerde *Fusarium* patojeni ile mücadelede kullanılması için bazı biyolojik preparatlar geliştirilmiştir. Geliştirilen bu biyolojik preparatların listesi Çizelge 1'de verilmiştir. Geliştirilmiş olan bu preparatlarında patlıcan bitkisinde ki etkinliği tespit edilmelidir.

Çizelge 1 *Fusarium* Solgunluğuna karşı ticari olarak üretilen ve kullanılan biyolojik preparatlar (Bora ve Özaktan, 1998; <http://www.epa.gov/pesticides/biopesticides>, <http://ppis.ceris.purdue.edu/npublic.htm>)

Antagonist in İsmi	Preparatın Ticari İsmi	Etkili Olduğu Patojen / Hastalık	Uygulandı ğı/ Önerildiği Ürün
<i>Bacillus subtilis</i> MBI 600 izolatu	Kodiak,Q400 0, System 3, Subtilex, Pro-Mix, Histick N/T	<i>Fusarium spp.</i>	Pamuk, Baklagiller, Soya Fasulyesi, Yerfıstığı, Buğday, Arpa
<i>Bacillus subtilis</i> GBO3 izolatu	Kodiak, Companion	<i>Fusarium solani</i>	Pamuk, Baklagiller, Tahıllar
<i>Bacillus pumilus</i> GB 34 izolatu	Yield Shield	<i>Fusarium solani</i>	Baklagiller
<i>Pseudomonas fluorescens</i> A506 izolatu	Blightban A506, Biocure, Dagger	<i>Fusarium spp.</i>	Badem, Elma, Şeftali, Kayısı, Kiraz,

Patlıcanda Fusarium Solgunluğuna Dayanıklılık ve Mücadele Çalışmaları

			Armut, Patates, Çilek, Domates
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	Dagger-G	<i>Fusarium spp.</i>	Çeşitli Sebzeler
<i>Streptomyces lydicus</i> WYEC 108 izolatu	Actinovate	<i>Fusarium spp.</i>	Sebzeler, Meyve Ağaçları, Sert Kabuklular, Asma, Pamuk, Turunçgiller, Patates, Süs Bitkileri
<i>Streptomyces griseoviridis</i> K61 izolatu	Mycostop	<i>Fusarium spp.</i>	Tarla Bitkileri, Sebzeler Ve Süs Bitkileri
<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai KRL-AG2 izolatu	T-22™ Hc, T-22™ Planter Box, Rootshield, Plant Shield, Supresivit	<i>Fusarium spp.</i>	Meyve Ağaçları, Fide ve Fidanlar, Süs Bitkileri, Kabakgiller, Domates, Lahana

Biyolojik mücadelede etkili bulunan ırkların preparatları yapılırken diğer mikroorganizmalarla karıştırılarak uygulanması ve alternatif yöntemlerle kombineli olarak uygulanması, mücadele çalışmalarında fayda sağlayabilecek alternatifler olarak sunulabilir.

Mezleme ve ıslah: Dikii ve Neklyudova (1975), Sukhanberdina ve arkadaşları (1986), Abdullaheva ve Shifman (1988), Swarup (1995) ve Mwaniki ve arkadaşlarının (2016) yaptıkları çalışmalarda patlıcanın kültür formları arasında Fusarium Solgunluğuna dayanıklı genotiplerin var olup olmadığına dair çalışmalar yapmışlar ve dayanıklı genotiplerin varlığını kayıt edilmiştir. Yukarıdaki çalışmalara ek olarak yabancı patlıcan türlerindeki dayanıklılığın kültür bitkilerine aktararak, patlıcan gen havuzunda ki dayanıklılığın artırılmaya çalışıldığı çeşitli araştırmalar da yapılmıştır (Yamakawa ve ark., 1979; Stravato ve ark., 1993; Monma ve ark., 1996; Monma ve ark., 1997; Rotino ve ark.,

2001; Okada ve ark., 2002; Collonnier ve ark., 2003; Tophino, 2008).

Swarup'un 1995 yılında yapmış olduğu araştırmada Fusarium Solgunluğuna (*F. oxysporum*) *S. integrifolium* gibi akraba türleri ile K-61, K-72 kültür çeşitleri ve Ghana yerel popülasyonlarının, Kopek ve Black Beauty çeşitlerinin ve son olarak ta Japonya'dan Nihon Nassu çeşidinin dayanıklı olduğunu bildirmiştir. Ayrıca, patlıcanın yabancı türlerinin hastalıklara dayanıklılık için iyi bir kaynak olduğunu ancak halen etkili yararlanılabilecek dayanıklı çeşitler geliştirilemediği için gelecekte çalışılacak önemli konulardan birisi olarak görüldüğünü belirtmiştir.

Yapılan başka bir araştırmada Daitarou genotipi patlıcan (*Solanum melongena*) çeşitlerinden WCGR 112-8 ve Fusarium Solgunluğuna (*Fusarium oxysporum*) dayanıklı bir çeşit olan LS1934'ün melezlenmesiyle elde edilen bir F1 melezinin (LS1934 çeşidi denemede baba olarak kullanılmıştır) Fusarium Solgunluğuna yüksek derecede dayanıklı bulunduğu ve anaç olarak geliştirildiği bildirilmiştir (Yine Monma ve ark., 1997). Rotino ve arkadaşları tarafından 2002 yılında yapılan bir çalışmada potansiyel ıslah değeri taşıyan materyal elde etmenin yanında *S. integrifolium* ile *S. aethiopicum* gr. *gilo*'dan doğan FOMG'a dayanıklılık kaynağının da elde edildiği bildirilmiştir. *Solanum aethiopicum* ve *Solanum melongena* arasında yapılan somatik melezlemeden elde edilen bitkilerden anter kültürü yolu ile dihaploid bitkiler geliştirmişler gelişen bitkilerde morfolojik farklılıkların olduğunu bildiren araştırmacılar, *S. aethiopicum* ve somatik hibritlerin *Fomg*'un neden olduğu fungal solgunluğa tamamen dayanıklı olduğunun gözlemlendiğini de bildirmişlerdir (Riza ve ark., 2002).

Abdullaheva ve Shifman (1988), 1978'de başladıkları çalışmalarında 80 patlıcan materyalini *Fusarium oxysporum*'a dayanıklılık için suni enfeksiyonla test ettiklerini, bu hibritlerden 42 (Dnestrovets X Stoikii 740), 43(5) (Dnestrovets X Erevanskii 3), 51 (Stoikii 740 X Poludlinny (yarı uzun) ve 48 (Erevanskii X Violetta) numaralıların yüksek derecede dayanıklı olduğunu ve 42 numaralı hibritin Zakhra olarak isimlendirildiğini bildirmişlerdir.

Yapılan bir başka çalışmada, *S. integrifolium* ve *S. melongena* cv. Dingaras Multiple Purple arasında yapılan melezleme sonucu elde edilen hibritlerin anaç olarak kullanılma olanakları araştırılmış ve türler arası F1 hibritin Fusarium'a *S. integrifolium*'dan daha iyi dayanıklılık gösterdiği bildirilmiştir (Sakai, 1984).

Toppino ve arkadaşlarının (2004) yaptıkları araştırmalar sonucunda patlıcanın FOMG'a dayanıklı akraba türleri olan *S. integrifolium* (+) *S. melongena* line 1F5(9) ve *S. aethiopicum* gr. *gilo*, (+) *S. melongena* cv Dourga ile somatik melezlenmesi yapılmış ve bununla birlikte türler arası melezleme sırasında döllenme olmamasından kaynaklanan sorunların üstesinden geldiği bildirilmektedir. Her iki melezlemenin ardından elde edilen bireyler tetraploid ve diploid (anter kültüründen sonra) düzeyde *S. melongena* ıslah hatları ile hem anne hem de baba olarak kullanılmış başarılı bir şekilde melezlendiği bildirilmiştir. Elde edilen bireyler *Fomg*'a karşı İtalyan izolatu ile testlenmiş ve dayanıklı oldukları gözlenmiştir.

Ayrıca ülkemizde yapılan bir çalışmada *Fusarium*'a dayanıklı olduğu tespit edilmiş olan 25 hat ve 2 çeşit geliştirilmiştir. Bunlar *Fusarium* patojenine dirençli uzun hibrit çeşit olan 'Yıldırım' (Boyacı ve ark., 2013) ve oval meyveli P350 ile uzun meyveli P599 ebeveynleri ebeveyn olarak kullanılarak geliştirilen oval hibrit çeşit 'Batem Filizi' geliştirilmiştir (Boyacı ve Topcu, 2014).

Bu sebeple ilerideki yapılacak çalışmalarda yukarıda ki melezleme çalışmalarında geliştirilmiş olduğu belirtilen bu çeşitlerin gerek tarla gerekse örtü altı ve sera koşullarında ki Fusarium Solgunluk Hastalığına nedenli dayanıklılık gösterdiğinin ve istenilen agronomik özellikleri taşıyıp taşımadığının tespit edilmesi gerekmektedir.

Moleküler Çalışmalar: Fusarium Solgunluk Hastalığı ile moleküler olarak mücadelesine yönelik yapılan moleküler çalışmalarda hastalığa dayanıklılığın kalıtımının nasıl olduğu ve dayanıklı çeşit ve türlerin seçiminde kullanılabilecek markör geliştirmeye yönelik çalışmalar yapılmıştır.

Moleküler düzeyde dayanıklılığın incelenmesi için yapılan çalışmalarda

dayanıklılığın tek bir gene bağlı olduğu anlaşılmıştır (Mochizuki ve ark., 1997; Rotino ve ark., 2004; Toppino ve ark., 2004; Boyacı ve Abak, 2008; Mutlu ve ark., 2008; Boyacı, 2011; Ganopoulos ve ark., 2015; Ganopoulos ve ark., 2016) ve dayanıklılığın tespitine yönelik olarak yapılan çalışmalarda da çeşitli markörlerin geliştirildiği belirtilmiştir (Toppino ve ark., 2004; Mutlu ve ark., 2008; Toppino ve ark., 2008; Ganopoulos ve ark., 2015; Ganopoulos ve ark., 2016).

Patlıcanın yabani bir atası olan *Solanum torvum*'un *F. oxysporum* f. sp. *melongena*'nın sebep olduğu solgunluk hastalığına karşı hassasiyet göstermekte olan patlıcan bitkisine genetik olarak iyi bir kaynak olacağı yapılan morfolojik ve genetik taramalar ile test edilmiştir (Gousseta ve ark., 2005).

Miyatake ve arkadaşları 2016 yılında, daha önceki yapılan çalışmalarda Fusarium Solgunluk Hastalığına karşı dayanıklı olduğu belirtilmiş olan LS1934, LS174 ve LS2436 üç patlıcan hattının dayanıklılık bölgesini haritalamak maksadı ile bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada, QTL (Quantitative Trait Locus) analizi ile F2:3 populasyonlarında dayanıklılık lokusu Fm1'i 2. kromozomun sonunda 2 alleli (Fm1L ve Fm1E) olarak tespit edilirken LS2436'den Fusarium Solgunluğuna direnç lokusunu 4. kromozomun ortasında tespit etmişlerdir.

Dayanıklılığın test edilmesinin dışında da yapılan birkaç gen aktarımı çalışması mevcuttur. Singh ve arkadaşlarının 2014 yılında yaptıkları çalışmada, patlıcan bitkisinin *Pusa Purple Long* (PPL) çeşidinde *Fusarium oxysporum*'a karşı direnç oluşturmak için 'alfa alfa gluconase' genini kotiledon ve yaprak eksplantlarına aktarımı yapılmıştır. Bu aktarım sonucunda oluşturulan transgenik hatlar patojene karşı dayanıklılıkta bir artış gözlemlenmiş ancak bu dayanıklılık 5-7 gün hastalığı erteleyebildiği belirtilmiştir.

Patlıcan bitkisinin *Pusa Purple Long* (PPL) çeşidinde *Fusarium oxysporum*'a karşı direnç oluşturmak için 'Class I rice endokitinase' genini kotiledon ve yaprak eksplantlarına aktarımı yapılmıştır. Bu aktarım sonucunda transformant bitkilerin transgenik olmayanlara nazaran daha yüksek bir kitinaz

aktivitesi gösterdiği Fusariuma karşı dayanıklılıkta bir artış gözlemlenmiş ancak bu dayanıklılığın 5-7 gün hastalığı ertelemeye etkili olduğu belirtilmiştir (Singh ve ark., 2015).

Ancak moleküler düzeyde yapılan çalışmalar bununla sınırlı kalmıştır. Bu sebeple bundan sonra ki yapılacak çalışmalarda bu markörlerin dayanıklılık için kullanılmasının test edilmesi gerekmektedir. Ayrıca hastalığa dayanıklılık ile ilişkili olarak savunma yanıtının oluşmasında etkili olan mekanizmaların nasıl bir etkileşime sahip olduğu anlamaya yönelik yapılacak çalışmalar hastalık ile mücadelede önemli bir yol kaydedilmesine yarayacaktır (Koral ve Türkteş, 2017). Bu sebeple hastalığa dayanıklılığı sağlayan mekanizmaların iyi bir savunma sağlanması açısından tespit edilmesi gerekmektedir.

Aşılama: Genetik olarak dirençli bitki kullanılmasının Fusarium Solgunluğunu kontrol altına almada asıl unsur olduğu belirtilmiştir (Franc ve ark., 2001). Ancak, birçok ticari patlıcan çeşidi *Fomg'*a karşı hassas olması sebebi ile Fusarium Solgunluk Hastalığını kontrol altına alabilmek için ticari patlıcan çeşitleri dayanıklı anaçlar üzerine aşılanmaktadır (Gisbert ve ark., 2011; Sato ve ark., 2004; Faruq, 2006). Patlıcan bitkisinin hastalığa dayanıklı anaçlar üzerine aşılanmasının Fusarium Solgunluğu gibi toprak kaynaklı hastalıklara karşı direnç sağlanmasında önemli olduğu belirtilmiştir (Bogoescu ve ark., 2005). Hastalığa karşı dayanıklılığı sağlamak amacı ile hastalık ve böceklerle dirençli anaç bitkiler üzerine aşılanan çeşitler daha kaliteli ve daha verimli olduğu yıllardır bilinmektedir. Aşılama çalışmalarının hem iş gücü hem de maliyet açısından zor olmasına rağmen bu özelliklerinden dolayı son yıllarda da giderek yaygınlaşmaktadır.

Bu nedenle sera koşullarında yapılan bir çalışmada Romanya'da ki bir çalışmada anaç bitkilerin aşılama performansları aşılanmış olan patlıcan fidelerinin büyümesi değerlendirilerek test edilmiştir (Bogoescu, 2015). Yapılan başka bir çalışmada bazı anaçlar üzerine aşılamanın *Fomg'* un sebep olduğu solgunluk hastalığına karşı pazarlanabilir üründe bir artış meydana getirdiği ve aynı zamanda da hastalık

yoğunluğunda da önemli bir azalma meydana getirdiğini belirtmişlerdir (Bogoescu ve Doltu, 2015).

Faruq (2006) yaptığı çalışmada patlıcan bitkisindeki solgunluk hastalığı etmeni *Fomg'*u kontrol altına almak için yabancı *Solanum* (*Solanum sisymbriifolium*) üzerine aşılama yönteminde içinde bulunluğu Furadan 5G, Cupravit 50 WP, Bavistin 50WP, *Trichoderma harzianum* T22, Sawdust ve Khudepana (*Azolla pinnata*) uygulamalarına başvurmuştur. Bu uygulamaların sonucunda aşılama *Sawdust*, *Trichoderma harzianum* T22, Furadan 5G'nin toprağa uygulanmasının bitki gelişimini ve meyve üretimini kontrol bitkisine göre sırasıyla %622,08, %605,54, %526,25 ve %501,67, artırdığını gözlemlenmiştir (Faruq, 2006).

Aşılama teknolojisinin yanında fumigasyon uygulamasının yapılmaması durumunda dayanıklı anaç bitkilerin üzerine aşılamanın minör patojenleri majör patojenlere dönüştürebileceği belirtilmiştir. Bunlara ek olarak aşılamanın bitkilerde fizyolojik olan hasarlara yol açabileceği de belirtilmiştir (Bogoescu ve Doltu, 2015).

Bu makalede Fusarium Solgunluğu ile mücadelede patlıcan bitkisinde ki yapılan çalışmalar heryönü ile irdelenerek mücadelede mevcut durum ortaya konulmuş ve farklı bitkilerde Fusarium Solgunluğu ile mücadelede kullanılan yöntemler sunularak mücadeledeki eksik yönler ortaya konulmaya çalışılmıştır. Patlıcan bitkisinde yapılan mücadele çalışmalarından en etkilisinin aşılama ile birlikte toprak fumigasyonu uygulanmasının hastalığı önemli oranda azaltan yöntem olduğu görülmektedir. Ancak bu uygulamalarda toprak fumigasyonunun zararlı etkisinden dolayı uygulanması pek uygun değildir. Ancak farklı bitkilerde yapılan çalışmalar dikkate alındığında biyolojik mücadelede kullanılan doğal biopreparatların ve doğal ürünlerin kullanımının etkisinin azımsanmayacak kadar etkili oldukları görülmektedir. Bu sebeple patlıcan bitkisinde de bu preparatların ve doğal ürünlerin Fusarium Solgunluğunda (tüm fusarium ırklarına karşı) nasıl bir etki gösterdiğinin belirlenmesi gerekmektedir. Ayrıca patlıcan bitkisinde dayanıklı olduğu belirtilen tescilli çeşitlerinde Fusarium Solgunluğuna karşı etkinliğinin ve

ürün kalitesinin değerlendirilip ardından kullanımının yaygınlaştırılması gerekmektedir.

Kaynaklar

- Abdullaheva, K., Shifman, I.A. (1988). Resistance of Eggplant to Fusarium Wilt. *Seleksiya I Semenovodstvo*, 1, 29-31.
- Aksoy, H.M. (2006). Toprak Kökenli Fungal Patojenlerin Fluoresan Pseudomonadlarla Biyolojik Mücadelesi. *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 21 (3) , 364-369.
- Altınok, H.H. (2005). First Report of Fusarium Wilt of Eggplant Caused by in Turkey. *Plant Pathology*, 54-577.
- Altınok, H.H. (2006). Doğu Akdeniz Bölgesi'nde Patlıcanda Fusarium Solgunluğu Hastalığı (*Fusarium oxysporum* Schlecht. f. sp. *melongenae* Matuo and Ishigami)'nin Yaygınlığı, Etmenin Moleküler Karakterizasyonu ve Bitkide Hastalığa Karşı Dayanıklılığın Uyarılması. Tez (Doktora)-Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Adana.
- Altınok, H.H. (2007). Induction of Systemic Resistance in Eggplant against Fusarium Wilt Disease in Polyunnel Conditions. *J. Turk. Phytopath.*, 36 (1-3), 21-30.
- Altınok, H.H., Can, C., Boyacı, H.F., Topcu, V. (2014a). Genetic Variability Among Breeding Lines and Cultivars of Eggplant against *Fusarium oxysporum* f. sp. *melongenae* from Turkey. *Phytoparasitica*, 42, 75–84.
- Altınok, H.H., Dikilitaş, M. (2014b). Antioxydant Response to Biotic and Abiotic Inducers for the Resistance against Fusarium Wilt Disease in Eggplant (*Solanum melongena* L.). *Acta Bot. Croat.*, 73 (1), 79– 92.
- Anonim (2009). Statistical Database. Available, <http://www.fao.org>.
- Anonim (2000). Türkiye Metil Bromür (Mebr) Eylem Planı ve Yönetmeliği T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü.
- Bajpai, V.K., Kang, S., Xu, H., Lee, S-G., Baek, K-H., Kang, S.C. (2011). Potential Roles of Essential Oils on Controlling Plant Pathogenic Bacteria Xanthomonas Species, A Review. *Plant Pathol. J.* 27, 207-224.
- Baysal, O., Siragusa, M., Gümrükcü, E., Zengin, S., Carimi, F., Sajeve, M., Jaime, A., Teixeira Da, S. (2010). Molecular Characterization of *Fusarium oxysporum* f. *melongenae* by Issr and Rapd Markers on Eggplant. *Biochem Genet.*, 48, 524– 537.
- Biopesticides URL, <http://www.epa.gov/pesticides/biopesticides>.
- Bogoescu, M., Gullino, MI., Minuto, A., Amadio, A. (2005). Alternatives to Methyl Bromide in Romanian Protected Crops. *Acta Hort. (Ishs)*, 698, 315- 320.
- Bogoescu, M., Doltu, M., Sora D. (2014). Prevention and Control of Soilborne Diseases and Nematodes in Eggplants Crop by Grafting Plants Combined with Soil Fumigation. *Ishs Acta Horticulturae* 1044, VIII International Symposium on Chemical and Non-Chemical Soil and Substrate Disinfestation.
- Bogoescu, M., Doltu, M. (2015). The Eggplants Crop Technology Optimization by Grafting Horticulture, 72, 2.
- Bora, T., Özaktan, H. (1998). Bitki Hastalıklarıyla Biyolojik Savaş. Prizma Matbaası, İzmir. 205 s.
- Boyacı, H.F. (2007). Patlıcanlarda Fusarium Solgunluğuna Dayanıklılık Kaynakları ve Dayanıklılığın Kalıtımı. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Adana.
- Boyacı, H.F., Abak, K. (2008). Patlıcanlarda Fusarium Solgunluğuna Dayanıklılık

- Kaynakları ve Dayanıklılığın Kalıtımı. Ç.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, 17, 3- 43.
- Boyacı, H.F., Unlu, A., Abak, K. (2011). Genetic Analysis of Resistance to Wilt Caused by *Fusarium* (*Fusarium oxysporum melongenae*) in Eggplant (*Solanum melongena*). The Indian Journal of Agricultural Sciences., 81, 9.
- Boyacı, H.F., Gumrukcu, E., Topcu, V., Unlu, A., Oten, M, (2013). Improvement of Resistant Eggplant Lines against *Fusarium* (*Fusarium oxysporum Schlecht. f. sp. melongenae*). Breakthroughs in the Genetics and Breeding of Capsicum and Eggplant. XV EUCARPIA Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum and Eggplant Torino, Italy 2 – 4 September, p, 289-294.
- Boyacı, H.F., Topçu, V. (2014). Development of Eggplant Hybrid Cultivar ‘BATEM FILIZI’ and Determination of Yield Performance. Derim, 2014, 3 1 (2), 11-22.
- Braun, A.L., Supkoff, D.M. (1994). Options to Methyl Bromide for the Control of Soilborne Diseases and Pests in California with Reference to the Netherland. Pest Management Analysis and Planing Program., 94, 2.
- Chakraborty, M.R., Chatterjee, N.C. (2008). Control of *Fusarium* Wilt of *Solanum melongena* by *Trichoderma* spp. Biologia Plantarum, 52 (3), 582- 586.
- Chakraborty, M.R., Chatterjee, N.C., Quimio, T.H. (2009). Integrated Management of Fusarial Wilt of Eggplant (*Solanum melongena*) with Soil Solarization Micologia Aplicada International, 21 (1), 25- 36.
- Collonnier, C., Fock, I., Marisk,a I., Servaes, A., Vedel, F., Siljak-Yakovlev, S., Souvannavong, V., Sihachakr, D. (2003). Gish Confirmation of Somatic Hybrids between *Solanum melongena* and *S. torvum*, Assessment of Resistance to Both Fungal and Bacterial Wilts. Plant Physiology and Biochemistry, 41, 459-470.
- Daunay, M.C., Lester, R.N., Laterrot, H. (1991). The Use of Wild Species for the Genetic Improvement of Brinjal Eggplant (*Solanum melongena*) and Tomato (*Lycopersicon esculentum*). In, Hawkes Jc, Lester Rn, Nee M, Estrada N (Eds) Solanaceae 3, Taxonomy, Chemistry, Evolution, 27, 389-413.
- Dhawan, S.C., Sethi, C.L. (1976). Observations on the Pathogenicity of *Meloidogyne Incognita* to Eggplant and on Relative Susceptibility of Some Varieties to the Nematode. Indian J. Nematol. 6, 39-46.
- Dikii, S.P., Neklyudova, E.T. (1975). Studies on Eggplant Resistance to Wilt. Byulleten’ Vsesoyuznogo Ordena Lenina Instituta Rastenievodstva Imeni N.I. Vavilova, 50, 65-69.
- Elad, Y., Baker R. (1985). The Role of Competitum for Iron and Carbon in Suppression of Chlamyospore Germination of *Fusarium* spp. by *Pseudomonas* spp. Phytopathology, 75, 1053-1059.
- Elmer, W.H., Ferrandino, F.S. (1993). Comparison of Amonium Sulfate and Calcium Nitrate Fertilization Effects on Verticillium Wilt of Eggplant. Plant Disease, 78, 811- 816.
- Faruq, A.N., Islam, M.R., Chowdhury, M.S.M., Hossain, M.B. (2006). Management of *Fusarium* and Nemic Wilt of Eggplant (*Solanum melongena* L.). Bangladesh Phytopathological Society., 22, 1-2.
- Franc, G.D., Hmveson, R.M., Kerr, E.D., Jacobsen, B.I. (2001). Disease Management. in Sugarbeet Production Guide. R.G Wilson, (ed.). University of Nebraska. Lincoln, NE,131-160.
- Ganopoulos, I., Xanthopoulou, A., Konstantinou, S., Karaoglanidis, G.S.,

- Tsaliki, E., Kalivas, A., Madesis, P. (2015). Fast and Accurate Screening of *Solanum melongena* with High Resolution Melting Analysis for Resistance to Fusarium Wilt. *International Journal of Vegetable Science*, 22(2), 183-189.
- Gisbert, C., Prohens, J., Raigon, M.D, Nuez F. (2011). Eggplant Relatives as Sources of Variation for Developing New Rootstocks, Effects of Grafting on Eggplant Yield and Fruit Apparent Quality and Composition. *Scientia Horticulturae*, 128, 14-22.
- Gordon, T.R., Martyn, R.D. (1997). The evolutionary biology of *Fusarium oxysporum*. *Annu Rev Phytopathol.* 35, 111-28.
- Gousseta, C., Collonniera, C., Mulyab, K., Mariskab, I., Rotinoc, G.L., Bessed, P., Servaesa, A., Sihachakr, D. (2004). *Solanum torvum*, as A Useful Source of Resistance against Bacterial and Fungal Diseases for Improvement of Eggplant (*S. melongena* L.). *Plant Science*, 168, 319-327.
- Gullino, M.L., Minuto, A., Garibaldi, A. (2002). Soil Fumigation with Chloropicrin in Italy, Experimental Results on Melon Eggplant and Tomato, *Meded Rijksuniv Gent Fak Landbouwkd Toegep Biol Wet.*, 67, 171-180.
- Janisiewicz, W.I., Korsten, I. (2002). Biological Control of Postharvest Disease of Fruits. *Annual Review of Phytopathology*, (40), 411-441.
- Jarl, C.I., Rietveld, E.M., De Haas, J.M. (1999). Transfer of Fungal Tolerance through Interspecific Somatic Hybridization between *Solanum melongena* and *S. torvum*. *Plant Cell Reports*, 18, 791-796.
- Kara Tutar, F., Erkılıç, A. (2016). Patlıcanda Solgunluk Hastalıkları (*Verticillium dahliae* ve *Fusarium oxysporum f.sp. melongenae*)'na Karşı Mikorizal Fungusların ve Abiyotik Uyarıcıların Etkilerinin Belirlenmesi. *Ç.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* , 34(5), 32-42.
- Koral, A.Ö., Türkteş, M. (2017). Pamuk Bitkisinde *Verticillium dahliae*'ye Karşı Algılama ve Savunma Sistemleri. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 6(2), 28-46.
- Magioli, C., Mansur, E. (2005). Eggplant (*Solanum melongena* L.), Tissue Culture, Genetic Transformation and Use as An Alternative Model Plant. *Acta Bot. Bras.*, 19 (1), 139-148.
- Mahlo, S.M., McGaw, L.J., Eloff, J.N. (2010). Some Tree Leaf Extracts have Good Activity against Plant Fungal Pathogens. *Crop Prot.*, 29, 1529-1533.
- Mahlo, S.M., McGaw, L.J., Eloff, J.N. (2013). Antifungal Activity and Cytotoxicity of Isolated Compounds from Leaves of *Breonadia salicina*. *J. Ethnopharmacol.*, 148, 909-913.
- Malathrakis, N.E. (1999). Soil Fumigation with Methyl Bromide, Advantages and Disadvantages. 3rd International Workshop on Methyl Bromide Alternatives. 7-10 December. Heraklio of Grete Greece. S., 46.
- Mandhare, V.K., Patil, P.L. (1993). Varietal Screening and Efficacy of Fungicides against Fusarium Wilt of Brinjal. *J Maharashtra Agric Univ.*, 18, 34-36.
- Mdee, L.K., Masoko, P., Eloff, J.N. (2009). The Activity of Extracts of Seven Common Invasive Plant Species on Fungal Phytopathogens. *S. Afr. J. Bot.*, 75, 375-379.
- Messiaen, C.M. (1989). L'aubergine. In, *Le potager tropical, Cultures spéciales, Collection Techniques Vivantes, Agence de Coopération Culturelle et Technique - Presses University.*, Paris, 2, 399.

- Miller, A.S., Rowe, C.R., Riedel, M.R. (1996). Fusarium and Verticillium Wilts of Tomato, Potato, Pepper and Eggplant. The Ohio State University Extension Plant Pathology, Hgy-3122- 96. 2021 Cofey Road. Columbus, oh 432101087.
- Mishra, D., Rath, G.C. (1986). Control of Fusarium Rot of Eggplant. Indian J Agric.Sci, 56, 612-616.
- Miyatake, K., Saito, T., Negoro, S., Yamaguchi, H., Nunome, T., Ohyama, A., Fukuoka, H. (2016). Detailed Mapping of A Resistance Locus against Fusarium Wilt in Cultivated Eggplant (*Solanum melongena*). Theoretical and Applied Genetics, February, 129 (2), 357-367.
- Mochizuki, H., Sakata, Y., Yamakawa, K., Nishio, T., Komochi, S., Nariakawa, T., Monma, S. (1997). Eggplant Parental Line 1' and Eggplant Breeding Line Resistant to Fusarium Wilt. Bulletin of the National Research Institute of Vegetables, Ornamental Plants and Tea. Series A, Vegetables and Ornamental Plants, 12, 85- 90.
- Monma, S., Sato, T., Matsunaga, H. (1996). Evaluation of Resistance to Bacterial, Fusarium and Verticillium Wilt in Eggplant and Eggplant-Related Species Collected in Ghana. Capsicum Eggplant Newsletter, 15, 71-72.
- Monma, S., Akazawa, S., Simosaka, K., Sakata, Y., Matsunaga, H. (199) 'Daitaro' A Bacterial Wilt and Fusarium Wilt Resistant Hybrid Eggplant for Rootsock. Bulletin of the National Research Institute of Vegetables, Ornamental Plants and Tea. Series A, Vegetables and Ornamental Plants, 12, 73-83.
- Mutlu, N., Boyacı, FH., Göçmen, M., Abak, K.M. (2008). Development of Srap, Srap Rga, Rapd and Scar Markers Linked with A Fusarium Wilt Resistance Gene in Eggplant. Theoretical and Applied Genetics 117, 1303-1312.
- Mwaniki, P.K., Abang, M.M., Wagara, I.N., Wolukau, J.N., Hans-Josef, S. (2016). African Journal of Biotechnology. Vol. 15 (11), Pp. 392-400, 16 March. Nelson AJ, Dignani MC, Anaissie EJ. 1994. Taxonomy, Biology, and Clinical Aspects of Fusarium Species. Clinical Microbiology Reviews, 7, 479-504.
- Nothmann, J., Ben-Yephet, Y. (1979). Screening Eggplant and other Solanum Species for Resistance to *Verticillium dahliae*. Plant Dis. Rept., 63 (1), 70-73.
- Okada, M., Yoshida, T., Nitta, M., Matsumoto, M. (2002). A New Rootstock Variety for Eggplant, 'Daijirou'. Bulletin of the Kochi Agricultural Research Center, 11, 53-61.
- Park, J.Y., Kim, S.H., Kim, N.H., Lee, S.W., Jeun, Y-C., Hong, JK. (2017). Differential Inhibitory Activities of Four Plant Essential Oils on *In Vitro* Growth of *Fusarium oxysporum f. sp. fragariae* Causing Fusarium Wilt in Strawberry Plants Plant Pathol. J. 33(6), 582-588.
- Rizza, F., Mennela, G., Collonier, C., Sihachakr, D., Kashyap, V., Rajam, M.V., Prestera, M., Rotino, L.G. (2002). Androgenic Dihaploids from Somatic Hybrids between *Solanum melongena* and *Solanum aethiopicum* Group Gilo as A Source of Resistance to *Fusarium oxysporum f. sp. melongenae*. Genetic Transformation and Hybridization. Plant Cell Repots, 20, 1022-1032.
- Rotino, G.L., Mennella, G., Fusari, F., Vitelli, G., Tacconi, M.G., D'alessandro, A., Acciarri, N. (2001). Towards Introgression of Resistance to *Fusarium oxysporum f. sp. melongenae* Form *Solanum Integrifolium* into Eggplant. Xith Eucarpia Meeting on Genetics and

- Breeding of Capsicum and Eggplant, Antalya, Turkey, 303-307.
- Rotino, G.L., Rizza, F., Mennella, G., Tacconi, M.G., Alberti, P., Vitelli, G., Acciarri, N. (2002). Production and Utilization of Sexual 'Double Hybrid' between the Somatic Hybrids *S. melongena* (+) *S. integrifolium* and *S. melongena* (+) *S. aethiopicum* Gr. Gilo. Proceeding of the XLVI Italian Society of Agricultural Genetics-Siga Annual Congress Giardini Naxos, Italy- 18/ 21, September, Isbn 88-900622- 3-1.
- Rotino, G.L., Rizza, F., Mennella, G., Tacconi, M.G., Alberti, P., D'alessandro, A., Acciarri, N., Toppino, L. (2004). Production and Utilization of Sexual 'Double Hybrid' between the Somatic Hybrids *S. melongena* (+) *S. integrifolium* and *S. melongena* (+) *S. aethiopicum* Gr. Gilo. Xlth Eucarpia Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum and Eggplant, Noordwijkerhout - Netherlands, 17-19 May.
- Rowe, R.C. (1980). Comparative Pathogenicity and Host Ranges of *Fusarium oxysporum* Isolates Causing Crown and Root Rot of Greenhouse and Field-Grown Tomatoes in North America and Japan. *Phytopathology*, 70, 1143-1148.
- Özaktan, H., Aysan, Y., Yildiz, F., Kinay, P. (2010). Fitopatolojide biyolojik mücadele. *Türk. biyo. müc. derg.*, 1 (1), 61-78.
- Saha, D., Purkayastha, G.D., Ghosh, A., Isha, M., Saha, A. (2012). Isolation and Characterization of Two New *Bacillus subtilis* Strains from the Rhizosphere of Eggplant as Potential Biocontrol Agents. *Journal of Plant Pathology*, 94 (1), 109-118.
- Sakai, K. (1984). New Summer Crop Cultivars (I)- New Cultivars Registered by the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries in Eggplant. *Japanese Journal of Breeding*, 34 (1), 122- 123.
- Sato, T., Yoshida, T., Saito, T., Sakata, Y., Matsunaga, H., Monma, S. (2004). Development of A New Rootstock Eggplant Cultivar "Daizabourou" with High Resistance to Bacterial Wilt and Fusarium Wilt. *Bulletin of the National Institute of Vegetable and Tea Science*, 3, 199-211.
- Scher, F.M., Baker, R. (1982). Effect of *Pseudomonas putida* and a Synthetic Iron Chelator on Induction of Soil Suppressiveness to Fusarium Wilt Pathogens. *Phytopathology*, 72, 171-176.
- Shuping, D.S.S., Eloff, J.N. (2017). The Use of Plants to Protect Plants and Food Against Fungal Pathogens, A Review. *Afr J Tradit Complement Altern Med.*, 14 (4), 120-127.
- Sihachakr, D., Daunay, M.C., Serraf, I., Chaput, M.H., Mussio, I., Haicour, R., Rossignol, L., Ducreux, G. (1994). Somatic Hybridization of Eggplant (*Solanum melongena* L.) with Its Close and Wild Relatives. In, Bajaj Yps (Ed) *Biotechnology in Agriculture and Forestry*, 1 (Somatic Hybridization in Crop Improvement. Springer, Berlin Heidelberg New York), 255-278.
- Singh, D., Haicour, R., Sihachakr, D., Rajam, M.V. (2015). Expression of Rice Chitinase Gene in Transgenic Eggplant Confers Resistance to Fungal Wilts. *Indian Journal of Biotechnology*, 14 (April), 233- 240.
- Sivakumar, D., Bautista-Baños, S. (2014). A review on The Use of Essential Oils for Postharvest Decay Control and Maintenance of Fruit Quality during Storage. *Crop Protect.* 64,27-37.
- Stravato, M.V., Cappelli, C., Polverari, A. (1993). *Fusarium oxysporum* f. sp. *melongenae* Agent of Wilting of

- Aubergine. Informatore Fitopatologico, 43 (10), 51-54.
- Stravato, V.M., Cappelli, C., Polverari, A. (1993). Attacchi Di *Fusarium oxysporum* f. sp. *melongenae* Agente Della Tracheofusariosi Della Melanzana in Italia Centrale. Inf Fitopatol 43 (10), 51-54.
- Sukhanberdina, E.K., Bolgov, A.N., Frolova, A.G. (1986). Resistance of Eggplant Varieties to Wilt. Nauchno-Tekhnicheskii Byulleten 'Vsesoyuznogo Ordena Lenina İ Ordena Druzhby Narodov, Nauchno Issledovatel Skogo Instituta Rasteniyevodstva İmeni N, I, Vavilova, 166, 72-75.
- Swarup, V. (1995). Genetics Resources and Breeding of Aubergine (*Solanum melongena* L.), Acta Horticulturae, 412 (Solanacea For Fresh Market), 71-79.
- Toppino, L., Rotino, G.L., Rizza, F., Vale, G.P., Tacconi, M.G., Alberti, P., Menella, G., D'alessandro, A., Acciarri, N. (2004). Towards the Molecular Characterization and the Intogression of the Resistance Character to *Fusarium oxysporum* f. sp. *melongenae* in Eggplant. Xlvıı Annual Congress Societa' Italiana Di Genetica Agraria, Lecce-15/ 18 September.
- Toppino, L., Mennella, G., Rizza, F., D'alessandro, A., Sihachakr, D., Rotino, G.I. (2008). Issr and Isozyme Characterization of Androgenetic Dihaploids Reveals Tetrasomic Inheritance in Tetraploid Somatic Hybrids between *Solanum melongena* and *S. aethiopicum* Group Gilo. J Hered. Doi, 10.1093/Jhered/Esm122.
- Urrutia, Herrada, M.T., Gomez Garcia, V.M., Tello Marquina, J. (2004). Fusarium Wilt on Eggplant in Almeria (Spain). Boletin De Sanidad Vegetal, Plagas 30 (1), 85-92.
- Yamakawa, K., Mochizuki, H. (1979). Nature and Inheritance of Fusarium Wilt Resistance in Eggplant Cultivars and Related Wild Solanum Species, Bull. Vegetable and Ornamental Crops, Station A, 6, 19-27.
- Yücel, S., Ozarslandan, A., Colak, A., Ay, T., Can, C. (2007). Effect of Solarization and Fumigant Applications on Soilborne Pathogens and Root-Knot Nematodes in Greenhouse Grown Tomato in Turkey. Phytoparasitica, 35, 450-456.
- Yücel, S. (1989). Domates Fusarium Solgunluğuna (*Fusarium oxysporum* Schlecht f. sp. *Iycopersici* (Sacc.) Synd. and Hans) Karşı Biyolojik Kontrolde Antagonistlerin ve Toprak Solarizasyon Uygulamasının Karşılıklı Etkileşimlerinden Yararlanma Olanakları Üzerinde Araştırmalar. Adana Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Araştırma Yayınları Serisi Yayın No, 64, Ankara.
- Yücel, S. (1994). Akdeniz Bölgesi Örtü Altı Sebze Alanlarında Görülen Fungal Hastalıklar. Adana Zir. Müc. Ens. Müd. Bitki Koruma Bülteni, 34, 1-2.
- Yücel, S., Pala, H., Çalı, S., Erkılıç, A. (2000). Combination of *Tricoderma Spp.* and Soil Solarization to Control Root Rot Diseases of Cucumber in Greenhouses Conditions. Integrated Control in Protected Crops, Mediterranean Climate, Iobc Wprs Bulletin 23 (1).
- Yücel, S., Elekçioğlu, İ.H., Uludağ, A., Can, C., Gözel, U., Söğüt, M., Özarslandan, A., Aksoy, E. (2002). The Second Year Result of Methyl Bromide Alternatives in the Eastern Mediterranean. Annual International Research Conferance on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. 6-8 November, The Rosen Centre Hotel 9840, International Drive Orlando, Florida, 32819.