



Research on the Determination of Some Tomato Cultivars Reactions to *Oidium neolycopersici* and the Disease Control

Gülcan YIKILMAZSOY¹ Nedim ÇETİNKAYA²

¹Bornova Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, İzmir

²Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, İzmir

ABSTRACT

This study was carried out in greenhouses of the Plant Protection Department at Ege University Faculty of Agriculture in 2008-2010. Six economically important tomato cultivars (Gökçe F₁, Kardelen F₁, Bandita F₁, Falcon, SC 2121 and Shasta F₁) were tested for their resistance against powdery mildew caused by *Oidium neolycopersici*. Biological, chemical and alternative materials such as Hydrogen peroxide (H₂O₂), Triadimenol, *Bacillus subtilis* QST strain 713, sulphur (wetttable powder), watered ozone were tested on a susceptible tomato cultivar to control the pathogen. Results indicated that; all tested tomato varieties were sensitive to powdery mildew caused by *O. neolycopersici*. Among the tested materials, *Bacillus subtilis* QST strain 713 had the best efficacy in controlling the pathogen. Triadimenol and sulphur had average, whereas H₂O₂ and ozone had low control over the pathogen.

Keywords: Tomato, Powdery mildew, *Oidium neolycopersici*, Control, *Bacillus subtilis*

ÖZ

Domates Küllemesi Etmeni *Oidium neolycopersici*'ye Karşı Bazı Domates Çeşitlerinin Reaksiyonlarının Belirlenmesi ve Hastalığın Mücadelesi Üzerinde Araştırmalar

Bu araştırma 2008-2010 yıllarında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'nde yürütülmüştür. Çalışmada ekonomik öneme sahip 6 domates çeşidi (Gökçe 191 F₁, Kardelen F₁, Bandita F₁, Falcon, SC 2121, Shasta F₁) domateste külleme hastalığına sebep olan *Oidium neolycopersici*'ye dayanıklılık reaksiyonları açısından testlenmiştir. Hastalığa duyarlı bulunan domates çeşidi üzerinde, etmenin kontrolüne yönelik biyolojik, kimyasal ve alternatif madde uygulamaları (H₂O₂, Triadimenol, *Bacillus subtilis* QST 713 ırkı, WP Kükürt ve suya karıştırılmış ozon gibi) denenmiştir. Elde edilen bulgulara göre; testlenen tüm domates çeşitlerinin hastalık etmeni *O. neolycopersici*'ye karşı duyarlılık gösterdiği belirlenmiştir. Hastalığın kontrolüne yönelik testlenen materyaller arasından ise, *Bacillus subtilis* QST 713 ırkını içeren biyolojik preparat en yüksek etkililiği göstermiştir. Triadimenol ve WP Kükürt'ün etkisi düşük seviyelerde kalmıştır. H₂O₂'nin orta, ozonun ise düşük düzeyde hastalığı kontrol edebildiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Domates, Külleme, *Oidium neolycopersici*, Kontrol, *Bacillus subtilis*

GİRİŞ

Örtüaltı sebze yetiştiriciliği; ekonomiye ve istihdama katkısı yanında yılın her mevsiminde taze sebze tüketebilmeyi olanaklı kılması nedeniyle de önemli bir yetiştiricilik şeklidir. Oldukça geniş bir örtüaltı üretim alanına sahip olan ülkemizde, yetiştiricilik cam ve plastik seralar ile alçak ve yüksek tünellerde yapılmaktadır. Artan nüfus ve tüketici taleplerindeki çeşitlilik dikkate alınarak; örtüaltı sebze yetiştiriciliğinin devamının sağlanabilmesi için hedef, iyi ürün kalitesi ve özellikle son yıllarda önemi gittikçe artan insan ve çevre sağlığını dikkate alan bir üretim olmalıdır. Seracılık faaliyetlerinin

genel yapısını belirleyen ana faktör, ülkelerin iklim özellikleridir. Türkiye, sahip olduğu ekolojik özellikleri nedeniyle sebze ve meyve üretimi bakımından dünyadaki önemli ülkelerden biridir. Türkiye'de ilk kez 1940'lı yıllarda Antalya çevresinde başlayan örtüaltı yetiştiricilik faaliyetleri, özellikle 1960 yılından bugüne kadar geçen süre içerisinde hem alan hem de ürün çeşitliliği açısından sürekli bir artış içinde olmuştur (Sevgican ve ark., 2002). Türkiye'de toplam örtüaltı yetiştiriciliğin %95'ini sebze, %5'ini ise meyve türleri oluşturmaktadır. Örtüaltı üretimde sebze türleri içerisinde ise domates ilk sırayı almaktadır. Toplam domates üretiminin ise yıllara göre yaklaşık %65'i sofralık, %35'lik kısmı sanayi domatesi olarak değerlendirilmektedir. Bunu hıyar, biber, karpuz, patlıcan, kabak ve kavun izlemektedir (TÜİK, 2022). Dünya'da 2020 yılında yaklaşık 186 milyon ton domates üretilmekte, en yoğun üretim Çin (64,768,158 ton) tarafından yapılmakta onu sırasıyla

Article Info / Makale Bilgileri

Corresponding author e-mail: gulcanyikilmazsoy@hotmail.com

Received: March 7, 2022 Accepted: September 2, 2022

ORCID ID's of Authors in order:

0000-0001-7898-5274, 0000-0002-7709-4442

Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri (BAP) tarafından desteklenmiştir.

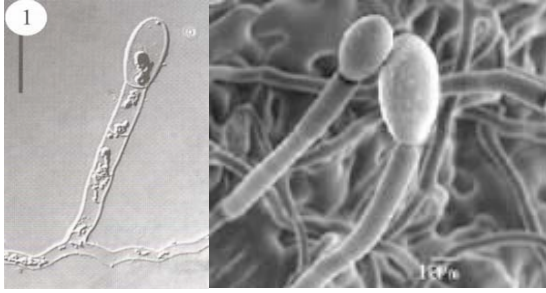
Hindistan (20,573,000 ton) ve Türkiye (13,204,015 ton) izlemektedir (FAOSTAT, 2022). Ülkemizi ekonomisi açısından oldukça önemli bir yeri olan domates, yetiştiriciliği yapılan bölgelerde çiftçilerimizin önemli gelir kaynaklarından birisini oluşturmaktadır.

Domates (*Solanum lycopersicum* L.) tek yıllık bir bitkidir. Türkiye’de, 1900’lü yıllarda Adana’da yetiştirilmeye başlanmıştır. Ucuz ve bol vitamin kaynağı olan domates, besleyici ve lezzetli özelliğinden dolayı dünyanın birçok ülkesinde en çok üretilen sebzelerdendir. Ülkemiz tarımı ve ekonomisi açısından son derece önemli olan domates yetiştiriciliğinde verim ve kaliteyi olumsuz yönde etkileyen hastalıklar, fizyolojik ve patojen kaynaklı hastalıklar olmak üzere iki grupta incelenebilir. Bunlardan fizyolojik kaynaklı zararlanmalar daha çok çevre şartları, fazla sulama, beslenme bozukluğu vb. nedenler ile güneş yanığı, çiçek dökülmeleri, çiçek burnu çürüklüğü, meyvelerde çatlama gibi zararlardır. Bunların dışında domateslerde bakteriyel, fungal ve viral etmenlerin neden olduğu patojen kaynaklı hastalıklar ise daha büyük önem taşımaktadır. Domateslerde görülen önemli fungal hastalıklar arasında domates mildiyösü [*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary], domates küllemesi (*Leveillula taurica* (Lev.) G. Arnaud, *Oidium neolycopersici* L. Kiss, *Erysiphe* spp.), kurşuni küf (*Botrytis cinerea* Pers.), erken yaprak yanıklığı (*Alternaria solani* Ellis & G. Martin); bakteriyel hastalıklardan bakteriyel kanser [*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (E. F. Smith) Davis et al.], bakteriyel benek [*Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (Okabe) Young, Dye, Wilkie], viral hastalıklardan domates halkalı leke virüsü (Tomato Ringspot Virus-TRSV), domates lekeli solgunluk virüsü (Tomato Spotted Wilt Virus-TSWV), tütün mozik virüsü (Tobacco Mosaic Virus-TMV) sayılabilir (Jones ve ark., 2016).

Bitki fungal hastalıkları içinde külleme hastalıklarının özel bir yeri vardır. Konukçularına özelleşmeleri ve yoğun üreme yetenekleri nedeniyle her zaman önemli bir sorun oluşturmakta, uygun koşullarda ağır epidemilere yol açmakta ve mücadeleleri güç patojenler olarak kabul edilmektedir. Küllemeler, canlı hücre ve dokuları kullanarak yaşamını sürdüren obligat biyotrof patojenlerdir (Ozan ve Maden, 2006; Tümay ve Özkaya, 2020). Türkiye’de de oldukça yaygın olup, Akdeniz, Ege ve İç Anadolu bölgelerinde daha belirgin olarak görülmektedir. Domatesten başka diğer önemli sera bitkileri olan biber ve patlıcanı da yakalayan bir hastalıktır. Külleme birçok ülkede fungusitlerin en çok kullanıldığı hastalık gruplarından biri olması nedeniyle bu hastalıkların mücadelesine yönelik yapılan çalışmalar da ağırlık kazanmıştır. Külleme hastalıkları; seralarda sonbahar yetiştiriciliğinde havalanın serinlemesi ile birlikte alt yapraklardan başlamak üzere kendisini gösterir. Bu yapraklarda önce yer yer un serpilmiş gibi belirtiler ortaya çıkar ve yuvarlakça, açık sarı lekeler belirir. Bu lekelerin alt yüzeyinde beyazımsı, kirli beyaz

kül renginde bir spor tabakası oluşur ve bu alanlar bir süre sonra kahverengileşir. Hasta bitkilerde verim düşer, yaprak ve meyve dökümü olur. Külleme hastalığı sebzelerde asimilasyon yüzeyinin azalması ve bitkinin zayıflaması şeklinde endirekt ya da çiçekleri yakalayıp meyve tutumuna engel olmak veya meyve dökümüne yol açarak direkt olarak zarar verebilmektedir.

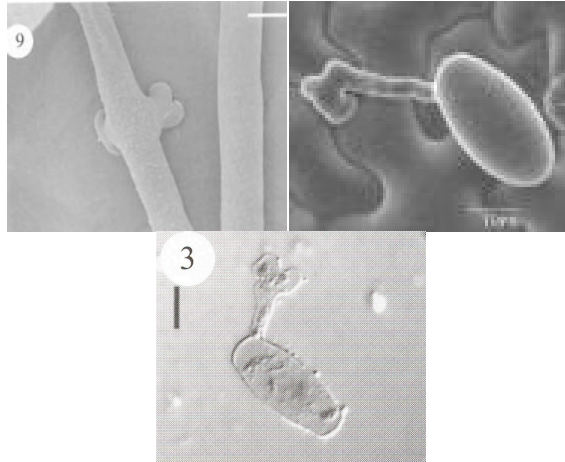
Domateste bugüne kadar 3 farklı külleme etmeni saptanmıştır. *Leveillula taurica* diğer konukçularıyla beraber domateste çok eskiden beri bilinmektedir. *Leveillula taurica*’nın Türkiye’de domates alanlarında önemli zararlara neden olduğu daha önce bildirilmiştir (Aydın ve Göre, 2010). İkinci tür *Oidium lycopersici*’dir. Son yıllarda ise ülkemizde örtü altında domates küllemesine neden olan yeni bir etmen olan *O. neolycopersici* tanılanmıştır (Kiss ve ark., 2001; Yolageldi ve ark., 2007). Bu etmen ilk olarak 1986 yılında Hollanda’da rapor edilmiş ve bu tarihten sonra da dünya çapında hızla yayılmıştır (Paternotte, 1988). Ancak, bu fungusun eşeyli döneminin olmaması ve fungusun yapısal özellikleri bakımından değişik verilerin olması nedeniyle bu yeni külleme etmeni *O. lycopersicum*, *Erysiphe orontii* ya da *E. cichoracearum* olarak değişik şekillerde adlandırılmış (Belanger ve Jarvis, 1994; Koike ve Saenz, 1999) ya da basit şekilde *Erysiphe* sp. olarak tanılanmıştır (Arredondo ve ark., 1996; Karasevic ve Zitter, 1996; Kiss, 1996; Neshev, 1993; Olalla ve Tores, 1998; Pernezny ve Sonoda, 1998; Smith ve ark., 1997; Vakalounakis ve Papadakis, 1992). Bu fungus için ilk doğru tanılama Avustralya’ dan yapılan *O. lycopersicum* olmuş (Cooke ve Massee, 1888) ve 1999 yılında Botanik Bilim Literatürü’nün Uluslararası kurallarına uygun olarak yeni bir isim olarak “*Oidium lycopersici*” olarak düzenlenmiştir (Mieslerova ve Lebeda, 1999). Ancak morfolojik özelliklere dayalı sınıflandırma üzerinde var olan karışıklık kalmıştır. Sonuç olarak, domateste yeni külleme patojeninden nükleer rRNA genlerinin ITS bölgesi analiz edilmiş ve *Oidium (neo) lycopersici*, *E. orontii* ve *E. cichoracearum*’dan ayırt edilmiştir. Bunlardan başka *Oidium (neo)lycopersici*’nin *E. aquilegia* var. *ranunculi*’nin benzer taksonu olduğu da bulunmuştur (Jones ve ark., 2001). Bu bulgular, Kiss ve ark., (2001) tarafından Avrupa, Kuzey Amerika, Güney Amerika ve Asya’daki domates küllemesi fungusları üzerinde yapılan çalışmalarla doğrulanmış, son zamanlarda domateste külleme salgınlarına yol açan patojenin *Oidium neolycopersici* adında yeni bir tür olduğu ortaya konmuştur. Bu fungus, Ascomycetes sınıfındadır ve obligat bir biotroftur. Kiss ve ark., (2001)’na göre etmenin tanılayıcı özellikleri; miselyum beyaz, ince, yaprak üst yüzeyini kaplamakta, ara sıra yaprak alt yüzeyi ve gövdeyi de kaplamakta, hifler şeffaf, bölmeli, appressorium belirgin, loplul veya çok lopluludur. Konidioforlar dik, ortalama 91.5 µm uzunluğunda, yüksek nisbi nemde 2 ile 6 yalancı zincir şeklinde, çim



Şekil 1. *Oidium neolycopersici* etmeninin konidiofor ve konidiumları (Jones ve ark., 2001; Kiss ve ark., 2001).

tüpü konidiumun ucundan veya yanından çıkmakta, uç genişlemiş, çim tüpünün tabandan yukarıya doğru genişliği artmaktadır (Şekil 1).

Çimlenmenin ilk aşamasında 3 ana gelişim fazı; inokulasyon sonrasındaki 3-5 saat içerisinde oluşan çim borusu, sonraki 6-8 saat içerisinde meydana gelen appressorium farklılaşması (Şekil 2) ve çimlenmeden yaklaşık olarak 11 saat sonra gerçekleşen penetrasyon olarak belirlenmiştir (Jones ve ark., 2001; Kiss ve ark., 2001).



Şekil 2. *Oidium neolycopersici* etmeninin appressorium şekilleri (Jones ve ark., 2001; Kiss ve ark., 2001).

O. neolycopersici, genellikle alt yapraklardan başlayıp üst yapraklara doğru ilerleyerek yaprakları tümden kurutmaktadır. Şiddetli durumlarda bitkilerden hiç verim alınmadığı gözlenmiştir. Özellikle havalandırma sistemi hastalık etmeninin sera içinde yayılmasını destekleyen tarzda çalışıyor ise ekonomik öneme sahip kayıplar ortaya çıkabilmektedir. Polifag bir külleme etmeni olan fungus, genellikle serada yetişen domateslere karşı önemli bir tehdit oluşturmakla beraber tarlada yetişen domateslerde de önemli bir artış göstermektedir. Hastalık yaprak üst ve alt yüzeylerini, petiolleri (yaprak sapı), kaliks (çanak yaprak halkası)'i enfekte eder ancak meyveyi enfekte etmez. Ciddi enfeksiyonlar yapraklarda kloroza, erken yaşlanmaya ve meyve kalite ve boyutunda belirgin bir düşüşe yol açar (Jones ve ark., 2001).

Bu çalışma kapsamında; ülkemiz için yeni ve savaşımlı oldukça güç bir hastalık etmeni olan *O. neolycopersici*'ye karşı yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan domates çeşitlerinin duyarlılık reaksiyonları belirlenmiş ve hastalığın mücadelesinde biyolojik preparatlar, kimyasallar ve diğer alternatif maddelerin etkililikleri araştırılmıştır. Ülkemizde bugüne kadar domates küllemesi hastalığı etmeni olarak *L. taurica* ön plana çıkmış ve mücadelesine yönelik öneriler daha çok bu hastalık etmeni dikkate alınarak düzenlenmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar ışığında; *O. neolycopersici*'nin de ülkemiz açısından ekonomik öneme sahip hastalık etmenlerinin içinde yer alması ve hastalıkla mücadelede nasıl bir strateji izlenmesi gerektiğine dikkat çekilmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Fungal materyal

Denemede kullanılan fungal materyal; ticari işletmecilik yapılan farklı bölgelerdeki seralardan temin edilen hastalıklı bitkisel materyallerden, sera içinde doğal enfeksiyona bırakılmış bitkilerden veya suni inokulum yöntemi ile yapılan üretimden elde edilmiştir.

Bitkisel materyal

Denemede gerek örtüaltı ve gerekse açıkta yetiştiricilikte ekonomik olarak üreticiliği yapılan domates çeşitleri kullanılmış ve bu çeşitlerin özellikleri Çizelge 1'de belirtilmiştir.

Çizelge 1. Bitkisel materyal olarak kullanılan domates çeşitleri

Örtüaltı Domates Çeşitleri	Sofralık Domates Çeşitleri	Sanayi Tipi Domates Çeşitleri
Gökçe 191 F ₁	Falcon	Shasta F ₁
Kardelen F ₁	SC 2121	
Bandita F ₁		

Gökçe 191: Erkenci olup sırıkta yetişen sofralık olarak tüketilen ve ihracatta talep gören bir çeşittir. Cam serada, plastik serada ve tarlada yetiştiricilik için önerilir. Kardelen: Çok güçlü bir yapısı vardır ve adaptasyon yeteneği yüksektir. Erkenci bir çeşittir. Kapalı bir bitki yapısı olduğundan meyvelerde güneş yanıklığı görülmemektedir. Üst salkımlarda meyve tutumu yüksek ve kalitelidir. Bandita: Orta erkencidir. Sırıkta yetişir ve sofralıktır. İhracatta talep edilen bir çeşittir. Cam ve plastik serada yetiştiricilik için önerilir. Falcon: Açık tarla yetiştiriciliğine uygun, oturak, standart domates çeşididir. Adaptasyon kabiliyeti yüksek olan çeşidin toprak seçiciliği yoktur. Sofralık kalitesi mükemmel bir çeşittir. SC 2121: İnce kabuklu, iri ve lezzetlidir. Açıkta tarla yetiştiriciliğine uygun, sofralık kalitesi yüksek ve erkenci bir domates çeşididir. Adaptasyon kabiliyeti oldukça iyidir. Shasta: Çok

erkenci (70-75 günlük) sanayi çeşididir. Sezona erken başlamak isteyen üreticiler için tavsiye edilir. Bitki yapısı güçlü ve geniş olup, meyveler ufak ve yuvarlaktır. Denemelerde mümkün olduğu oranda hazır fideler temin edilerek çalışmalar yürütülmüş, hazır fide temin edilemediği durumlarda iş birliği yapılan firmalardan tohum temin edilerek, fideler yetiştirilmiştir. Kullanılan çeşitler perlit-torf karışımı bulunan saksılar içerisinde yetiştirilmiş ve inokulum üretiminde kullanılan bitkiler külleme enfeksiyonunu teşvik etmek amacıyla sıcaklık ve nem kontrollü kabin ve sera içi ortamda muhafaza edilmiştir.

Araştırmada; ayrıca test materyallerinin etkinliği denemelerinde Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü deneme serasında topraksız tarım koşullarında yetiştirilen, etmenle bulaşık "Duru" çeşidi domates bitkileri kullanılmıştır.

Test materyali

Denemelerde fungal etmenin kontrolü amacıyla H₂O₂, Triadimenol, *Bacillus subtilis* QST 713 ırkı, WP Kükürt ve TÜBİTAK 1080380 no'lu proje kapsamında satın alınan ozon donanımından elde edilen ozon gazının suya eklenmiş formu kullanılmıştır.

Yöntem

İnokulum üretimi ve inokulasyon

İnokulasyon taze konidi taşıyan bileşik yaprakların, test edilen çeşitlere ait fideler üzerine bırakılması ve silkelmesi sureti ile gerçekleştirilmiş ve bitkiler inokulasyondan hemen sonra 2 gün ultrasonik nemlendirici desteği ile %90-100, daha sonra %33-99 orantılı nem koşullarında kabinde tutulmuştur (Yolageldi ve ark., 2007) (Şekil 3).



Şekil 3. Kontrollü koşullar altında inokulum üretimi.

Test materyalinin uygulanması (Etkililik denemeleri)

Serada uygulama yapılan sıraların her birinde 12 saksı ve her saksıda 3 adet olmak üzere, toplamda 72 domates bitkisi yetiştirilmektedir. Denemeler 5 tekerrürlü olarak ve her tekerrürü 2 bitkiden oluşan toplam 10 domates bitkisi ile yürütülmüştür. Denemelerde kullanılan test materyali ve uygulama dozları Çizelge 2'de verilmiştir. İlaçlamalara serada hastalığın ilk belirtileri görüldüğünde başlanmıştır. Test bitkilerinde mevcut külleme kolonileri uygulamalardan önce sayılmış ve test materyali bitkilere püskürtme yöntemiyle uygulanmıştır.

Çizelge 2. Hastalık etmenine karşı testlenen materyaller ve dozları

Test Materyali	Uygulama Dozu
Triadimenol	%0.075
Kükürt	%0.4
<i>Bacillus subtilis</i> QST 713 ırk	%1.5
H ₂ O ₂	%1.0
Ozon	5mg/m ³ su
Kontrol	-

Hastalık şiddetinin saptanması

Çeşit duyarlılık testlerinde ve aynı zamanda test materyalinin etkinliğinin saptandığı denemelerde, hastalık indeksi 0-3 skalası Çizelge 3'e, çeşitlerin reaksiyonu ise Çizelge 4'de yer alan skalaya göre değerlendirilmiştir. Külleme hastalığının bitkinin alt yapraklarında şiddetli seyretmesi nedeniyle hastalık şiddetinin belirlenmesinde bitkilerin en alt 2 bileşik yaprağı kullanılmıştır.

Çizelge 3. Külleme hastalığı etmeni *Oidium neolycopersici*'nin domates bitkilerinde oluşturduğu hastalık belirtilerini değerlendirme skalası (Bai, 2004)

Skala Değeri	Değerlendirme Kriteri	Ek Açıklama
0	Sporulasyon yok	-
1	Hafif sporulasyon	%5'den daha az yaprak alanında sporulasyon
2	Orta derecede sporulasyon	%5-30 yaprak alanında sporulasyon
3	Yoğun sporulasyon	%30'dan daha fazla yaprak alanında sporulasyon

Çizelge 4. Domates çeşitlerinin külleme hastalığı etmeni *Oidium neolycopersici*'ye reaksiyonlarını belirlemeye yönelik değerlendirme parametreleri (Bai, 2004)

Reaksiyon	Skala Değeri
Dayanıklılık	0-1
Duyarlılık	2-3

Pestisit uygulamalarının etkililiğini saptamaya yönelik olarak yürütülen denemelerde, hastalıkla doğal olarak bulaşık yetişkin bitkiler kullanılmıştır. Bu bitkilerin sadece alt aksamında hastalık belirtilerini taşımasından dolayı uygulama öncesi bitkiler hastalık yükleri açısından yaprakların üzerindeki koloniler sayılarak değerlendirilmiş ve bunu takip eden hafta boyunca gelişimleri izlenerek 10 gün sonra sayımlar tekrarlanmıştır.

İstatistiksel analizler

Çalışma kapsamında elde edilen verilere varyans analizi yapılmış ve gruplar arasındaki önemli farklılıklar %5 seviyesinde Duncan testi yapılarak belirlenmiştir. Tüm denemeler tesadüf parselleri deneme desenine uygun olarak yürütülmüştür. Uygulamaların etkililiği (%) Abbott formülü yardımı ile hesaplanmıştır. Tüm istatistiksel analizler SPSS 15.0 paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çeşit reaksiyonları

Domateslerde külleme hastalığına neden olan *O. neolycopersici* etmenine karşı, çeşitlerin reaksiyonlarını belirlemeye yönelik olarak yürütülen denemeler sonucunda açıkta ve örtüaltı domates yetiştiriciliğinde ekonomik öneme sahip 6 adet çeşit 5 tekerrürlü olarak testlenmiştir. Testlenen 6 domates çeşidinin 2 adedi açıkta yetiştiricilikte yaygın sofralık çeşitler olarak kullanılmakta olup, 1 çeşit ise yine açıkta yetiştiricilik koşullarında sanayi domatesi olarak talep gören bir çeşittir. Diğer çeşitler ise külleme hastalığının en yoğun olarak gözlemlendiği, ağırlıklı olarak örtü altı koşullarında yetiştiriciliği yapılan çeşitlerden oluşmuştur. Çeşit reaksiyonlarına yönelik yapılan çalışmada elde edilen veriler Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 5. *O. neolycopersici* ile inokule edilmiş domates çeşitlerinin etmene reaksiyonları

Çeşit	Tekerrür Skala Değeri					Ortalama Skala Değeri*	Reaksiyon
SC 2121	3	2	2	2	1	2.0 ab	Duyarlı
Falcon	2	2	3	2	1	2.0 ab	Duyarlı
Shasta F ₁	2	2	2	2	2	2.0 ab	Duyarlı
Bandita F ₁	2	2	1	2	2	1.8 a	Duyarlı
Kardelen F ₁	2	3	3	3	3	2.8 c	Duyarlı
Gökçe 191 F ₁	3	3	2	2	3	2.6 bc	Duyarlı

*Aynı sütun içerisinde değişik harflerle gösterilen değerler birbirinden istatistiksel olarak farklıdır (p ≤ 0.05).

Hastalık etmenine reaksiyonları yönünde testlenen çeşitler arasında Kardelen F₁ çeşidi, çeşit reaksiyonlarının sınıflamasına yönelik salt skala değerleri dikkate alındığında, SC 2121, Falcon, Shasta F₁ ve Bandita F₁ çeşitlerine göre istatistiksel olarak duyarlılık açısından önemli düzeyde farklı bulunmuştur. Kardelen F₁ ile Gökçe 191 F₁ çeşitleri arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır. Testlenen diğer tüm

çeşitlerin hastalığa karşı reaksiyonları açısından önemli bir farka sahip olmadıkları saptanmıştır. Falcon, SC 2121, Shasta F₁ ile arasında istatistiksel öneme sahip bir fark olmamasına rağmen Bandita F₁ domates çeşidi duyarlılığı en düşük çeşit olarak belirlenmiştir. Buna göre; dayanıklılık ve duyarlılık yönünden çeşitlerin sınıflandırılması amacıyla belirlenmiş olan değerlendirme skalası (Bai, 2004) dikkate alınarak bir sonuca ulaşmak gerektiğinde, domates küllemesi etmeni *O. neolycopersici*'ye reaksiyonları yönüyle test edilen domates çeşitlerinin tümünün bu hastalığa duyarlı olduğu belirlenmiştir. Bu konuda yapılan diğer çalışmalara bakıldığında; külleme hastalığı etmeni *Oidium neolycopersici*'ye testlenen tüm domates çeşitlerinin duyarlı olduğu sonucuna varılmış (Lindhout ve ark., 1994a,b) ve araştırmaların çeşitlerin dayanıklılık reaksiyonlarını sağlayacak konular üzerine yoğunlaştığı gözlemlenmiştir (Huang ve ark., 1998). Özellikle etmene dayanıklı olan yabancı domates çeşitleri ile yapılması hedeflenen çeşit geliştirmeye yönelik ıslah çalışmaları ön plana çıkmaktadır. Külleme hastalıkları ile başarılı bir savaşım yürütebilmek için başvuru alan kültürel yöntemler içinde yer alan dayanıklı çeşit seçimi büyük önem taşımaktadır (Tümay ve Özkaya, 2020).

Test materyalinin etkinliği

Bu çalışmada; uygulama öncesi bitkilerin hastalık şiddetleri belirlenmiş, uygulamadan 10 gün sonra tekrar değerlendirme yapılarak sonuçlar karşılaştırılmış ve bu sonuçlar Çizelge 6'da verilmiştir. Elde edilen verilere göre *Bacillus subtilis* QST 713 ırkını içeren biyolojik preparat her iki deneme sonucunda da en yüksek etkililiğe sahip uygulama olarak dikkati çekmiştir. Triadimenol ve WP Kükürt'ün etkisi düşük seviyelerde kalmıştır. Oksidatif yeteneği ile etkili olan H₂O₂ (hidrojen peroksit) ve ozonun 5 mg/m³ dozunda uygulamaları sonucunda bitkilerde herhangi bir fitotoksik etki belirlenmemiştir. Alternatif bitki koruma ürünü olarak değerlendirilebilecek olan bu uygulamalardan; hidrojen peroksit %55.5 ortalama etkililik ile orta, ozon ise %22 ile, uygulanan doza özel olarak düşük düzeyde hastalığı kontrol edebildiği sonucuna varılmıştır. Kontrol olarak bırakılan bitkilerde ise hastalığın artma eğiliminde olduğu sonucuna varılmıştır.

Hastalık etmeninin ilaçlama yolu ile kontrolüne yönelik olarak yapılan çalışmalarda, en etkili uygulama olarak *B. subtilis* QST 713 ırkını içeren bir ticari preparat dikkati çekmiştir. Diğer uygulamaların etkisi ise daha düşük düzeylerde kalmıştır. Çalışmalarda kullanılan *B. subtilis* QST 713 ırkını içeren preparat, *L. taurica*'ya karşı ruhsatlı bir preparat olup, diğer külleme etmeni *O. neolycopersici*'yi de seçilen preparatlar arasında başarı ile kontrol etmiştir. Biyolojik preparatın etkisi diğer uygulamalara oranla istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p ≤ 0.05).

Çizelge 6. *O. neolycopersici* etmeni üzerinde ilaçlama uygulamalarının etkisi

Uygulama	Uygulama öncesi koloni sayısı*	Uygulama sonrası koloni sayısı	Ortalama Etkililik (%)
<i>Bacillus subtilis</i> QST 713 ırkı	8.7 e	1.5 a	74.00
Ozon	2.5 ab	2 ab	22.00
Kükürt	6.3 d	5 c	17.50
Triadimenol	4.0 bc	2.8 abc	27.50
H ₂ O ₂	5.3 cd	2.3 ab	55.50
Kontrol	1.8 a	4 bc	-

*Aynı sütun içerisinde değişik harflerle gösterilen değerler birbirinden istatistiki olarak farklıdır (p<0.05).

Preparat içerdiği lipopeptitler sayesinde patojen hücrelerin duvarlarını yok ederek etkili olup tedavi edici etki de gösterebilmektedir.

Bitkiye sistemik dayanıklılık kazandıran H₂O₂'nin, inokulasyon öncesi ve sonrasında uygulanması ile morfolojik bir dayanıklılık faktörü olan papilla oluşumunu teşvik ederek etkili olduğu bilinmektedir (Hückelhoven ve Kogel, 2003). Araştırmada kullanılan bu test materyali, enfeksiyon sonrası uygulama sonucu yeterince etki gösterememiştir. H₂O₂ sahip olduğu genel dezenfektan karakteri nedeniyle genellikle bitki bulunmayan ortamlarda, hijyeni sağlamak amacı ile daha yüksek dozlarda uygulanabilmektedir.

Ozon uygulamaları ile külleme etmenlerinin hastalık oluşturma yetenekleri hem bitkinin doğal savunma mekanizmalarını harekete geçirerek olmakta, hem de ozon yüksek oksidatif etkisi ile hastalık etmenlerini kontrol altında tutabilmektedir. Bu çalışmada uygulanan doz ve bitkinin bu doza maruz bırakılma süresi, hastalığın kontrolü açısından yetersiz bulunmuş, daha yüksek doz ve ozona maruz bırakılma durumunda daha başarılı sonuçlar alınacağı kanaati oluşmuştur.

Sistemik etkisi ile olumsuz koşullarda dahi koruyucu ve tedavi edici özelliğe sahip Triadimenol, bu çalışmada *O. neolycopersici*'ye karşı yeterli etki gösterememiştir. Başarısız olan bu sonucun, preparatın sadece hastalık belirtileri taşıyan yapraklarda tedavi edici olarak uygulanmasından kaynaklanabileceği, uygulama zamanına bağlı olarak değişkenlik gösterebileceği düşünülmektedir. Toz ve ıslanabilir toz formülasyonda çok geniş kullanım alanına sahip olan kükürt, solunum sisteminde yer alan terminal oksidasyon basamağında oksijenle rekabete girerek etkili olmaktadır. Külleminin yanında birçok pas, yaprak yanıklığı, meyve çürüklüğü hastalıklarında da etkili olmaktadır. Çalışmalarda hastalık etmeninin kontrolüne yönelik yapılan kükürt uygulaması düşük düzeyde etkililik sağlamıştır.

LİTERATÜR LİSTESİ

Arredondo, C.R., Davis, R.M., Rizzo, D.M. and Stahmer, R. 1996. First report of powdery mildew of tomato in California caused by *Oidium* sp. Plant Dis. 80, 1303.

Aydın, M.H. and Göre, M.E. 2010. Severe outbreaks of tomato powdery mildew caused by *Leveillula taurica* in Marmara region of Turkey. Journal of Plant Pathology, 92: 122-122.

Bai, Y. 2004. The genetics and mechanisms of resistance to tomato powdery mildew (*Oidium neolycopersici*) in *Lycopersicon* species. Thesis Wageningen University, The Netherlands. -with reference-with summary in English and Dutch, ISBN 90- 8504-100-7, 103 pages.

Belanger, R.R. and Jarvis, W.R. 1994. Occurrence of powdery mildew (*Erysiphe* sp.) on greenhouse tomatoes in Canada. Plant Dis. 78:640.

Cooke, M. C. and Masee, G. 1888. *Oidium lycopersicum*. Grevilla 16:114.

FAOSTAT, 2022. Food and Agriculture Organization. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Erişim tarihi:03.03.2022).

Huang, C.C., Groot, T., Meijer-Dekens, F., Niks, R.E. and Lindhout, P. 1998. The resistance to powdery mildew (*Oidium lycopersicum*) in *Lycopersicon* species is mainly associated with hypersensitive response. European J. Plant Pathol. 104: 399-407.

Hückelhoven, R. and Kogel, K.H. 2003. Reactive oxygen intermediates in plant-microbe interactions: who is who in powdery mildew resistance. Planta. 2003 Apr; 216(6):891-902. doi: 10.1007/s00425-003-0973-z.

Jones, H., Whipps, J.M. and Gurr, S.J. 2001. The tomato powdery mildew fungus *Oidium neolycopersici*. Molecular Plant Pathology 2(6), 303-309.

Jones, B. J, Zitter, T. A., Momol, T. M. and Miller, S. A. 2016. Compendium of Tomato Disease and Pests, Second Edition. APS Press., 168. <https://doi.org/10.1094/9780890544341>

Karasevicz, D. M. and Zitter, T.A. 1996. Powdery mildew occurrence on greenhouse tomatoes in New York. Plant Dis. 80, 709.

Kiss, L. 1996. Occurrence of a new powdery mildew fungus (*Erysiphe* sp.) on tomatoes in Hungary. Plant Dis. 80, 224.

Kiss, L., Cook, R.T.A. and Saenz, G. 2001. Identification of two powdery mildew fungi, *Oidium neolycopersici* sp. nov. and *O. lycopersici*, infecting tomato in different parts of the world. Mycological Research 105, 684-97.

Koike, S.T. and Saenz, G.S. 1999. Powdery mildew of spearmint caused by *Erysiphe orontii* in California. Plant Dis. 8, 399.

Lindhout, P., Pet, G. and Van der Beek, H. 1994 a. Screening wild *Lycopersicon* species for resistance to powdery mildew (*Oidium lycopersicum*). Euphytica 72: 43-49.

Lindhout, P., Van der Beek, H. and Pet, G. 1994b. Wild *Lycopersicon* species as sources for resistance to powdery mildew (*Oidium lycopersicum*): Mapping of resistance gene *Ol-1* on chromosome 6 of *Lycopersicon hirsutum*. Acta Hort. 376: 387-394.

Mieslerova, B. and Lebeda, A. 1999. Taxonomy, distribution and biology of the tomato powdery mildew (*Oidium lycopersici*). J Plant Dis. Prot. 106, 140-157.

Neshev, G. 1993. Powdery mildew (*Oidium* sp.) on tomatoes in Bulgaria. Phytoparasitica, 21, 339-343.

Olalla, L. and Tores, J.A. 1998. First report of powdery mildew of tomato caused by an *Erysiphe* sp. in Spain. Plant Dis. 82, 592.

- Ozan, S. and Maden, S. 2006. Domateste Görülen Külleme Hastalık Etmenleri. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(38): 126-135.
- Paternotte, S.J. 1988. Echte meeldauw in tomaat geen echte bedreiging. Groenten en Fruit 43: 30-31.
- Pernezny, K. and Sonada, R.M. 1998. Powdery mildew of field grown tomatoes in Florida. Plant Dis. 82, 262.
- Sevgican, A., Tüzel, Y., Gül, A. and Eltez, R.Z. 2002. Avrupa Birliği ülkelerinde örtüaltında sebze yetiştiriciliği ve yakın gelecekte beklenen gelişmeler. Avrupa Birliğine Uyum Aşamasında Bahçe Bitkileri Tarımı 25-26 Nisan, Ankara.
- Smith, V. L., Douglas, S. M. and Burrige, K. 1997. First report of powdery mildew of tomato caused by an *Erysiphe* sp. in Connecticut. Plant Dis. 81, 229-263.
- TÜİK, 2022. Türkiye İstatistik Kurumu. İstatistik Veri Portalı. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> (Erişim tarihi:03.03.2022)
- Tümay, A. and Özkaya, H.Ö., 2020. Antalya İlinin Bazı İlçelerindeki Sebze Alanlarında Bulunan Külleme Türlerinin Belirlenmesi. Çukurova Tarım Gıda Bil. Der., Çukurova J. Agric. Food Sci., 35(1): 1-14.
- Vakalounakis, D.J. and Papadakis, A. 1992. Occurrence of a new powdery mildew of greenhouse tomato in Greece, caused by *Erysiphe* sp. Plant Pathol. 41, 372-373.
- Yolageldi, L., Sin B. and Onogur, E. 2007. First report of *Oidium neolycopersici* on tomatoes in Turkey. Plant Pathology 57, 373.