

**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI**



**DOMATESTE ERKEN YAPRAK YANIKLIĞI HASTALIĞINA
NEDEN OLAN *ALTERNARIA* SPP. NE KARŞI BİYOLOJİK
MÜCADELE OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

Yüksek Lisans Tezi

Hadier ALHASHIMI

Danışman

Prof. Dr. Berna TUNALI

SAMSUN
2023

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım Yüksek Lisans tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

Etik Kurul Gerekli mi ?

Evet ☐

Hayır ☒

06/01/2023

Hadier ALHASHIMI

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı : DOMATESTE ERKEN YAPRAK YANIKLIĞI HASTALIĞINA NEDEN OLAN *ALTERNARIA* SPP. NE KARŞI BİYOLOJİK MÜCADELE OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 06/01/2023 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 3

Tek kaynak oranı : % 1 çıkmıştır.

06/01/2023

Prof. Dr. Berna TUNALI

ÖZET

DOMATESTE ERKEN YAPRAK YANIKLIĞI HASTALIĞINA NEDEN OLAN *ALTERNARIA* SPP. NE KARŞI BİYOLOJİK MÜCADELE OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Hadier ALHASHIMI

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Bitki Koruma Ana Bilim Dalı

Yüksek Lisans, Mayıs/2023

Danışman: Prof. Dr. Berna TUNALI

Alternaria solani, tüm dünyada domates ekim alanlarında görülen ve üretimde önemli kayıplara neden olan erken yanıklık hastalığına neden olan bir etmendir. Bu patojen, bitki gelişiminin her aşamasında hastalığa neden olur ve bitkinin hemen hemen her bölümünü etkiler. Bu patojeni kontrol etmenin en etkili yolu fungusitlerin kullanılmasıdır. Bununla birlikte, erken yanıklığı kontrol etmek için sık kullanımlarından dolayı iki ana fungusit grubuna, QoI'lere ve SDHI'lara karşı artan bir direnç gelişimi olmuştur. Bu nedenle çalışmamızda bazı *Chaetomium* spp., *Trichoderma* spp. ve biyolojik mücadelede kullanılan non- patojenik *Fusarium oxysporum* ele alınmıştır. Öncelikle Samsun ili ve ilçelerinden toplanan 30 adet *Alternaria* izolatu patojenite testine tabi tutulmuştur. Patojenik olduğu belirlenen 4 izolatu, biyolojik mücadelede kullanılma potansiyelleri in-vitro denemelerde incelenmiştir. On numaralı *Alternaria* izolatını, en yüksek engelleme oranı %79,5 ile *Trichoderma* izolatları 37 ve 39 ile elde edilmiştir. Oniki numaralı *Alternaria* sp. izolatında, *Chaetomium* izolatları 26, 28 ve 27, sırasıyla %56,6, %52,5 ve %51,6 ile en yüksek engellemeyi göstermiştir. En yüksek patojeniteye sahip iki *Alternaria* spp. izolatu ve dual testte en etkili bulunan izolatlar alınarak biyolojik kontrol potansiyeli açısından hassas bir domates çeşidi ile saksı denemeleri gerçekleştirilmiş ve dual testten elde edilen sonuçlarla benzer sonuçlar elde edilmiştir. İzolatlardan *Chaetomium* sp., *Trichoderma* sp. ve *T. hamatum*, *Alternaria* spp.'ye karşı biyolojik mücadele ajanı olarak kullanılma potansiyeline sahiptir. *Chaetomium*, *Trichoderma* ve *Alternaria* izolatlarının türlerinin moleküler olarak teşhis edilmesi ve arazi koşullarında ileri çalışmaların yapılmasının uygun olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Sözcükler: *Alternaria solani*, Dual-test, Patojenisite, Antagonist fungus

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE POSSIBILITIES OF BIOLOGICAL CONTROL AGAINST *ALTERNARIA* SPP, CAUSED BY EARLY LEAF BLIGHT DISEASE IN TOMATO.

Hadier ALHASHIMI

Ondokuz Mayıs University

Institute of Graduate Studies

Department of Plant Pathology

Master, May/2023

Supervisor: Prof. Dr. Berna TUNALI

Alternaria solani is the cause of early blight disease, which is seen in tomato cultivation areas all over the world and causes significant losses in production. This pathogen causes disease at every stage of plant development and affects almost every part of the plant. The most effective way to control this pathogen is the use of fungicides. However, there has been an increased development of resistance to the two main groups of fungicides, QoIs and SDHIs, due to their frequent use to control early blight. Therefore, in our study, some *Chaetomium* spp., *Trichoderma* spp. and nonpathogenic *Fusarium oxysporum* in biological control were investigated. First of all, 30 *Alternaria* isolates collected from Samsun province and its districts were subjected to pathogenicity test. Four isolates that were determined to be pathogenic were examined in in-vitro trials in terms of their potential to be used in biological control. The highest inhibition rate in isolate number 10 of *Alternaria* sp. was achieved by *Trichoderma* isolates 37 and 39 with 79.5%. Against *Alternaria* sp. isolate number 12, *Chaetomium* isolates 26, 28 and 27 showed the highest inhibition at 56.6%, 52.5% and 51.6%, respectively. By taking the two different *Alternaria* spp. isolates with the highest pathogenicity and the isolates found most effective in the dual-test, pot trials were conducted with a sensitive tomato variety H2274 cv for biological control potential and similar results were obtained with the results obtained from the dual test. It has been concluded that isolate of *Chaetomium* sp., *Trichoderma* sp. and *T. hamatum* has the potential to be used as a biological control agent against *Alternaria* spp. in tomatoes. It is thought that it would be appropriate to conduct further studies under field conditions and to molecularly identification study the species of *Alternaria*, *Chaetomium* and *Trichoderma* isolates.

Keywords: *Alternaria solani*, Dual-test, Pathogenicity, Antagonist fungi

ÖN SÖZ VE TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez aşamasında, ilgi ve desteğini esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Berna TUNALI'ya teşekkürlerimi sunarım.

Arş. Gör. Elif YILDIRIM, yüksek lisans öğrencisi Çağla Yazıcı, Yağmur Başyiğit, Neşe Dalbastı'ya ve Dr. Bayram KANSU ile bana her konuda destek olan arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Özellikle, benden ilgi ve sevgisini hiçbir zaman esirgemeyen daima yanımda olan annem, babam, abilerim ve eşime sonsuz şükranlarımı bildiririm.

Hadier ALHASHIMI

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAYI	i
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI	ii
TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
TABLolar DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Domateste Erken Yanıklık Hastalığı Üzerine Çalışmalar	4
2.2. Domateste Erken Yanıklık Hastalığının Biyolojik Mücadelesi Üzerine Yapılan Çalışmalar	6
3. MATERYAL VE YÖNTEM	16
3.1. Materyal	16
3.2. Metot	16
3.1.1. Hastalıklı Bitki Örneklerinin Toplanması	16
3.1.2. Antagonist Fungusların İncelenmesi	17
3.2.3 Laboratuvar Çalışmaları	18
3.2.3.1. İzolasyon Çalışmaları	18
3.2.3.2. İzolatların Teşhisi	18
3.2.3.3. Dual Test Denemeleri	19
3.2.3.4. <i>Alternaria</i> spp. İzolatları İle Yapılan Ön Patojenisite Çalışmaları	20
3.2.3.5. <i>Alternaria</i> spp. İzolatları İle Yapılan Patojenisite Çalışmaları	21
3.2.3.6. Antagonist Organizmalarla Yapılan Petri Denemeleri	22
3.2.3.7. Etkili Bulunan Antagonist Organizmalarla Yapılan Saksı Denemeleri	22
3.2.3.8. Moleküler teşhis çalışmaları	23
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	25
4.1. <i>Alternaria</i> spp. 'nin Belirlenmesi Çalışmaları	25
4.2. Patojenite Denemeleri	27
4.3. Antagonist İzolatlarla Dual Test Denemesi	28
4.4. <i>Alternaria</i> spp. ye karşı seçilen bazı antagonist izolatların petri yaprak denemeleriyle etkisinin belirlenmesi	30
4.5. <i>Alternaria</i> spp. ye karşı seçilen antagonist izolatlarla yapılan iklim odası denemeleri	31
4.6. İklim odası denemelerinde kullanılan <i>Alternaria</i> cinsine ait türlerin moleküler teşhisleri	33
5. SONUÇ	35
KAYNAKÇA	36
ÖZGEÇMİŞ	41

SİMGELER VE KISALTMALAR

SİMGELER

g	: Gram
cm	: Santimetre
mm	: Milimetre
dk	: Dakika
µm	: Mikrometre
mM	: Milimolar

KISALTMALAR

PDA	: Patates Dekstroz Agar
WA	: Su Agarı
SNA	: Sentetik Besi Agarı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil.1. <i>Trichoderma</i> spp. nin bitkide hastalıklara karşı etki durumu	8
Şekil 3.1. Domates bitkisi yapraklarında ve meyvesinde görülen <i>Alternaria</i> spp.'nin neden olduğu erken yanıklık hastalığı belirtisi	16
Şekil 3.2. Denemelerde kullanılan antagonist organizmalar.....	17
Şekil 3.3. Hastalıklı yaprak örneklerinin nemli hücreye alınma uygulaması.....	18
Şekil 3.4. Dual-test çalışmasında kullanılan antagonist organizmaların patojene karşı gelişme durumu	15
Şekil 3.5. <i>Alternaria</i> spp. İzolatları İle Yapılan Ön Patojenisite Çalışmaları.....	21
Şekil 3.6. Antagonist organizmalarla yapılan yaprak testi.....	22
Şekil 4.1. <i>Alternaria solani</i> izolatlarının konidilerinin mikroskoptan görünümü	25
Şekil 4.2. <i>Alternaria</i> spp. izolatlarının konidi ve konidiofor yapıları	26
Şekil4.3. Patojenite testi sonunda <i>Alternaria</i> izolatlarının domates bitkilerinde oluşturduğu belirtiler	28
Şekil 4.4. Dual-test denemesinde ortada <i>Alternaria</i> izolatu ve kenarlarda dört adet farklı izolatu PDA ortamında görünümü	29
Şekil 4.5. Petri denemelerinde antagonist organizmaların <i>Alternaria</i> spp. karşı etkisinin belirleme çalışmaları.	30
Şekil 4.6. Saksı denemeleri için spor süspansiyonu hazırlanması için <i>Chaetomium</i> sp. sporlarının fırça yardımıyla alınması.....	31
Şekil 4.7. <i>Alternaria</i> spp. nin disklerinin bitki sapına yerleştirilmesi	31
Şekil 4.8. Antagonist organizmaları <i>Alternaria</i> spp.'ye karşı biyolojik etkinliğinin belirlenmesi çalışması	32

TABLÖLER DİZİNİ

Tablo 1.1. Türkiye’de yıllara göre domates üretim, tüketim, ihracat ve ithalatı.....	2
Tablo 3.2. Çalışmada kullanılan besi ortamları ve içerikleri	19
Tablo 4.1. Antagonist fungusların 7. günde <i>Alternaria</i> spp.'yi yüzde engelleme oranları.....	29
Tablo 4.2. Antagonist organizmaların <i>Alternaria</i> spp.'ye etkisi ile ilgili saksı denemesi sonuçları	32



1. GİRİŞ

Dünya çapında insanlar tarafından tüketimi en fazla olan ve ekonomik anlamda da önemli üç sebzedenden biri olan domates (*Solanum lycopersicum*);

Alem:	Plantae
Bölüm:	Tracheophytes
Takım:	Solanales
Familya:	Solanaceae
Cins:	<i>Solanum</i> içerisinde yer alır.

Vitamin yönünden zengin olan domates, besleyici ve lezzetli olması nedeniyle dünyanın çoğu ülkesinde en fazla üretimi yapılan sebzeler arasındadır (Özbahçe ve Padem, 2007). İçerisinde çeşitli vitamin ve besin maddesi bulunduran domates bitkisi, insan beslenmesinde önemli bir yere sahip olmasının yanı sıra hastalıklara karşı da koruyucu özelliklere sahiptir. Raiola et al., (2014), meyvelerinde bulunan likopen maddesinin anti-oksidatif ve anti-kanser özelliklerinden dolayı sağlık yönünden önemli olduğunu tespit etmişlerdir. Genel olarak kullanım alanları taze, kurutulmuş ve ısıtılmış ürünler (konserve, sos, salça, ketçap vb.) şeklinde olmaktadır.

Dünya domates üretim 2020 yılı verilerine göre; Çin Halk Cumhuriyeti yaklaşık 61 milyon ton üretim ile dünyanın en büyük domates üreticisi iken, bu sıralamayı Hindistan, Amerika Birleşik Devletlerinden sonra ve yaklaşık 13 milyon ton üretim ile Türkiye 4. sırada takip etmektedir (FAO, 2020). Ülkemizde toplam sebze üretimi 31.6 milyon ton olmaktadır. Bu değerin 13.144.296 tonunu ise domates oluşturmaktadır (TÜİK, 2021). Türkiye’de en fazla üretimi yapılan bölgeler sırasıyla Akdeniz, Ege ve Marmara bölgeleridir (Tablo 1.1).

Tablo 1.1. Türkiye’de yıllara göre domates üretim, tüketim, ihracat ve ithalatı

	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18
Üretim	11.820 *	11.850	12.615	12.600	12.750
Tüketim	9.142	9.285	9.340	9.284	9.443
İthalat	11,3	9,7	10,9	10,4	11,2
İhracat	1.259	1.127	1.195	1.246	1.205
Kişi Başına Tüketim (kg)	119,2	119,5	118,6	116,3	116,9

Kaynak: TÜİK (.2020) *Türkiye Domates Verileri (bin ton)

Domates ağır killi ve kumlu topraklar dahil bütün toprak tiplerinde yetiştirilmektedir. Üretim payı büyük olan domateste verim ve kaliteyi etkileyen abiyotik faktörlerin dışında çok sayıda bakteriye, fitoplazma, virüs ve fungus biyotik faktörler içinde yer almaktadır. Bu fitopatolojik sorunların başında fungal patojenler bulunmaktadır. Özellikle de *Colletotrichum coccodes*, *Ulocladium atrum*, *Fusarium oxysporum*, *F. solani*, *Pythium* spp., *Penicillium* spp., *Phytophthora parasitica*, *P. infestans*, *Rhizoctonia solani*, *Phoma destructive*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Verticillium dahliae*, *V. albo-atrum*, *Spongospora subterranean*, *Erysiphe* spp., *Leveillula taurica*, *Botrytis cinerea*, *Stemphylium solani*, *Cladosporium fulvum*, *Cercospora* spp., *Septoria lycopersici*, *Didymella lycopersici*, *Alternaria alternata* ve *A. solani* gibi fungal patojenler domates bitkisini hastalandırarak önemli ekonomik kayıplara sebep olmaktadır (Kırbağ ve Parlak, 1996; Ozan ve Maden, 2004; Blancard, 2005; Kırbağ ve Turan, 2006; Aybak ve Kaygısız, 2007).

Alternaria solani ve *Alternaria* spp. domateste erken yanıklık meydana getiren, önemli nekrotrofik funguslardır. Bu etmenlerin neden olduğu hastalık, nem ve yağışın yüksek olduğu bölgelerde domateste görülen en yaygın hastalıkların başında yer almaktadırlar (Agrios, 2005). *Alternaria* cinsi;

Bölüm:	Ascomycota
Şube:	Pezizomycotina,
Sınıf:	Dothideomycetes
Alt sınıf:	Pleosporomycetidae
Takım:	Pleosporales
Familiya:	Pleosporaceae içerisinde yer alır.

Hastalık uygun koşullar bulduğunda yapraklar, yaprak sapı, dal ve meyvelerde gelişerek erken dönemde dal ve meyve kurumasına, yaprak dökümüne yol açarak %50-86 oranında verim düşüklüğüne neden olmaktadır (Mathur and Shekhawat, 1986). Hastalıkta ilk belirtilerin alt yapraklarda koyu kahverengi lekeler klorotik bölgeyle çevrilmiş oval veya köşeli 0.3-0.4 cm çapında nekrotik lekeler şeklinde meydana geldiği, belirtilerin alt yapraklardan üst yapraklara doğru ilerlediği, meyvelerde ise derimsi ve çökmüş kuru çürüklük meydana getirerek yaprak ve meyvelerin dökülmesine neden olduğu bildirilmiştir (Locke, 1949; Walker, 1952).

Alternaria solani ile kültürel olarak mücadele zor olduğundan, hastalığın kontrolünde genellikle kimyasal mücadele yapılabilmektedir (Herriot et al., 1986). Dolayısıyla fungal patojenlerin fungusitlere karşı dayanıklılık kazanması, çevre ve insan sağlığı açısından olumsuz etkileri olması nedeniyle hastalıkların tarla ve depo koşullarında kontrol edilmesi için alternatif mücadele yöntemleri üzerinde çalışmalar üzerinde durulmaktadır. Biyolojik mücadele alanında yapılan birçok çalışma *A. solani* patojeni üzerinde biyolojik kontrol ajanlarının önemli olduğu belirtilmiştir. Özellikle de domates yetiştirilen alanlarda önemli derecede problem oluşturan bu etmene karşı biyolojik mücadele çalışmaları hem dünya hem de ülkemiz açısından büyük önem taşımaktadır.

Yapılan bu çalışma ile ülkemizde önemli olan bir sebze olan domates bitkisinin önemli hastalıkları arasında yer alan erken yaprak yanıklığı hastalığına karşı biyolojik mücadele ajanları *Chaetomium* spp., *Trichoderma* spp. ve *Fusarium oxysporum*'un etkinliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca bu tez çalışmasından elde edilecek sonuçların konu ile ilgili çalışan diğer araştırmacılara yardımcı olması ve karşılaştırma olanağı sağlanması amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

Ülkemiz ekonomisi için önemli bir yere sahip olan domates bitkisinin verim ve kalitesini sınırlayan pek çok faktör bulunmaktadır. Bunlar arasında domates üretim alanlarında kayıplara neden olan *Alternaria* spp. topraktaki bitki artıkları üzerinde yaşar ve yeni ekilen bitkilere genellikle topraktan bulaşır. Belirtiler bitkinin her evresinde gözlenebilir. Fide döneminde kök çürüklüğü ve kök boğazı yanıklığı yapar. Sonraki dönemlerde yaprak, gövde ve meyvelerde lekeler gözlenir. Hastalığın ilk aşamasında lekeler küçük, düzensiz ve kahverengimsidir. Hastalık ilerledikçe lekeler iç içe geçmiş halka şeklini alarak 1-2 cm ye kadar büyürler ve renkleri koyu gri bir hal alır. Hastalık şiddetli olursa bütün yapraklar kuruyarak dökülebilir. Hastalık kısa zamanda bitkiyi öldürdüğü için ekonomik açıdan çok önemlidir. Hastalık için uygun gelişme koşulları 28–30°C’dir (Kadıoğlu, 2019).

2.1. Domateste Erken Yanıklık Hastalığı Üzerine Yapılan Çalışmalar

Araştırmacılar erken yanıklık hastalığını aşağıdakilerle karakterize etmektedir: enfekte yapraklarda koyu nekrotik lezyonların görünümü, genellikle yaprak damarları içinde sınırlı olan ve tipik bir konsantrik merkezli leke şeklindedir. Etkilenen yapraklar da azaltılmış fotosentetik potansiyel ve ciddi enfeksiyonlar bitkiyi olumsuz yönde etkileyip yaprak dökümüne ve verim kaybına neden olduğu bildirilmiştir (Johnson and Teng 1990; Rotem 1994; Shtienberg et al.,1996).

Dünyada domates yetiştiriciliği yapılan tüm alanlarda erken yanıklık hastalığına neden olan *Alternaria solani* önemli derecede ürün kayıplarına neden olmaktadır. Boyno et al., (2020) yaptıkları bir araştırmada, 8 endofit bakteri (EB)’nin (T2K2, T26Y1, G116S2, T13K1, V17G2, V30Y3, V38K1 ve V40K2) *A. solani*’nin neden olduğu erken yanıklık hastalığına ve domatesin morfolojik gelişim parametrelerine olan etkileri araştırılmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında EB izolatlarının in-vivo’da bitki morfolojik gelişimine ve in-vitro’da *A. solani*’ye karşı antagonistik etkilerine bakılmıştır. Bu çalışmada başarılı bulunan EB izolatları ile ikinci aşamaya geçilmiştir. Bu aşamada, seçilen EB izolatlarının *A. solani* ile enfekteli bitkilerin gelişim parametreleri ile hastalığa olan etkileri değerlendirilmiştir. EB izolatlarının hastalığı %11-53 oranında baskıladığı belirlenmiştir. In-vivo testlerde T13K1, V40K2 ve V30Y3 izolatları hastalığa karşı en etkili izolatlar

olmuştur. Ayrıca V40K2 izolatı, hastalıksız ve hastalık stresi altında bitkilerin gelişimini genel olarak arttırmıştır. Bu izolatı takiben enfektesiz bitkilerde G116S2 izolatının kök yaş ağırlığını (0.49 g), enfekteli bitkilerde ise sürgün boyunu (59.17 cm) arttırırken, T13K1 izolatı ise enfektesiz uygulamalarda sürgün yaş (3.14 g) ve kuru ağırlığını (0.34 g) arttırmıştır. Enfekteli uygulamalarda negatif kontrole göre EB izolatları, bitki gelişimini olumlu etkilerken, pozitif kontrole göre farklılık göstermiştir. Sonuç olarak, kullanılan EB izolatlarının pestisit ve sentetik gübre girdisini azaltma potansiyelinin olduğu, fakat bu etkinin patojen-endofit bakteri interaksiyonuna göre farklılık gösterebileceği belirlenmiştir.

Paul Sorauer ilk kez Avrupa'da erken yanıklığı tanımlamış ve *A. solani*'yi ağırlıklı olarak zayıf bir patojen olarak kabul etmiştir. Saprofitik yaşam tarzı ve sadece bitkileri özellikle elverişli koşullar altında enfekte ederek önemli bir hastalığa yol açabilecek bir patojen olduğunu bildirmiştir (Sorauer 1896).

Kuzey Nijerya'daki Maiduguri (Sudan Savannah) ve Mubi'deki (Kuzey Gine Savannah) domates tarlalarında, 1994 ve 1995 yılının Temmuz ve Eylül ayları arasında *A. solani*'nin neden olduğu erken yanıklığın epidemiyolojisi gözlenmiştir. Zaria-Kaduna ve Güney Nijerya'nın daha yağışlı bölgelerinin dışındaki bölge de değerlendirilmiş, bu çalışmada kullanılan 10 domates çeşidinden dördü, Raci, T1-244, T1-468 ve T1-530, erken yanıklığa karşı toleranslı olup, nispeten daha yüksek verim sağladığı bildirilmiştir. Hastalığın Kuzey Gine Savannah'ında Sudan Savannah'dakinden daha şiddetli olduğu ve yağış ve bağıl nemden güçlü bir şekilde etkilendiği açıklanmıştır. Patojen yaprak dökülmesine ve meyve enfeksiyonuna neden olmuş, çiçeklenme ve meyve verimi etkilenmiştir. Meyve enfeksiyonu seviyeleri en yüksek Raci, T1-244 ve Dandino'da olup iki ekolojik bölgede de *A. solani* enfeksiyonunun genel etkileri, verim ve meyve kalitesinin düşmesi şeklinde belirlenmiştir (Gwary and Nahunnaro, 1998).

Bir başka çalışmada erken yanıklık (EB), *Alternaria linariae* (*A. solani* ve *A. domatesphila* dahil) ve *A. alternata* dahil olmak üzere *Alternaria* sp. nin çeşitli türlerinin neden olduğu önemli bir domates hastalığı olarak bildirilmiştir. *Alternaria* sp. nin yalnızca aseksüel olarak çoğaldığı bilinmektedir, ancak yüksek derecede etkili bir izolatın, mevcut direnç genlerinin üstesinden gelme potansiyeli bulunduğu bildirilmektedir. Yabani domates türlerinde dayanıklılık kaynakları tespit edilmiş, ancak EB direncinin poligenik kalıtımı, kültüre alınan türlerde yetersiz direnç ve EB

direncinin istenmeyen bahçecilik özellikleriyle ilişkili olması, domateste EB direncinin etkili olarak kullanılmasını engellediği bildirilmiştir. *Solanum habrochaites*, *Solanum arcanum* ve *S. pimpinellifolium* dahil olmak üzere farklı yabani türlerden türetilen popülasyonlarda EB direnci veren birkaç kantitatif özellik lokusu (QTL) tespit edilmiştir, ancak bunların hiçbiri düşük bireysel QTL etkileri nedeniyle EB direnci ıslahında kullanılamamaktadır. Ek faydalı direnç kaynaklarını belirlemek, dirençli QTL'leri işaretleyici destekli seçime (MAS: ilgilenilen bir özelliğe (örneğin üretkenlik, hastalık direnci, abiyotik) bağlı bir işarete (morfolojik, biyokimyasal veya DNA/RNA varyasyonu) dayalı olarak ilgilenilen bir özelliğin seçildiği dolaylı bir seçim süreci olduğu, bu yolu üreme hatlarına dahil etmek ve yüksek verim potansiyeli ve erken olgunluk dahil olmak üzere arzu edilen bahçecilik özelliklerine sahip dayanıklı çeşitler geliştirmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu ifade edilmiştir (Adhikari et al.,2017).

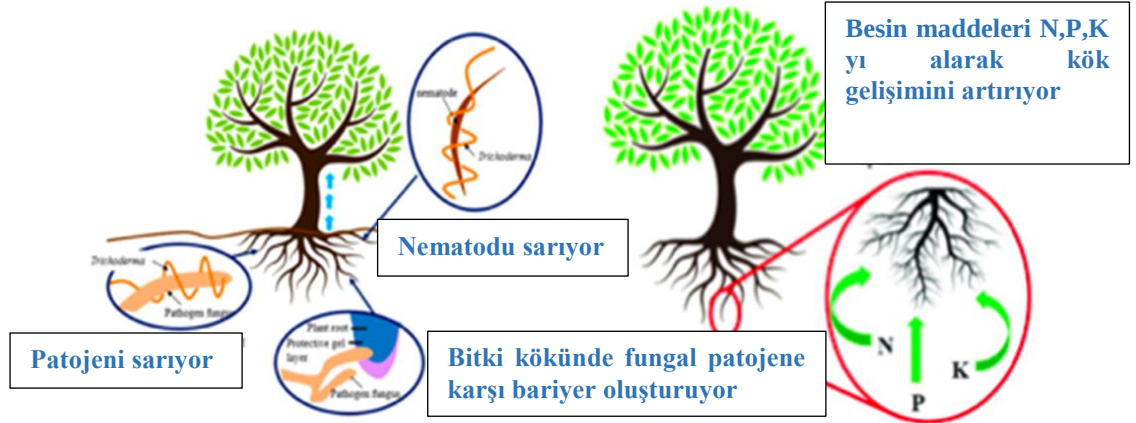
2.2. Domateste Erken Yanıklık Hastalığının Biyolojik Mücadelesi Üzerine Yapılan Çalışmalar

Ünal, (2010) yaptığı çalışmada, organik tarla domatesi yetiştiriciliğinde sorun olan *A. alternata* (Fr.) Keissler'a karşı klasik mücadele ve tahmin-uyarı yönteminden yararlanarak biyolojik ve kimyasal bazı preparatların etkinliklerini saptamak amacıyla ele alınmıştır. Çalışma Manisa ilinde, 2009 ve 2010 üretim sezonunda Rapunzel firması ile sözleşmeli organik domates yetiştiriciliği yapan dört üretici tarlasında yürütülmüştür. Denemelerde bakır hidroksit (Champion WP), *Bacillus subtilis* (Serenade SC), potasyum bikarbonat (Armcarb) ve *Reynoutria sachalinensis* ekstraktı (Regalia) kullanılmıştır. Tahmin-uyarı yönteminde Tom-Cast modeli kullanılmıştır. Klasik ilaçlama programına göre deneme tarlalarında toplam altı veya yedi ilaçlama yapılırken, Tom-Cast tahmin ve uyarı sistemine göre toplam iki veya üç ilaçlama yapılmıştır. 2009 ve 2010 yıllarına ait hastalık şiddeti indeksi değerlendirildiğinde, 2009 yılında her iki üreticide, 2010 yılında da ikinci üreticide klasik ile Tom-Cast ilaçlama programları arasında istatistiki bir fark olmadığı görülmüştür. Hastalık şiddeti indeksi açısından değerlendirildiğinde, her iki yılda da üretici tarlalarında fungisit uygulamaları hiç uygulama yapılmayan kontrole göre istatistiki olarak farklı bulunmuştur. En yüksek etki 2009 yılında bakır hidroksit uygulamalarından (%27.5 ve %39.4) elde edilmiştir. 2010 yılında en yüksek etki bir üreticide *R. sachalinensis* (%45.91) uygulamasından alınmış, bunu %43.54 ile bakır

hidroksit, %42.95 ile *B. subtilis*, %40.87 ile potasyum bikarbonat uygulamaları izlemiştir. Buna karşın ikinci üreticide 2010 yılında fungisit uygulamaları *B. subtilis*, *R. sachalinensis*, bakır hidroksit ve potasyum bikarbonat için sırasıyla %50.99, %50.59, %47.02 ve %44.38 bulunmuştur. Verim değerleri açısından ise bir üretici hariç klasik ilaçlama ile Tom-Cast ilaçlama programları arasında istatistiki bir fark olmadığı görülmüştür. Her iki yılda da ikinci üreticilerde uygulamalara ait verim değerleri kontrolden farklı bulunduğu bildirilmiştir.

Farklı bir çalışmada erken yanıklık hastalığına karşı beş bitki özü kullanılmıştır; *Azadirachta indica* (neem), *Allium sativum* (sarımsak), *Parthenium hysterophorus* (kongre otu), *Datura stramonium* (yabani havuç) ve *Eucalyptus camaldulensis* (sıtma ağacı) bu hastalığa karşı uygulanmıştır. Deney tamamen rastgele tasarımla bitki özleri kullanılarak üç tekerrürlü olarak yapılmıştır. *A. solani*'nin misel büyümesi ve inhibisyon yüzdesi, uygulamadan 3, 5 ve 7 gün sonra kaydedilmiştir. Test edilen tüm bitki özleri, kontrol ile karşılaştırıldığında patojenin misel büyümesini önemli ölçüde engellediği ortaya konulmuştur. Bununla birlikte, test edilen beş bitki özü içerisinde *A. indica* (%69.65), diğerlerine göre önemli ölçüde etkili bulunmuş, bunu *A. sativum* (%66.15), *P. hysterophorus* (%59.94) ve *D. stramonium* 'un (%49.46) izlediği bildirilmiştir. En az engelleme, *E. camaldulensis*'te (%49.31) gözlemlenmiştir. Genel sonuçlar, test edilen tüm *A. indica* konsantrasyonlarının domatesin erken yanıklığını kontrol etmek için önemli ölçüde etkili olduğu yönündedir (El-Tanany et al., 2018).

Trichoderma sp.'nin antagonistik aktivitesi. farklı bitki patojenlerine karşı, antibiyoz, mikoparazitizm ve besinler ve alan için rekabet dahil olmak üzere farklı etki mekanizmaları yoluyla gerçekleştiği bildirilmiştir (Ghazanfar et al, 2018) (Şekil 1).



Şekil.1. *Trichoderma* spp. nin bitkide hastalıklara karşı etki durumu (Siemering, 2016).

Başka bir çalışmada domates filosferinden izole edilen bitki özleri ve saprofit funguslar, sera ve tarla koşullarında domatesin erken yanıklık etmeni *A. solani*'ye karşı değerlendirilmiştir. Simptomların ortaya çıkmasından hemen sonra *Clerodendron* yaprak özütünün el spreysi ile (%15) veya denemeden 24 saat önce *Trichoderma viride* (10^7 CFU ml⁻¹)'nin el spreysi ile, inokulasyonunun, sera koşulları altında başlangıçtaki hastalığı azaltmada etkili olduğu bulunmuştur. Saha çalışmaları kapsamında, üç püskürtme yapılarak mancozeb (2000 ppm) ile hastalığın etkin kontrolü yapıldığı kaydedilmiştir. Bununla birlikte, başlangıçta *Clerodendron* yaprak özütü (%15) veya *T. viride* (10^7 CFU ml⁻¹) ve ardından iki mancozeb uygulaması ile hastalık şiddetinin önemli ölçüde azaltılabileceği gözlenmiştir (Varma et al., 2008).

Diğer bir çalışmada doğal bileşiklerin kimyasal fungusitlere alternatif veya tamamlayıcı olarak kullanılması yararlı olacağı düşünülmüştür. Biyolojik uyarıcıların domates bitkisi büyümesini, verimini iyileştirme ve erken yanıklık hastalığından korunmayı indüklemeye üzerindeki potansiyelini değerlendirmek için tarla koşullarında ve doğal istila altında yetiştirilen domates bitkileri için birkaç doğal bileşik denenmiştir. Yapraklara kitosan (Chit), hümitik asit (HA), deniz yosunu özü (SE) ve tiamin (Thi) uygulamasının, domates bitkilerinde erken dönem yanıklık hastalık yoğunluğunu azaltmada etkili olduğu kanıtlanmıştır. Test edilen tüm biyostimülanların, özellikle tiamin, domates büyüme parametrelerini (sürgün uzunluğu, bitki başına dal ve yaprak sayısı, sürgün taze ve kuru ağırlığı ve bitki başına yaprak alanı) önemli ölçüde arttırdığı belirlenmiştir. Toplam karbonhidrat içeriğinin yanı sıra domates verimi de artmıştır. Sonuç olarak, 50 mg L⁻¹'de Thi ve

500 mg L⁻¹'de SE nin tarlada domateste erken dönem yanıklık hastalığını kontrol etmek, büyüme ve verimini artırmak için önerilebileceği bildirilmiştir (Sathiyabama et al., 2014).

Neem (*Azadiracta indica*) yaprağı ekstraktının, domates bitkilerinde erken yanıklığın nedensel ajanları olan *A. solani*'ye etkisi araştırılmıştır. Sulu neem ekstraktının konsantrasyonları (%5, 10 ve 20) her iki patojenik fungusun misel büyümesini baskıladığı ve baskılama derecesi artan konsantrasyonla kademeli olarak arttığı bulunmuştur. Domates bitkilerine püskürtülen %20 sulu neem yaprağı ekstresi konsantrasyonu, *Alternaria* erken yanıklık yüzdesini iki hafta sonra %53.2'den %42.5'e ve 4 hafta sonra %100'den %79.2'ye düşürdü. Püskürtme ile aynı ekstraktla sulama, *Alternaria* erken yanıklığı oranını 2 hafta sonra %26.8' den %11.4'e ve 4 hafta sonra %61.7'den %17.9'a düşürdüğü (4 hafta sonra kontrolde hastalık oranı %43.71) bildirilmiştir (Jabaeen et al., 2013).

Multan, Bahauddin Zakariya Üniversitesi, sebze alanında yetiştirilen domateslerden toplanan *A. solani* izolatu farklı sıcaklık aralığına, pH seviyelerine, ışık yoğunluğuna ve büyüme ortamına (in vitro) tabi tutulmuştur. *A. solani*'nin sürekli ışık koşulu altında (9.00 cm), 6.5 pH'da (8.34 cm) ve 25°C'de PDA ortamında (7.50 cm) maksimum gelişme gösterdiği görülmüştür. PDA ortamında pigmentasyon kremsi sarı, kahverengi siyahtan yağlı kahverengiye kadar değişmektedir. Erken yanıklık hastalığına karşı altı domates çeşidinde çeşit reaksiyonu denemesi yapılmıştır. Hiçbir çeşit dayanıklı bulunmamıştır. Şiddetle ilgili olarak, altı domates çeşidinden Romanlar'da maksimum (%70.5) duyarlılık gösterirken, Nagina'da en az (%29.38) duyarlılık göstermiştir. 1 g/L, 2 g/L ve 3 g/L konsantrasyonda üç fungusitin (Topsin M, Bavisin ve Ridomil Gold MZ) ve iki biyolojik mücadele ajanının (*Trichoderma harzianum* ve *T. viridae*) *A. solani*'ye karşı etkinliği değerlendirilmiştir. In vitro deneyde Ridomil Gold MZ, 2 g/L'de *A. solani*'yi (%47.06) inhibe ederken, 3 g/L konsantrasyonunda Topsin M kontrole kıyasla daha etkiliyi bulunmuştur (%64.71). Her iki biyoajan karşılaştırıldığında inhibisyon yüzdesi (%67.78) *T. harzianum*'da kaydedilirken *T. viride* nin daha az inhibisyon (%59.63) gösterdiği bildirilmiştir. Serada, kontrol bitkilerle karşılaştırıldığında, sırasıyla 3 g/L ve 10⁸ konidi/ml konsantrasyonda Topsin M ve *T. harzianum*'un yapraktan uygulamaları ile domatesin erken yanıklık hastalığını önemli ölçüde azalttığı belirlenmiştir (Raza et al., 2016).

Domates erken yanıklık patojeninin (*A. solani*) yönetimi, esas olarak sentetik fungusit uygulanmasına dayanmaktadır. Biyolojik mücadele ajanlarının kullanımı, bitki hastalıklarının mücadelesinde sentetik kimyasallara uygun bir seçenek olarak kabul edilmiştir. Bu çalışma ile *Pseudomonas fluorescens*, *P. aeruginosa*, *P. putida* ve *P. cepacia*'nın domates erken yanıklık patojeni üzerindeki etkilerini değerlendirmiş ve *A. solani* ile enfekte olmuş domates bitkilerinin verim bileşenleri ve verimleri üzerindeki etkinliklerini araştırılmıştır. Fide olarak yetiştirilen domates tohumları, üç hafta sonra tarlaya nakledilmiştir. Üç haftalık domates fidelerinin kökleri tarlaya şaşırtmadan önce *Pseudomonas* spp. çözeltilerine daldırılarak uygulama yapılmıştır. *P. fluorescens*, *P. aeruginosa*, *P. putida*, *P. cepacia* ve kontrol için hazırlanan deneme parsellerinde biyolojik mücadele çalışmaları yürütülmüştür. Deneme sonucunda, hastalık şiddeti, bitki boyu, gövde çevresi, bitkideki meyve sayısı, meyve uzunluğu ve meyve ağırlığı ile ilgili veriler toplanmıştır. Kontrol parselindeki domates bitkileri, ($p<0.05$)'e göre önemli düzeyde daha yüksek hastalık şiddeti göstermiş (%52.0) *P. fluorescens*, *P. putida* ve *P. cepacia* ile muamele edilen domates bitkilerinde erken yanıklığın şiddeti açısından önemli bir fark bulunmamıştır. *P. aeruginosa* ile muamele edilen domates bitkileri, diğer tüm muamelelerden önemli ölçüde ($p<0.05$) daha yüksek bitki boyuna (39.0 cm) ulaşmıştır. Ayrıca, *P. fluorescens*, *P. aeruginosa*, *P. putida* ve *P. cepacia* ile muamele edilen domates bitkilerinin meyve ağırlıklarında önemli bir fark bulunmadığı da bildirilmiştir. Kontrol parsellerindeki domates bitkilerinin, daha düşük meyve ağırlığına (69.5 g) sahip olduğu bulunmuştur. Bu çalışmanın bulguları, *Pseudomonas* türleri ile *A. solani*'nin biyolojik mücadelesinin umut verici bir yaklaşım olduğunu göstermiştir. Bu çalışmada kullanılan *Pseudomonas* spp., erken yanıklık hastalığının yönetimi için etkili ve çevre dostu bir uygulama olduğundan formülasyon geliştirme çalışmalarına temel bir kaynak olarak kullanılabilir (Jozeph et al., 2017).

Mevcut antifungal ajanlardan oluşan küçük havuza uygun yeni ajanlar ilave edilmesi çağdaş tarım için yaşamsal bir görevdir. Bu nedenle, şu anda kullanılan fungusitlere dirençli patojenleri baskılayabilen çevre dostu ve etkili ajanları ortaya çıkarmak için dünya çapında yoğun araştırmalar yapılmıştır. Burada, patojenik *A. alternata* izolatları ile enfekte olmuş domates bitkilerinde erken yanıklık semptomlarını kontrol etmede borik asit (BA) ve türevi fenilboronik asidin (PBA)

aktivitesini test edilmiştir. Test edilen bitkilerin yapraklarındaki lezyonların görünümünü ve yoğunluğunu takip ederek ve ayrıca bitki sağlığını yansıtan seçilmiş dört fizyolojik faktörü ölçerek, hem BA hem de PBA'nın fungus enfeksiyonu üzerinde profilaktik etki gösterdiği anlaşılmıştır. Bunu, erken yanıklık semptomlarının miktarını ve şiddetini azaltarak ve ayrıca fungus inokulumundan ileri gelen bitkinin fizyolojik özelliklerinin bozulmasını önleyerek yapmışlardır. Fenilboronik asit, *A. alternata* enfeksiyonunun etkisini baskılamada daha etkili bulunmuştur. Bu nedenle, hem oldukça etkili hem de çevre dostu oldukları için BA'nın ve hatta daha çok PBA'nın domates bitkilerinde erken yanıklığı kontrol etmek için uygun ajanlar olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır (Martinko et al., 2022).

Kiraz domates (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiformae* (Dunel) A. Gray), domatesin kültürü yapılan bir alt türüdür. Fungal hastalıklar arasında kiraz domateste bitki büyümesinin tüm aşamalarında erken yanıklığın neden olan *A. solani* (EII ve Martin) (Jones ve Grout) önemli bir sorun oluşturmaktadır. Deneyde biyokontrol ajanlarının *A. solani*'ye karşı patojenin büyümesini engellemek için in vitro koşullarda denendiği ve tüm antagonist organizmaların etkili olduğu bildirilmiştir. Maksimum inhibisyon diğer tüm biyoajanlara göre en fazla *T. harzianum* (%85,13) ve *T. viride* (%80,67) tarafından gösterilmiştir. Sonraki en iyi biyoajanın, *P. fluorescens* (%72,87) olduğu da tespit edilmiştir (Naik et al., 2020).

Yapılan bir çalışmada, dört kimyasal indükleyici, yani oksalik asit, salisilik asit, kobalt sülfat ve dipotasyum hidrojen fosfat; sekiz *Trichoderma* izolatu ve dört bakteriyel biyoajan, *Bacillus megaterium*, *B. subtilis*, *P. fluorescens*, *Serratia marcescens*, *A. solani*'nin neden olduğu domatesin erken dönem yanıklık hastalıklarına karşı denenmiştir. In vitro, test edilen tüm biyoajanlar ve kimyasallar *A. solani*'nin büyümesinde önemli azalmaya neden olmuştur. En yüksek azalmaya *T. viride* neden olmuş, bunu sırasıyla *T. hamatum* izlemiştir. *P. fluorescens* ve *B. subtilis*, *A. solani*'nin büyümesini azaltmada en iyi antagonistik bakteriler iken, 10 mM dozunda salisilik asit, *A. solani*'nin doğrusal büyümesini tamamen engellemiştir. Sera koşulları altında, *A. solani* ile aşılama öncesi test edilen antagonist biyoajanlarından herhangi birinin domates bitkilerine püskürtülmesi, hastalıklı kontrol bitkilerine kıyasla erken yanıklık hastalığının şiddetini ve ayrıca sürgünlerin ve köklerin taze ve kuru ağırlığını arttırdığı bildirilmiştir. *T. viride* ve *T.*

hamatum, hastalık ile mücadelede en etkili funguslar olmuş, bunu *P. fluorescens* ve *B. subtilis* izlemiştir. Salisilik asit ile muamele edilen domates bitkilerinde, kontrol uygulamasına kıyasla en düşük hastalık şiddetinin yanı sıra sürgünlerin ve köklerin taze ve kuru ağırlıklarında artış kaydetmiştir. Tarla koşulları altında, *T. viride*, *T. hamatum* ve *T. lignorum*as fungal biyoajanları ile *P. fluorescens* ve *B. subtilis* bakteriyel biyoajanlarının yanı sıra salisilik asit, erken yanıklık hastalığının şiddetini azaltmak ve kontrol ile karşılaştırıldığında domates verimini artırmak için en etkili olanlardır. Test edilen tüm kimyasal indükleyiciler ve biyoajan uygulamaları, domates bitkilerinde fenol ve flavonoid içeriğini arttırmıştır. Ayrıca biyoajanlar ve kimyasal indükleyicilerin kullanılması, patojen enfeksiyonuna karşı bitki savunma mekanizmalarında önemli rol oynayan peroksidaz, polifenol oksidaz ve kitinaz enzimlerinin aktivitelerinde önemli bir artışa neden olduğu ortaya konulmuştur (Mathur et al., 1986)

Domates rizosferinden patojenik olmayan *Fusarium oxysporum* endofitleri, *Fusarium solgunluğunu* azaltma yeteneği açısından değerlendirilmiştir. Domates, yeşil fasulye ve kabak hastalıklı bitkilerden izolasyon, aşağıdakilerden bir veya daha fazlasının birlikteliğini ortaya çıkarmış, fungus türlerinden, *Alternaria tenuis*, *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *A. tamarii*, *Cephalosporium maydis*, *Fusarium moniliforme*, *F.oxysporum*, *F. solani*, *Penicillium spp.*, *Rhizoctonia solani* ve *Sclerotium rolfsii* belirlenmiştir. Domates, yeşil mercimek ve kabak bitkilerindeki *F. oxysporum*'un bitkileri az veya çok hastalandırdığı bulunmuştur. Domates bitkileri, *F. oxysporum* (F.o-T2) izolatının saldırısına karşı oldukça savunmasız olmuş ve çıkış öncesi %57.50, çıkış sonrası %61.60 ve gelişme döneminde %72.50 ölümlere yol açmıştır, *F. oxysporum* (F.o-T5) izolatı ile muamele edilen bitkilerin vasküler hastalık belirtileri göstermediği ve kontrol bitkileri olarak normal bir şekilde geliştiği gözlenmiştir. Bitki patojenlerinin dört fungal izolatına karşı *F. oxysporum* izolatının (F.o-T5) patojenik olmayan izolatı yüksek oranda F.o-T2'nin patojenik izolatına karşı antagonist olarak etki göstermiştir. Hem patojenik hem de patojenik olmayan *F. oxysporum* izolatları ile aşılanmış toprakta yetiştirilen domates fidesi, patojenik olmayan izolat F.o-T5, ile muamele edildiğinde hastalığı kontrol etmede etkili olmuştur. Patojenle istila edilmiş toprakta patojenik olmayan *F. oxysporum* (F.o-T5) tarafından %80'den %28'e (%65,0 azalma) önemli ölçüde hastalık şiddeti azaltılmıştır Bu nedenle, patojenik olmayan *F. oxysporum*'un sera bitkilerinde

Fusarium kök çürüklüğü hastalığının entegre yönetimi için çok iyi bir ajan olduğu ortaya konulmuştur (Araujo et al., 2020).

Patojenik *F. oxysporum*'un alt türlerinin bitkideki kolonizasyonu başarılı olmaktadır (Benhamou ve Grand 2001; Garibaldi et al., 1987; He et al., 2002; Joshi et al., 2013; Larkin and Fravel 1999; Minuto et al., 1995; Reid et al., 2002; Silva and Wagner, 2005). *F. oxysporum*, öncelikle ekonomik açıdan önemli bitki hastalıklarına yol açması nedeniyle çalışılmış olsa da, dağılımı ve ekolojik faaliyetleri çok daha çeşitli bir durumu yansıtmaktadır. Örneğin, *F. oxysporum* kültür bitkilerinin hastalık belirtisi göstermeyen köklerinden yaygın olarak izole edilen fungusların arasındadır. Tipik olarak, bu şekilde elde edilen izolatların, geri kazanıldıkları bitki türleri üzerinde patojenik olmadıkları görülmektedir. Hastalığa neden olamamasalar da, *F. oxysporum*'un patojenik olmayan suşları, kök korteksine agresif olarak kolonize olmaktadır. Bu tür suşların solgunluk hastalığına neden olmamaları, muhtemelen ya vasküler dokulara girememelerinden ya da enfeksiyonu lokalize eden konukçunun hızlı tepki vermesinden kaynaklanmaktadır (Gao et al., 1995). Patojenik olmayan suşlar da üründe kolonileşme yeteneğine sahiptir. Ancak patojenik olmayan *Fusarium* türleri içinde çoğunlukla kök yüzeyinde veya dış kökte kolonize olan türlerin dokularda herhangi bir hücre hasarına yol açmadan bitkide köklerde bulunduğu bildirilmiştir (Benhamou and Theriault, 1992).

Chaetomium ile *Alternaria* arasındaki antagonizme ilişkin oldukça sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bunlardan biri de Basra'da yapılan bir çalışmadır. Çalışma *A. alternata*'nın neden olduğu domates erken yaprak lekesini kontrol etmek için *Chaetomium globosum*, *Aspergillus niger* ve *Penicillium* spp'nin ikili kültürleri patojenik fungus *A. alternata*'ya karşı yüksek bir antagonistik aktiviteye sahip olduğunu göstermiştir. Sera deneyinin sonuçları, hastalık şiddetinin, kontrol uygulamasındaki *A. alternata*'nın neden olduğu hastalığın %45'e şiddetinde olmasıyla antagonist uygulamaların %23.2-27 domates bitkilerinde hastalık şiddetinin azalttığını göstermiştir. Ayrıca *C. globosum*'un uygulandığında bitki verimi üzerinde olumlu etkisi olduğu gösterilmiştir (Fayyadh and Yousif 2019). Ayrıca, *C. globosum*'un geniş bir yelpazede sistemik direnci indüklediği bitkilerin farklı patojenik fungus, bakteri ve virüslere karşı mücadelesi bazı çalışmalarla gösterilmiştir (Vilavong and Soyong 2016; Soyong et al., 2001).

Bitki hastalığı kontrolü için *Chaetomium* türlerinin birçok bitki patojenini antagonist etkisi olduğu rapor edilmiştir. Tayland, Laos, Vietnam, Kamboçya ve Çin'de bitki hastalıklarının kontrolü için Ketomium® mikofungisit olarak tescil edilen ve Uluslararası Kod: AO 1 N 25/12 No. 6266'yı keşfeden ve patentini alan *Chaetomium* türünden yeni bir geniş spektrumlu biyolojik fungisittir. Entegre bitki hastalığı kontrolünü uygulamak için *Chaetomium* biyofungisit ve biyostimülanlar uygulanır. Bitki hastalıklarının kontrolünde ve bitki büyümesinin teşvik edilmesinde koruyucu ve iyileştirici etkiler göstermiştir.

Chaetomium izolatları, çeltik yanıklığına (*Magnaporthe oryzae*), biber kök boğazı çürüklüğü (*Piper nigrum* L.) (*Phytophthora palmivora*), narenciye çürüklüğüne (*Phytophthora parasitica*) karşı uzun vadeli koruma için entegre kültürel kontrol ile istila edilmiş topraklara başarıyla uygulanmıştır. *Chaetomium* spp.'nin aktif suşları, *Phytophthora cactorum*'un neden olduğu çilekteki çürüme, domates solgunluğu (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*), mısırın bazal çürüklüğü (*Sclerotium rolfsii*) ve antraknoz (*Colletotrichum* spp.) vb. hastalıklarına karşı kullanılmıştır (Song et al., 2020).

Chaetomium globosum, *C. cupreum*, *C. elatum*, *C. cochliodes*, *C. brasiliense*, *C. lucknowense*, *C. longirostre* ve *C. siamense* çeşitli yeni bileşikler keşfedilmiştir. Bu yeni bileşikler sadece insan patojenlerini (anti-sıtma, anti-tüberküloz, anti-kanser hücre hatları ve anti-*Candida albicans* vb) değil, aynı zamanda bitki patojenlerini de içerir. Bu aktif doğal ürünler, farklı *Chaetomium* spp. yeni bir keşif olarak aktif metabolitlerden biyobozunur nanopartiküller olacak şekilde daha da geliştirilmiştir. Bitki bağışıklığını uyarmak için kullanılan bilimsel araştırmaların, yani bitkilerde fitoaleksin üretimi yoluyla bağışıklığı uyarmak için mikrobiyal bozunabilir nano-elisitörler, örn. domatesin *Fusarium* solgunluğuna karşı alfa-tomaline, kırmızı biber antraknoza karşı kapsidiol, çeltik yanıklığına karşı sakuranitin ve domatesin orizaleksin B üretmesi için teşvik edilmesi hastalıklarla mücadelede önemli bir durumdur. Sonuç olarak *Chaetomium*'un üretilmesini teşvik ettiği toksik maddeler nedeniyle *Chaetomium*, kimyasal fungisitler yerine biofungisit olarak uygulanabilir (Soytong et al. 2020).

Chaetomium globosum, özellikle bitkilerde şimdiye kadarki en yaygın ve en kozmopolit fungustur. Bitki kalıntıları, tohumlar, kompost kağıdı ve diğer selülozik substratlarda bulunurlar (Domsch ve ark. 2007). Bu fungus selülozik parçalama

kabiliyetine sahip olup organik materyallerde, rizosfer ve fillosferde saprofit olarak yaşıyan en yaygın türlerden biridir (Ashwini, 2019).

Birçok deneme ve çalışmada çeşitli araştırmacılar tarafından ortaya çıkarılan *C. globosum* bitki büyüme destekleyicisi olarak kullanılmış ve yüksek verim elde edildiği bildirilmiştir. *Chaetomium globosum*'un tarla koşullarında, ekinlerde; pektinolitik enzimler, poligalakturonat, transeliminaz, pektin, trans-eliminaz, yanında, poligalakturonaz, pektin metil esteraz, protopektinaz, ksilanaz ve selüloolitik (C ve C) 1 ksenzimler ve biyolojik olarak çeşitli chaetoglobosin A, Chaetomium B, C, D, Q, R, T, chaetomin, chaetocin gibi aktif maddeler, chaetochalasin A, chaetoviridins A ve C ürettiği bildirilmiştir (Ashwini, 2019).



3.MATERYAL VE YÖNTEM

3.1.Materyal

Samsun İli Bafra, Atakum ve Çarşamba ilçeleri domates ekim alanlardaki erken yanıklık belirtisi gösteren domates bitkilerden elde edilen *Alternaria* izolatları bu çalışmanın ana materyalini oluşturmaktadır. *Chaetomium* spp., *Trichoderma* spp. ve non-patojenik *F. oxysporum* izolatları OMÜ, Ziraat Fakültesi, Mikoloji Laboratuvarı kültür koleksiyonundan alınmıştır.

3.2.Metot

3.2.1.Hastalıklı Bitki Örneklerinin Toplaması

Samsun ilinde domates üretiminin en fazla olduğu ilçe ve köyler belirlenmiş ve hastalıklı bitki örnekleri bu alanlardan alınmıştır. Erken yanıklık ile enfekteli örnek toplamak için Bafra ve Atakum ilçeleri ve köylerindeki tarlalarda, köşegenler doğrultusunda her 10 adımda bir durulmuş ve hastalıklı domates bitkilerinden yaprak bölgesinden örnekler alınmıştır Her tarladan yalnızca hastalık belirtisi gösteren üçer bitki örneği alınmıştır.

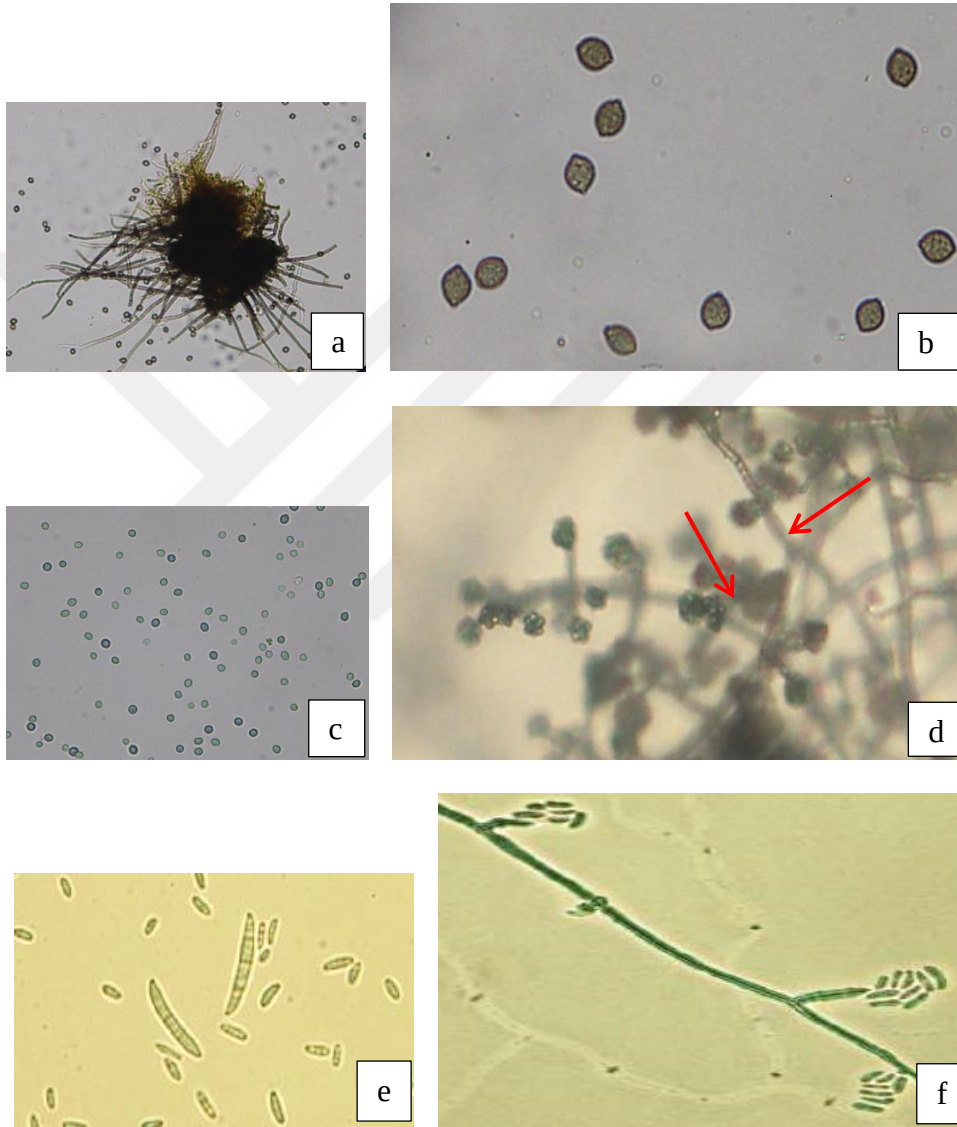
Bu çalışmada; Bafra'dan 10 araziden 30, Atakum'dan 5 araziden 15 olmak üzere toplamada 15 araziden 45 hastalıklı domates bitkisinden bitki yaprağı toplanmıştır (Şekil 3.1). Tarlalardan alınan hastalıklı domates bitkileri plastik torbalar içerisine konulup, etiketlenerek laboratuvara getirilmiştir.



Şekil 3.1. Domates bitkisi yapraklarında ve meyvesinde görülen *Alternaria* spp'nin neden olduğu erken yanıklık hastalığı belirtisi

3.2.2. Antagonist Fungusların Belirlenmesi

Bu materyal için domates, biber ve buğday alanlarından rizosfer alınan toprak örneklerinden elde edilen ve daha önce üzerinde çalışma yapılmayan *Chaetomium* spp., *Trichoderma* spp. ve *F. oxysporum* izolatları ele alınmıştır. Denemelerde 5 *Trichoderma* spp., 22 *Chaetomium* spp. ve 2 *F. oxysporum* izolatu kullanılmıştır (Şekil 3.2).

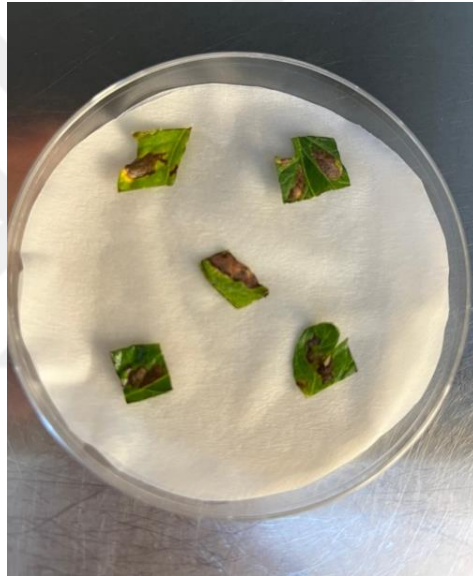


Şekil.3.2. Denemelerde kullanılan antagonist organizmalar a-b.*Chaetomium* sp. peritesi, askosporları c-d. *Trichoderma* sp. konidi ve konidi başçıkları, e-f: *Fusarium oxysporum* mikro ve makro konidileri ve mikrokonidi başçıkları

3.2.3.Laboratuvar Çalışmaları

3.2.3.1. İzolasyon Çalışmaları

Hastalık simptomsu görülen bitki örnekleri musluk suyu altında yıkandıktan sonra, hastalıklı ve sağlıklı kısımları içeren parçalar kesilmiş ve yüzeysel dezenfeksiyon için önce %2'lik NaOCl içinde 3 dakika tutulmuştur. Daha sonra steril sudan geçirilmiş ve örnekler steril kurutma kağıtları üzerinde steril kabinde kurutulmuştur (Şekil 3.2). Steril kurutma kağıtları steril su ile ıslatılarak, üzerine 5-6 mm büyüklüğünde kesilen hastalıklı yaprak parçaları konulmuştur. Örnekler, 1-2 gün $25\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de 12 saat aydınlık, 12 saat karanlık periyotlarda inkübasyona bırakılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.3. Hastalıklı yaprak örneklerinin nemli hücreye alınma uygulaması

3.2.3.2.İzolatların Teşhisi

Nemli hücreye alınan hastalıklı bitki yaprak örneklerinin inkübasyonundan 48 saat sonra yapraklar incelenerek fungusun gelişen konidilerinden bir selefon bant yardımıyla alınıp PDA ortamına aktarılmıştır 6-7 gün $25\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de 12 saat aydınlık, 12 saat karanlık periyotlarda fungus kültürleri inkübasyona bırakılmıştır. Gelişen izolatlardan öze ile alınan bir parça 1 ml steril saf su bulunan ependorf tüpe konulmuş ve vortexte çalkalanıp 300 µl si bir mikropipet yardımıyla çekilerek hazırlanan %2 lik su agarına (SA) yayılmış ve inkübatörde 45 derece açı ile tutulmuştur (Çizelge 3.2). Petriler 24 saat sonra mikroskopta incelenmiştir. Çimlenen

tek sporlar bir bistüri yardımıyla alınarak PDA besisi yerine aşılanıp 7 gün süreyle geliştirilmiştir. Gelişen kültürler eğik agar tüplerine aşılanarak geliştikten sonra buzdolabına +4°C'ye de kullanılabilecek kadar muhafaza edilmiştir. Tek sporları alınan ve PDA ortamında geliştirilen tüm isolatlar patojenite testinde kullanılmıştır.

Çizelge 3.2. Çalışmada kullanılan besiy ortamları ve içerikleri

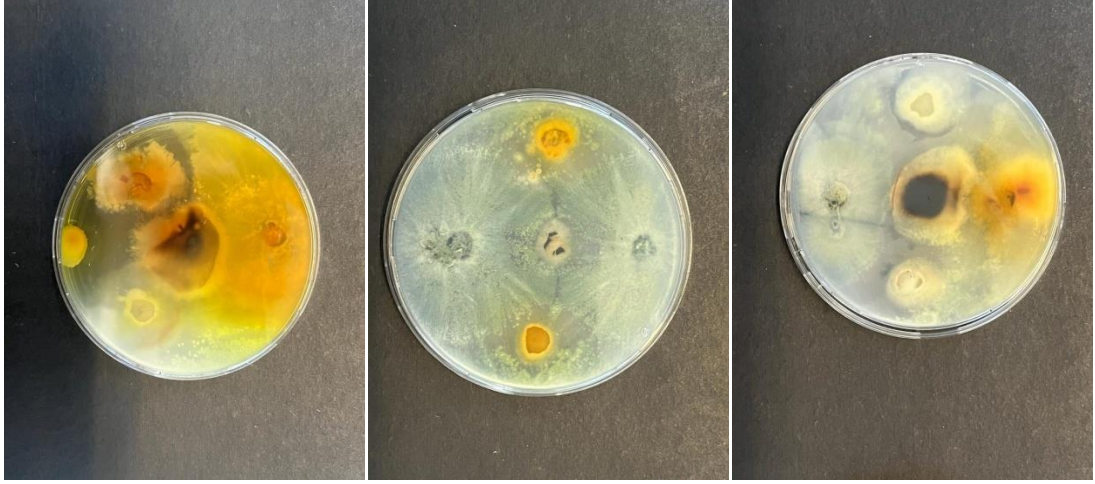
Besi ortamının adı		İçeriği	Miktarı	Antibiyotik adı	Miktarı
PDA	Patates dekstrozu Agar (PDA)	PDA	39g	Streptomisin sülfat	0,05 g/L
SA	Su Agar (SA)	Agar-agar	20 g	-	-

Hastalıklı bitki örneklerinden izole edilerek, tek spor izolasyonu yapılan *Alternaria* isolatları tür teşhislerinin yapılması amacıyla sentetik besiy agarı (SNA) ortamına aktarılmış ve gelişmeleri için yakın ultra viyole + gün ışığı floresan bulunan ışıklı inkübatörde 12 saat ışık, 12 saat karanlıkta 25±1°C'de inkübasyona bırakılmıştır.

İnkübatörde 4-5 gün süreyle geliştirilen kültürlerden alınan bir parça lam üzerine yerleştirilmiş ve üzerine su damlatılarak, lamel hava boşluğu kalmayacak şekilde kapatılmıştır. Hazırlanan preparat ışık mikroskobu (Olympus C31X Model, Japonya) altında 40X büyütme ile incelenmiş, teşhis anahtarlarından yararlanılarak teşhisleri yapılmıştır (Booth, 1971; Burgess et al., 1994).

3.2.3.3. Dual Test Denemeleri

Kültür koleksiyonunda -85C derin dondurucudan alınan antagonist funguslar (*Chateomium* spp., *Trichoderma* spp. ve *F. oxysporum*) ile *Alternaria* spp.'nin virulent dört izolatu karşılıklı olarak PDA besiy ortamına yerleştirilmiştir. Bunun için mantar delici yardımıyla 5 mm çaplı agar diskleri kesilerek Petrilere yerleştirilmiş ve beş tekerrürlü olarak dört adet farklı antagonist izolat eşit mesafelere yerleştirilerek 25±1°C'de inkübasyona bırakılmıştır. Yedi gün süreyle ölçümler yapılarak patojeni engelleme oranı belirlenmiştir.

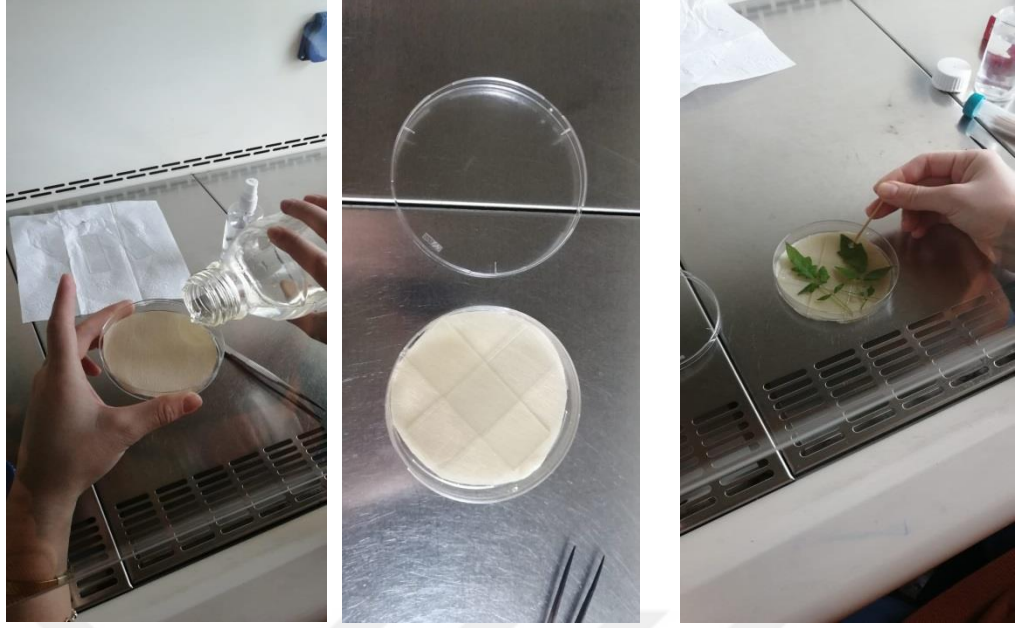


Şekil 3.4. Dual-test çalışmasında kullanılan antagonist organizmaların patojene karşı gelişme durumu

3.2.3.4. *Alternaria* spp. İzolatları İle Yapılan Ön Patojenisite Çalışmaları

Bu ön patojenite çalışması Parvin et al. (2021)'in metodu modifiye edilerek uygulanmıştır. Domates yaprak örneklerinden izole edilen *Alternaria* spp. izolatları, viyollerde geliştirilen H2274 domates çeşidinin 2-3 yapraklı olduğu dönemde yapraklar koparılıp altına iki kat su ile doyurulmuş kurutma kağıdı olan Petrilere yerleştirilmiştir. Bunun için öncelikle kurutma kağıtlarının üstüne iki adet steril lam konulmuş ve yapraklar her petriye iki adet olmak üzere bu lamlar üzerine yerleştirilmiştir. *Alternaria* izolatlarından mantar delici ile diskler kesilerek domates yaprakları üzerine konulmuştur. Hazırlanan petri örnekleri $23\pm1^{\circ}\text{C}$ de yedi gün süreyle inkübe edilerek hastalık gelişimi gözlenmiştir (Şekil 3.4). Hastalık oluşumu 0-5 sklasına göre değerlendirilmiştir.

Skala değeri	Tanımı: (Roy et al.,2019)
0	Yapraklarda hiç hastalık yok
1	Yaprak alanının % 1-20'inde leke var
2	Yaprak alanının % 21-40'ında leke var
3	Yaprak alanının % 41-60'ında leke var
4	Yaprak alanının % 61-80'inde leke var
5	Yaprak alanının % 80 den fazlası lekeli



Şekil 3.5. *Alternaria* spp. İzolatları İle Yapılan Ön Patojenisite Çalışmaları

3.2.3.5. *Alternaria* spp. İzolatları İle Yapılan Patojenisite Çalışmaları

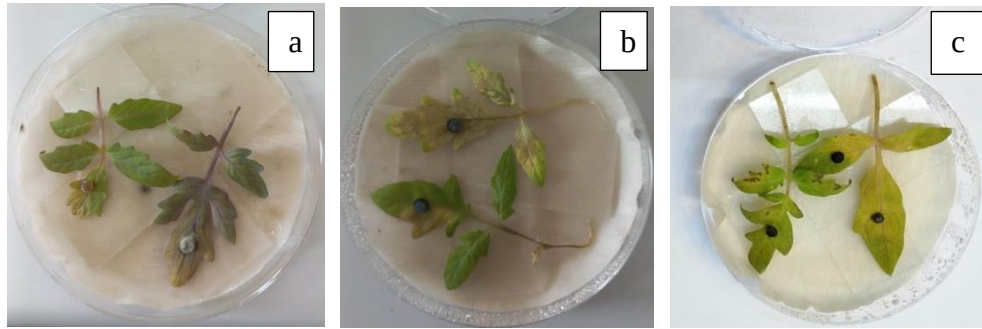
Hastalıklı domates bitkilerinden izole edilen *Alternaria* izolatlarının patojenitelerini tespit etmek amacıyla, izolatlar arasından iyi spor veren ve ön patojenite çalışmasında ikinin üzerinde skala değeri alan 11 izolat seçilmiş ve bölgede en fazla yetiştiriciliği yapılan domates çeşitlerinden hassas çeşit "H2224" ve orta dayanıklı "Falkon" domates çeşitleri kullanılarak patojenisite denemesi yapılmıştır.

Deneme için, %2'lik NaOCI içerisinde 3 dk tutulan ve 1 dk steril saf sudan geçirilerek laminar kabinde kuruması için bekletilen domates tohumları, violler içinde bulunan steril toprak: torf: perlit (v:v:v) karışımına ekilmiştir. Onbeş gün sonra ilk yaprakları gelişmeye başlamıştır. Üç yapraklı domates bitkisinin oluşumundan sonra *Alternaria* cinsine ait izolatlar PDA ortamında $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 5gün süreyle inkübasyona bırakılmış daha sonra da petri kaplarına steril saf su dökülüp, bir fırça ile iyice fırçalandıktan sonra tülbentten süzölmüş ve mikroskopta thoma lamı ile sporların sayısı ölçülerek 1×10^6 spor/ml konsantrasyona ayarlanan içerisine %0,1 oranında tween 20 katılan spor süspansiyonu bitkilere püskürtmek üzere küçük el spreylerine doldurulmuştur. Bitkilere tüm bitkiyi ıslatacak şekilde püskürtülen spor süspansiyonları uygulandıktan sonra bitkinin nemini muhafaza etmesi için bitki polietilen ıslak bir torba ile 48 saat süreyle örtölmüştür. Sürenin sonunda bitkilerden plastik poşetler açılmış ve bitkiler sulanarak iklim odasında $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de 14 saat ışık

10 saat karanlık koşullarda deneme bitirilinceye kadar tutulmuştur. Belirtiler ortaya çıktıktan sonra 15gün daha tutulan bitkiler 0-5 sakalasına (Roy et al., 2019) göre değerlendirilerek izolatlar içerisinde en virulent olan izolatlar belirlenmiştir.

3.2.3.6. Antagonist Organizmalarla Yapılan Petri Denemeleri

Alternaria izolatları içinde virulensi yüksek olduğu görülen izolatlar ile seçilen antagonist izolatlar kullanılarak invitro koşullarda petri denemeleri yapılmıştır (Şekil 3.5). Bunun için yedi gün süreyle geliştirilen kültürlerin üzerine steril saf su dökülerek fırça yardımıyla sporların suya geçmesi sağlanmış, hazırlanan spor süspansiyonları tülbentten süzülerek sporların misel parçalarından ayrılması sağlanmış ve thoma lamıyla süspansiyon içerisindeki sporlar sayılmıştır. Denemede öncelikle antagonist izolatlardan *Trichoderma* spp. nin 10^7 , *F. oxysporum* izolatının 10^6 ve *Chaetomium* spp. nin 10^4 spor/ml lik süspansiyonları, petrilere yerleştirilen ve %2 lik sodyum hipoklorit ile 3 dk süreyle yüzeysel dezenfeksiyonu yapılan domates bitkisi yapraklarına, tüm yaprakları ıslatacak şekilde püskürtülmüştür. Denemeler beş tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denemede kullanılan petrilere bir hafta süreyle 23 ± 1 °C de ışıklı inkübatörde tutulmuştur. Bu süre sonunda 0-5 skalasına göre antagonist fungusların *Alternaria* spp. ye etkisi değerlendirilerek veriler kaydedilmiştir.



Şekil 3.6. Antagonist organizmalarla yapılan yaprak testi a- Hiçbir uygulama yapılmamış yaprak üzerine yalnızca agar diski konulan negatif kontrol, b- *Chaetomium* sp. püskürtülen ve *Alternaria* sp. diski yerleştirilen uygulama c- Yalnızca *Alternaria* sp. diski uygulanmış pozitif kontrol

3.2.3.7. Etkili Bulunan Antagonist Organizmalarla Yapılan Saksı Denemeleri

Trichoderma spp., *F. oxysporum* ve *Chaetomium* spp. izolatları 7 gün süreyle inkübatörde geliştirilmiştir. *Trichoderma* spp. nin 10^7 spor/ml lik ve *F. oxysporum*'un 10^6 spor/ml lik süspansiyonu thoma lamı yardımıyla hazırlanmıştır. Bitkilerin 3-4 yapraklı olduğu devrede küçük el spreyi yardımıyla bitkilerin üst

aksamının tamamını ıslatacak şekilde süspansiyonlar püskürtülmüştür. Diğer taraftan *Chaetomium* spp. kültürlerinin bulunduğu Petrilere steril su konulup bir fırça yardımıyla spor ve misellerin suya geçmesi sağlanmıştır. Sökülerek laboratuvara getirilen bitkiler musluk suyu altında iyice yıkanarak köklerdeki topraklarından arındırılmış ve süspansiyon içine kökleri daldırılarak çalkalayıcıda 4 saat süreyle çalkalanmıştır. Bitkiler tekrar saksılara şaşırtılarak üzerlerine polietilen torbalar geçirilip 24 saat süreyle nem çemberinde tutulmuş daha sonra naylon torbalar çıkarılarak iklim odasında $23\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de gelişmeye bırakılmıştır.

Yedi gün süreyle geliştirilen *Alternaria* izolatlarından ise 5 mm çapında diskler alınıp antagonist fungus uygulanan domates bitkilerine topraktan 5 cm yükseklikteki sap kısmına bistüri ile hafifçe bir çizik atılıp yerleştirilmiş ve üzeri streç film ile kapatılmıştır (Çamlıca ve Tozlu, 2019). Bitkilere küçük el spreyi ile su püskürtülüp üzerleri polietilen poşet ile kapatılıp 24 saat tutulmuş ve 24 saat sonunda polietilen poşetler çıkarılarak bitkiler iklim odasında inkübasyona bırakılmıştır. Pozitif kontrol bitkileri ve sağlıklı negatif kontrol bitkileri de diğer saksılarla aynı koşullarda inkübasyona bırakılmıştır. Bitkiler iklim odasında $23\pm2^{\circ}\text{C}$ 'de 14 saat ışık 10 saat karanlık koşullarda deneme bitirilinceye kadar tutulmuştur. İnokulasyondan 14 gün sonra deneme değerlendirilmiştir. Deneme değerlendirilmesinde 0-5 skalası kullanılmıştır (Roy et al., 2019).

3.2.3.8. Moleküler teşhis çalışmaları

Fungal izolatların moleküler tanımlaması için öncelikle, fungusların DNA'sı ekstrakte edilmiştir. Bunun için patates dekstrozu sıvı (PDB) içinde geliştirilen kültürlerin izolatların kullanılması için, önce yedi günlük PDA kültürleri Petri kaplarında geliştirilmiştir. PDB ortamı içeren şişelere kültürlerden alınan 2 şer disk konularak, bir çalkalayıcı üzerinde 120 rpm'de 25°C 'de 14 gün süreyle çalkalanmış ve gelişen misel hasat edildikten sonra liyofilize edilmiştir. Dondurularak kurutulmuş miselyum Li ve ark. (1994) tarafından tarif edildiği gibi (CTAB) ekstraksiyon protokolü uygulanarak DNA ekstraksiyonu gerçekleştirilmiştir. Ekstrakte edilen DNA'nın miktarı Nanadrop'ta belirlenmiştir.

Daha sonra, ITS1 (5'TCCGTAGGTGAACCTGCGG3') ve ITS4 (5'TCCTCCGCTTATTGATATGC3') primerleri (White et al., 1990) kullanılarak 25 µl reaksiyonlarda DNA'yı çoğaltmak için polimeraz zincir reaksiyonu (PCR)

kullanıldı. PCR reaksiyon karışımları, hacmi 25 µl'ye çıkarmak için 12.5 µl PCR ana karışımı, 3 µl DNA, her primerden 1 µl ve 7.5 µl steril sudan oluşturulmuştur. 94°C'de 1 dakika ilk denatürasyon, ardından DNA denatürasyonu için 30 sn için 94°C, primer tavlama için 30 sn 55°C ve DNA uzatma için 45 sn için 72°C'den oluşan 35 amplifikasyon döngüsü ayarlanmıştır. Son olarak döngüye 72°C'de 5 dakikalık bir son uzatma adımı da ilave edilmiştir (Pavon ve ark. 2012). PCR ürünleri, Meksantek tarafından dizilenmiştir. Nükleotit dizileri GenBank'a kaydedilmiş ve Temel Yerel Hizalama Arama Aracı (BLAST) programı ile Ulusal Biyoteknoloji Bilgi Merkezi (NCBI) veritabanları kullanılarak sekans benzerliği aramaları yapılmıştır. Elde edilen nükleotit dizileri, NCBI GenBank'tan BLAST aramaları yoluyla *Alternaria* türlerinin dizileri ile karşılaştırılacaktır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

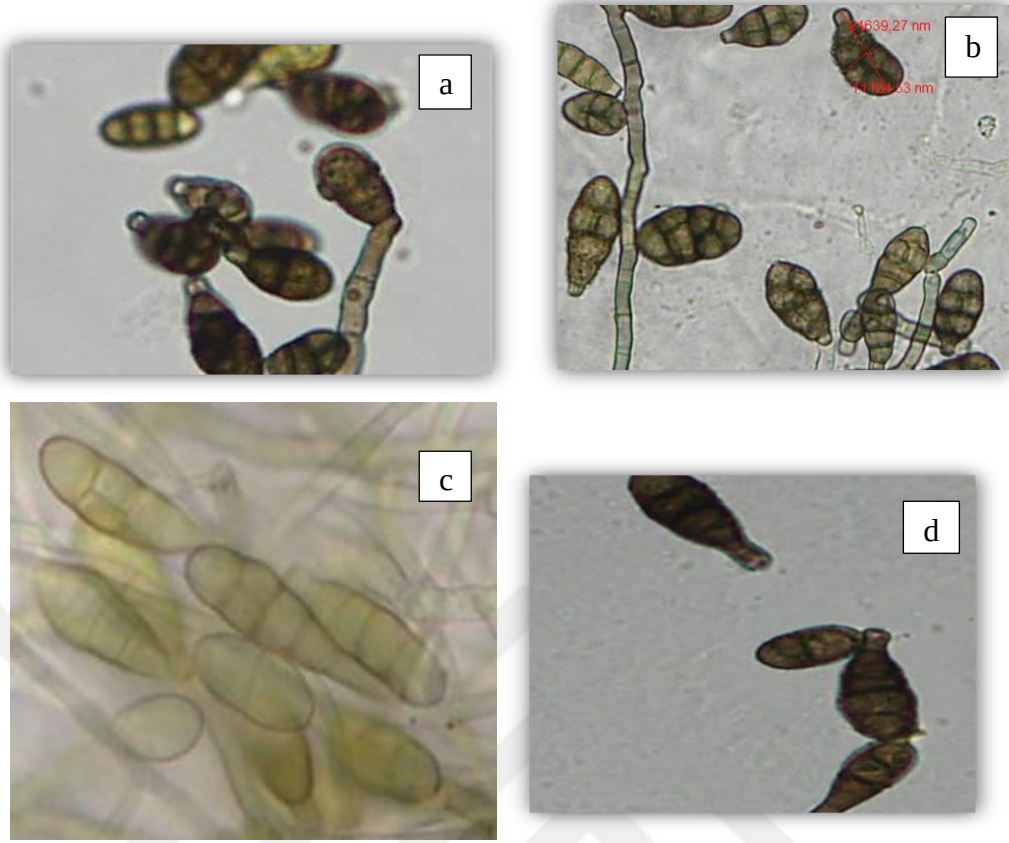
4.1. *Alternaria* spp.'nin Morfolojik Teşhisi Çalışmaları

Alternaria solani'nin kültürel ve mikroskopik özellikleri incelenmiştir. Koloni başlangıçta yeşilimsi ve yaşlandıkça rengi siyaha dönmektedir: Petride dairesel ve düzensiz kenarlı düzgün misel büyümesi gerçekleşmiştir. Konidiofor tek başına veya gruplar halinde, düz veya açık kahverengiden zeytinimsi kahverengiye kadar değişir. Konidi tek başına bulunur ve düz veya hafif kıvrımlı dikdörtgen veya muriform veya elipsoidal, gagaya doğru sivrilen, soluk veya zeytinimsi kahverengi, en geniş kısmında 5-9 enine ve boyuna sıfır veya birkaç uzunlamasına bölmeli olabilmektedir. Gagaları açık, soluk ve bazen beyazlaşmış görülmektedir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. *Alternaria solani* izolatlarının konidilerinin mikroskoptan görünümü

Laboratuvara getirilen hastalıklı bitki yaprak örneklerinden çoğunun etmeninin *A. solani* olmadığı belirlenmiştir. Ancak *A. solani* dışındaki izolatların bir kısmının da *Alternaria* spp. nin diğer patojen olabilecek türleri olduğu belirlenmiştir. Tür teşhisleri morfolojik ve moleküler olarak yapılmıştır. Yapılan teşhislerde türlerin *Alternaria alternata*, *Alternaria brassicicola*, *A. solani* ve tür düzeyinde teşhis edilemeyen bir *Alternaria* sp. olduğu ortaya konulmuştur. Türler içinden yalnızca *A. alternata*'nın iki izolatının sekans analizi sonucunda türünün belirlendiği diğer türlerin ise morfolojik olarak teşhislerinin yapıldığı Ancak moleküler düzeyde teşhisleri yapıldıktan sonra tür teşhisleri kesinleştirilecektir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2.a- 1 nolu *Alternaria alternata*, b-10 nolu *A. alternata*, c-11 nolu *Alternaria solani* ve d-12 nolu *Alternaria brassicicola* izolatlarının konidi ve konidiofor yapıları

Yapılan bir çalışmada *A. alternata*, *A. tenuissima*, *A. arborescens*, *A. brassicicola* ve *A. japonica*'nın sera koşullarında bitkilerde patojenite sonuçları değerlendirilmiştir. İki izolat düşük düzeyde virülenslik gösterirken diğer izolatlar orta veya yüksek düzeyde virülenslik göstermiştir. İzolatlar aynı zamanda modifiye edilmiş bir Czapek-Dox besiyerinde mikotoksin üretimi ile karakterize edilmiştir (Siciliano vd., 2017). Belirtiler *A. japonica*'nın yabani ve kültüre alınmış, cruciferlerde neden olduğu genellikle 1 ila 30 mm çapında siyah-kahverengi lezyonlarının giderek siyaha döndüğü, yaprak kenarlarında ve uçlarında yaşlı yaprakların üst tarafında sarı bir hale geliştiği bildirilmiştir. Daha sonra, lezyonların yapraklardan başka damarlar ve gövdeleri de etkilediği bildirilmiştir (Garibaldi ve ark. 2011). Yine de, *A. japonica*'nın *A. brassicicola* kadar yaygın olmadığı görülmüştür.

Patojenite denemesinde virulensi diğerlerine oranla yüksek bulunan dört *Alternaria* spp.'nin mikroskopik incelemesinde konidi ölçümleri yapılmış ve sonuç olarak en boy ölçümlerinde 1 nolu izolatın 19.87- 40.0 x 57.28 - 145.51 μ m, 10 nolu

izolatın, 21.16 - 38.95 x 49.28 - 123.58 µm, 11 nolu izolatın 22.7 - 35.60 x 51.6 - 51.6 µm, 12 nolu izolatın da 20.64 - 26.57 x 43.86 - 93.91µm boyutlarında olduğu sonuç olarak boyutları en küçük izolatın 11 nolu izolat olduğu ve morfolojik olarak incelendiğinde bu izolatın *A. alternata* olduğu düşünülmüştür.

Yapılan bazı çalışmalarda bizim çalışmalarımızda da elde edilen *A. alternata*'nın erken yanıklık yaptığı ve şiddetli hastalık oluşturabileceği belirlenmiştir. Nitekim Prasad and Upadhyay, (2010) yaptıkları çalışmada *A. alternata*'nın domateste önemli bir patojen olduğunu hatta hazırlanan kültür filtratlarının da erken yanıklık hastalığına yol açtığını belirlemişleridir.

4.2. Patojenite Denemesi

Samsun ilinin ilçeleri Atakum, 19 Mayıs ve Bafra'dan toplanan örneklerden toplam 30 tanesine patojenite testi yapılmıştır. Patojenite testi sonucu 0-5 skalasına göre 3 ve 4 skala değeri alan izolatlardan dört tanesi seçilerek bundan sonraki denemelerde kullanılmıştır. İzolatlardan hiçbiri 5 skala değerine ulaşmamıştır (Şekil 4.3).

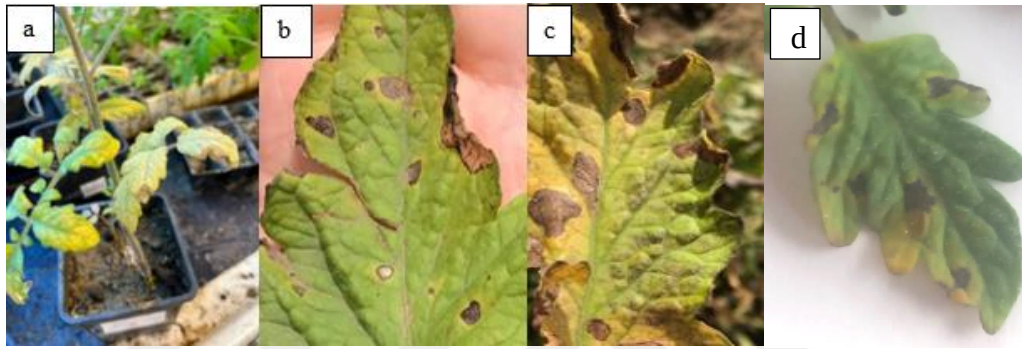
İran'da yapılan bir çalışmada domates bitkilerinde *A. solani*'den başka altı *Alternaria* türü, *A. alternata*, *A. tenuissima*, *A. arborescens*, *A. mimicula*, *A. interrupta* ve *A. infectoria* teşhis edildiği bildirilmiştir. Çalışmada ITS 1-4 sekansı ile fungusların teşhisleri yapılmıştır (Ramezani vd., 2019).

Yabani domates bitkilerinden *Solanum arcanum*, *S. chilense*, *S. corneliomulleri*, *S. habrochaites*, *S. lycopersicoides*, *S. pennellii*, *S. peruvianum*, ve *S. pimpinellifolium* ile yapılan bir çalışmada *Alternaria aspera*, *Alternaria atra* bulunurken (Schmey vd., 2022) Brezilya'da Solanaceae'lerde bulunan bazı *Alternaria* patojenlerinin domateste erken yanıklık yaptığını yabancı ot konukçularının da alternatif konukçu olarak bulunduğunu bildirmişlerdir. Yine aynı çalışmada *A. solani*'nin yabani domateslerde fazla hastalık yapamadığı bildirilmiştir (Peixoto et al., 2021).

ABD'de Kuzey Carolina'da yapılan bir çalışmada domates ve patateslerden 214 izolat toplanmış ve bu izolatların 61'i *A. alternata* 96'sı *A. linariae* ve 57'si *A. solani* olarak belirlenmiştir. *S. lycopersicum* L. ve *Solanum tuberosum* L.'dan *Alternaria tomatophila* izole edilmiş ve bu etmenlerin erken yanıklık yaptığı bulunmuştur. *A. linariae* (Neerg.) (syn. *A. tomatophila*), *A. solani*, ve *A. grandis* genetik olarak aynı gruba girerken, domates ve patateste uygun koşullarda yaptıkları

ürün kaybının %40 ile 80 arasında olduğu belirlenmiştir (Simmons, 2007; Ding vd., 2019).

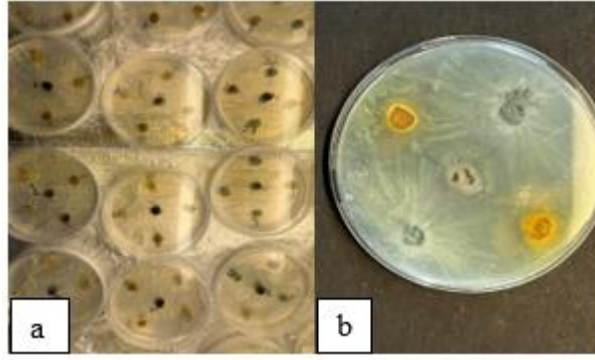
Araştırmacılar erken yanıklığın patates bitkisine etkisi üzerine yaptıkları çalışmada, *A. alternata* gibi küçük sporlu *Alternaria* türleri ve *A. arborescens* kahverengi yaprak lekesi etmenlerinin de bu hastalığına neden olduğunu bildirmiştir (van der Waals et al., 2011; Tymon et al., 2016 a; Tymon et al. 2016 b), büyük sporlu *A. solani* dışında *A. grandis* ve *A. protenta* etmenlerinin de erken yanıklığa neden olabileceği belirlenmiştir (Duarte et al., 2014; Woudenberg et al., 2014; Bessadat et al., 2015; Ayad et al., 2017).



Şekil 4.3. Patojenite testi sonunda a, b 1 nolu ve c, 12 nolu d, 11 nolu *Alternaria* izolatının domates bitkilerinde oluşturduğu belirtiler

4.3. Antagonist İzolatlarla Dual Test Denemesi

Dual test denemesinde 31 adet antagonist olduğu düşünülen organizma kullanılmıştır. Bu organizmalardan 5'i *Trichoderma* spp., 2'si *F. oxysporum* ve 24 adedi de *Chaetomium* spp., 4 adet *Alternaria* spp.'ye karşı *in-vitro* da antagonist etkileri denenmiş ve izolatlardan 5 tanesi hem *Alternaria* spp.'nin gelişimini engellemiş hem de antibiyosis etkisinden dolayı zon oluşturmuştur (Şekil 4.4). Yapılan bir çalışmada altı *Bacillus* spp. ve bir *Trichoderma* sp. izolatı kullanılmış *in-vitro*'da bu organizmaların *in-vivo*'ya göre daha etkili olduğu ve özellikle *B. amyloliquefaciens* ile bir *T. harzianum* izolatının *A. solani*'ye karşı en etkili olan izolatlar olarak bildirilmiştir (Çamlıca ve Tozlu, 2019).



Şekil 4.4. Dual-test denemesinde ortada *Alternaria* izolatu ve kenarlarda dört adet farklı izolatu PDA ortamında görünümü a. 1. gün ve b. 7. gün

Çizelge 4.1. Antagonist fungusların 7. günde Petri denemesinde *Alternaria* spp.'yi yüzde engelleme oranları

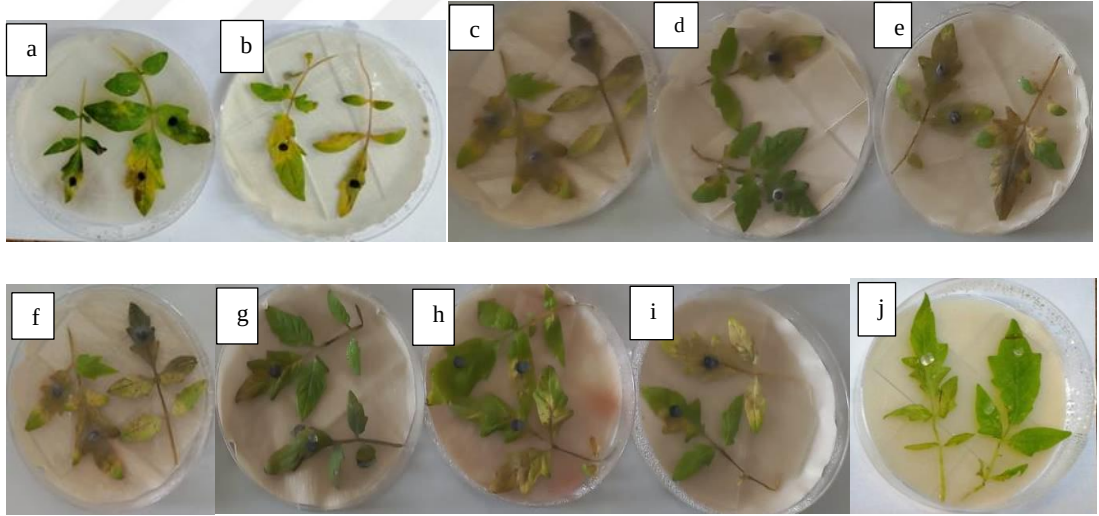
Antagonist fungus cins ve kodları	<i>Alternaria</i> spp. % engelleme			
	1 nolu izolat	10 nolu izolat	11 nolu izolat	12 nolu izolat
7 <i>Trichoderma</i> sp.	75 a	76,2 ab	71 abcd	34,4 de
10 <i>Chaetomium</i> sp.	58,3 bcde	69,6 abc	61 defg	45,1 bcd
11 <i>Chaetomium</i> sp.	57,8 bcde	57,4 efg	50 hij	46 abc
12 <i>Chaetomium</i> sp.	69,6 abc	67,2 bcd	63,8 cdef	49,1 abc
13 <i>Chaetomium</i> sp.	29,16 hi	34,4 jk	35,2 l	45,9 abc
14 <i>Chaetomium</i> sp.	37,5 fghi	44,3 ii	35,2 l	42,6 bcde
16 <i>Chaetomium</i> sp.	50 def	48,4 ghii	35,2 l	45,1 bcd
18 <i>Chaetomium</i> sp.	32,1 ghi	43,4 iij	19,4 m	39,3 cde
21 <i>Chaetomium</i> sp.	39,2 fghi	33,6 k	33,3 l	32,8 e
22 <i>Chaetomium</i> sp.	44,6 efg	39,3 ijk	52,4 ghiiij	49,2 abc
23 <i>Chaetomium</i> sp.	47,5 ef	46,7 hii	55,7 fghii	50,1 abc
24 <i>Fusarium oxysporum</i>	49,2 def	54,9 efgh	42,8 jkl	49,1 abc
25 <i>Fusarium oxysporum</i>	40,4 fgh	46,7 hii	50 hij	49 abc
26 <i>Chaetomium</i> sp.	45,8 efg	50,8 fghi	52,4 ghiiij	56,6 a
27 <i>Chaetomium</i> sp.	45,8 efg	63,1 cde	55,7 fghii	52 ab
28 <i>Chaetomium</i> sp.	57 cde	55 efgh	52,4 ghiiij	52,6 ab
29 <i>Chaetomium</i> sp.	25 i	50,8 fghi	38,1 kl	51,8 ab
30 <i>Chaetomium</i> sp.	45,8 efg	59 def	46,2 ijk	42,6 bcde
31 <i>Chaetomium</i> sp.	30,8 ghi	63,1 cde	47,6 iijk	45,1 bcd
33 <i>Chaetomium</i> sp.	45,8 efg	59 def	57,1 fghi	46,7 abc
34 <i>Chaetomium</i> sp.	50 def	71,3 abc	57,1 fghi	43,4 bcde
35 <i>Trichoderma</i> sp.	68,3 abc	75,4 ab	68,6 bcde	—*
36 <i>Chaetomium</i> sp.	51,7 def	67,2 bcd	54,2 fghii	—
37 <i>Trichoderma</i> sp.	78 a	79,5 a	81 a	—
38 <i>Chaetomium</i> sp.	66,7 abc	75,4 ab	73,3 abc	—
39 <i>Trichoderma</i> sp.	72,5 ab	79,5 a	76,2 ab	—
40 <i>Chaetomium</i> sp.	75 a	75,4 ab	68,6 bcde	—
41 <i>Trichoderma</i> sp.	64,2 abcd	71,3 abc	76,2 ab	—
42 <i>Chaetomium</i> sp.	50 def	67,2 bcd	54,9 fghii	—
43 <i>Chaetomium</i> sp.	39,2 fghi	54,9 efgh	59 efgh	—

* Ölçüm alınamamıştır.

Çizelge 4.1. incelendiğinde anatagonist organizmaların her dört *Alternaria* izolatında aynı oranda etkili olmadığı görülmektedir. Ancak antagonist izolatlardan 37, 39 ve 41 nolu *Trichoderma* izolatları ile 38 ve 40 nolu *Chaetomium* izolatlarının aynı gruba girdikleri ve her üç *Alternaria* izolatına karşı da etkili olduğu görülmüştür. 12 nolu *Alternaria* izolatı laboratuvarında oluşan akar bulaşması dolayısıyla akarların bakteri ve *Penicillium* taşımaları nedeniyle elden çıkmıştır. Çizelgede yer alan sekiz antagonist izolat 12 nolu *Alternaria* izolatına karşı değerlendirmeye alınamamıştır.

4.4. *Alternaria* spp. ye karşı seçilen bazı antagonist izolatların petri yaprak denemeleriyle etkisinin elirlenmesi

Çizelge 4.1 de listede yer alan 7, 12, 35, 24, 37, 38, 39, 40, 41 nolu izolatlar yaprak testine tabi tutulmuştur. Testin sonucunda etkili bulunan beş antagonist izolat saksı denemelerinde kullanılmak üzere ayrılmıştır. Bu beş izolatın üçü *Trichoderma* spp., ikisi *Chaetomium* spp. olmuştur (Şekil.4.5). Denemelerde virülensi en yüksek bulunan üç *Alternaria* spp. (1, 10 ve 11 nolu izolatlar) ile dokuz antagonist organizma yer almıştır.



Şekil 4.5. Petri denemelerinde antagonist organizmaların *Alternaria* spp. ye karşı etkisinin belirleme çalışmaları, a- 40 nolu izolat, b- 35 nolu izolat, c- 38 nolu izolat, d- 7 nolu izolat, e- 39 nolu izolat, f- 41 nolu izolat, g- 37 nolu izolat, h- 24 nolu izolat, i- 12 nolu izolat, j- sağlıklı kontrol

4.5. *Alternaria* spp. ye karşı seçilen antagonist izolatlarla yapılan iklim odası denemeleri

Saksı denemelerinde kullanılacak en etkili bulunan antagonist organizmalar *Chaetomium* sp., *Trichoderma* sp. izolatları olmuştur (Şekil 4.5).



Şekil 4.6. Saksı denemeleri için spor süspansiyonu hazırlanması için *Chaetomium* sp. sporlarının fırça yardımıyla alınması

Denemeler iklim odası koşullarında yürütülmüştür. Denemelerde bitki saplarına topraktan 5 cm uzaklığa *Alternaria* spp. nin disklerinin konulması şeklinde bir metot uygulanmıştır (Şekil 4.6) Bitkilerin iklim odasında üç hafta sonraki görünüşleri Şekil 4.7.de görülmektedir.



Şekil 4.7. *Alternaria* spp.'nin disklerinin bitki sapına yerleştirilmesi



Şekil 4.8. Antagonist organizmaları *Alternaria* spp.'ye karşı biyolojik etkinliğinin belirlenmesi çalışması

Çizelge 4.2. Antagonist organizmaların *Alternaria* spp. ye etkisi ile ilgili saksı denemesi sonuçları

Patojen Numarası	Antogonist	Skala değeri
<i>Alternaria</i> sp. 10	40 <i>Chaetomium</i> sp.	4,2 a
	37 <i>Trichoderma</i> sp.	2,2 a
	38 <i>Chaetomium</i> sp.	1,3 b
	39 <i>T. hamatum</i>	2,0 a
	41 <i>T. asperellum</i>	2,6 a
	Kontrol	2,3 a

Patojen	Antogonist	Skala değeri
<i>Alternaria</i> sp.11	40 <i>Chaetomium</i> sp.	3,0 ab
	37 <i>Trichoderma</i> sp.	1,2 b
	38 <i>Chaetomium</i> sp.	1,3 b
	39 <i>T. hamatum</i>	2,5 ab
	41 <i>T. asperellum</i>	1,0 b
	Kontrol	4,0 a

Patojen	Antogonist	Skala değeri
<i>Alternaria</i> sp.1	40 <i>Chaetomium</i> sp.	2,6 a
	37 <i>Trichoderma</i> sp.	2,0 a
	38 <i>Chaetomium</i> sp.	2,7 a
	39 <i>T. hamatum</i>	1,5 b
	41 <i>T. asperellum</i>	3,1 a
	Kontrol	4,0 a

İzolatlar incelendiğinde 10 nolu ve 11 nolu *Alternaria* spp.'nin oluşturduğu hastalığın kontrole oranla, 38 nolu *Chaetomium* sp. tarafından azaltıldığı belirlenmiştir. *Trichoderma asperellum*'un 41 nolu izolatının da 11 nolu *Alternaria* sp. nin oluşturduğu hastalığı azalttığı belirlenmiştir. 1 nolu *Alternaria* sp. izolatına karşı 39 nolu *T. hamatum* en iyi etkiyi göstererek kontrolle ayrı gruba girmiştir. Yapılan birçok çalışmada *Trichoderma* spp.'nin bazı türlerinin ve izolatların erken yanıklık hastalığına karşı etkili olduğu belirlenmiştir. Almanya'da yapılan bir çalışmada, Lady Amarilla çeşidi ile yapılan tarla denemesi için serada uygulanan uygulamaların aynısı ve ayrıca *T. hamatum* 7-10 gün arayla uygulanmıştır. Sera ve tarla denemelerindeki uygulamaların çoğu için erken yanıklıkta bir azalma olduğu bildirilmiştir (Metz, 2017). Bir başka çalışmada, domates filoplanından izole edilen bitki özleri ve saprofitik funguslar domateste erken yanıklığa neden olan *A. solani*'ye karşı sera ve tarla koşullarında değerlendirilmiştir. Semptomların ortaya çıkmasından hemen sonra *Clerodellidron* yaprak ekstraktının (%15) yapraklara püskürtülmesi veya denemeden 24 saat önce *Trichoderma viride*'nin (10⁷ CFUs ml⁻¹) yapraklara püskürtülmesinin, test fungusları ile aşılamanın, iklim odası koşulları altında hastalığın şiddetini azaltmada etkili olduğu bildirilmiştir. Saha çalışmaları kapsamında, üç mancozeb uygulaması (2000 ppm) ile hastalığın etkin mücadelesi başarılmıştır. Bununla birlikte, hastalık şiddeti ilk *Clerodellidron* yaprak özütü (%15) veya *T. viride* (10⁷ CFU ml⁻¹) uygulaması ve ardından iki mancozeb uygulaması ile önemli ölçüde azaltılmıştır (Varma et al., 2008).

4.6. İklim odası denemelerinde kullanılan *Alternaria* cinsine ait türlerin moleküler teşhisleri

Bir, 10, 11 ve 12 nolu funguslar PDA besi ortamına alınıp geliştirilmiş ve DNA ları ekstrakte edilmiştir. PCR çalışması da bitirilmiş ve sekans analizi için üniversitemizin Karadeniz İleri Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi (KİTAM)'a gönderilmiştir.

Yapılan bir çalışmada, *A. alternata* dahil olmak üzere altı *Alternaria* türü, *A. tenuissima*, *A. arborescens*, *A. mimicula*, *A. interrupta* ve *A. infectoria* tespit edilmiştir. Dizi analizi yoluyla izolatların moleküler tanımlaması için ITS1 ve ITS4 primerleri kullanılmıştır. En yüksek sıklık *A. alternata* için gözlenmiş ve en az sıklıkta *A. infectoria* olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen tüm izolatlar domates çeşidi Peto Early Ch. denenmiş ve izolatların domates bitkileri üzerindeki patojenitelerinde önemli farklılıklar göstermiştir. *A. alternata* ve *A. tenuissima* en

yüksek ve *A. mimicula* ve *A. infectoria*'nın en düşük patojenite düzeyine sahip olduğu ortaya konulmuştur (Ramazani et al., 2019).

Bu çalışmada, birleştirilmiş multilocus veri setini kullanarak filogenetik yaklaşımlar kullanılmış ve *A. solani*, *A. grandis* ve *A. domatesphila*'nın teşhisi için faydalı yüksek çözünürlüklü erime (HRM) analizi ile moleküler teşhis için primerler geliştirmiştir. Bu üç türün, patates ve domateste daha yaygın olarak bulunduğu, HRM tabanlı analizde, bu türlerin herhangi bir istenmeyen çapraz reaksiyon olmadan birbirinden hızlı ve verimli bir şekilde ayrılmasını sağlandığı bildirilmiştir (Cardosa, 2014).

Morfolojik karakterizasyon, izolatların farklı özelliklerinde heterojenliği ortaya çıkarmış ve daha sonra moleküler karakterizasyon ile iki farklı *Alternaria* spp. yani. *A. solani* ve *A. linariae* karakterize edildiği bildirilmiştir. *Alternaria* spp. içindeki izolatların taksonomik konumunu anlamak için çok lokuslu bir filogenetik analiz yapılmıştır. Filogenetik soy ve evrimsel ilişkiyi anlamak için kullanılan beş korunmuş genom bölgesi, içsel transkripsiyonlu aralayıcı (ITS), translasyon uzatma faktörü (TEF), gliseraldehit-3-fosfat dehidrojenaz (GADPH), majör alerjen Alt a1 ve RNA-polimeraz 2 (RPB2) genleriyle analiz yapılmıştır. Tüm *A. linariae* izolatları birbirleriyle yakından ilişkili bulunmuş ve ABD'den izole edilen *A. linariae* ile birlikte ayrı bir sınıf oluşturmuştur. Benzer şekilde, *A. solani* izolatları birbiriyle yakından ilişkili olup bağımsız bir başka sınıf oluşturduğu belirlenmiştir (El-Ganainy et al., 2021).

Yapılan morfolojik incelemelerde izolatların *A. solani*, *A. alternata*, *A. brassicicola* olduğu belirlenmiştir. *A. solani* ve *A. brassicicola*'dan yeterince DNA elde edilemediğinden moleküler teşhisleri yapılamamıştır. Diğer taraftan 1 ve 10 nolu izolatların *A. alternata* olduğu sekans sonucunda ortaya konulmuştur. Yine tipik bitki yapraklarında sararma, saplarında yanıklık ile bitkilerde gelişme geriliği yapan bir fungus için de ITS1 /ITS4 primerleri kullanılarak PCR yapılmış ve sekans analizi sonucu *Plectosphaerella cucumerina* olduğu belirlenmiştir. Raimondo and Carlucci, (2018), *Plectosphaerella* spp. üzerinde yaptıkları çalışmalarda domateste *P. cucumerina*'nın solgunluk, kök boğazı çürüklüğü, yapraklarda sararma açık kahve leke şeklinde belirtiler oluşturduğunu bildirmişlerdir.

5. SONUÇ

Yapılan srvey çalışmalarında erken yanıklık hastalığının Samsun ilinde sorun olduğu bu hastalık için ilaçlı bir mücadelenin yapılmadığı gözlenmiştir. Bu konuda dünyada bazı bakteriyel preparatlarla bitki ekstraktlarıyla çalışmaların yrtdğ bilinmektedir. Ayrıca ruhsat almış biyolojik preparatlarda mevcuttur. Ülkemizde erken yanıklık hastalığın etmenlerinin tam olarak belirlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Yapılan çalışmada ülkemizde domateste sorun olan erken yanıklık hastalığına *A. solani* dışında farklı *Alternaria* spp. nin de neden olduğu belirlenmiştir. *Alternaria brassicicola*'da morfolojik olarak teşhis edilmiştir. Ülkemizde erken yanıklık hastalığına neden olan en yaygın etmenin *A. solani* olduğu dşlmekteydi. Oysa yapılan çalışmada bu etmen 30 tarladan alınan hastalıklı bitki örneklerinden yalnızca ikisinde belirlenmiştir. Ancak tüm türlerin moleküler metotlarla tam olarak doğru teşhisinin yapılması gerekmektedir. Bu konuda ITS 1-4 primerleri ile PCR alışmaları yapılarak niversiteye bağlı Karadeniz İleri Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi (KİTAM)'da sekans analizi yaptırılmıştır. Analiz sonucunda iki izolatta *A. alternata* belirlenmiştir. Ancak, etkili bulunan antagonist organizmalarında moleküler temelli testlerle türlerinin belirlenmesi uygun olacaktır. Yapılacak bundan sonraki çalışmalarda, hazırlanan spor süspansiyonları içerisine bazı yardımcı maddelerin de katılarak etkinin artırılması yönünde çalışmalar yürütülmesinin uygun olacağı kanısındayız.

KAYNAKLAR

- Adhikari, P., Oh, Y., & Panthee, D. R. (2017). Current status of early blight resistance in tomato: an update. *International journal of Molecular Sciences*, 18(10), 2019 <https://doi.org/10.3390/ijms18102019>.
- Adhikari, T. B., Muzhinji, N., Halterman, D., & Louws, F. J. (2021). Genetic diversity and population structure of *Alternaria* species from tomato and potato in North Carolina and Wisconsin. *Scientific Reports*, 11(1), 1-19.
- Agrios, G.N., (2005). Plant Pathology 5th Edition. Elsevier Academic Press, Burlingong, MA, USA. 922 pp.
- Araújo, deV., Pontes, E., da Silva, J. G., da Silva SN., Amaral, L. and Fill, TP. (2020). The chemical warfare involved in endophytic microorganisms -plant associations. In: Aja, K. and Radhakrishnan E. K. (Eds.), Microbial Endophytes Elsevier, pp. 125 -159.
- Ayad, D., Leclerc, S., Hamon, B., Kedad, A., Bouznad, Z., & Simoneau, P. (2017). First report of early blight caused by *Alternaria protenta* on potato in Algeria. *Plant Disease*, 101(5), 836.
- Aybak, Ç., Kaygısız, H., (2007). Domates Yetiştiriciliği. Hasad Yayıncılık. ISBN-975-8377-24-8. İstanbul, 242.
- Benhamou, N., & Thériault, G. (1992). Treatment with chitosan enhances resistance of tomato plants to the crown and root rot pathogen *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 41(1), 33-52.
- Benhamou, N., & Garand, C. (2001). Cytological analysis of defense-related mechanisms induced in pea root tissues in response to colonization by nonpathogenic *Fusarium oxysporum* Fo47. *Phytopathology*, 91(8), 730-740.
- Bessadat, N., Hamon, B., Henni, D. E., & Simoneau, P. (2015). First report of tomato early blight caused by *Alternaria grandis* in Algeria. *Plant Disease*, 100(2), 533–533.
- Blancard, D., (2005). *Domates Hastalıkları*. Hasad Yayıncılık Ltd. Şti. 978-975-8377-44-2. İstanbul. 232.
- Boyno, G., Demir, S., & Akköprü, A. (2020). Domateste *Alternaria solani* (Ell. & G. Martin) Sor.'ye Karşı Bazı Endofit Bakterilerin Etkisi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 6(3), 469-477.
- Camlica, E., & Tozlu, E. (2019). Biological control of *Alternaria solani* in tomato. *Fresenius Environ. Bull*, 28, 7092-7100.
- Chohan, S., Perveen, R., Abid, M., Naz, M. S., & Akram, N. (2015). Morpho-physiological studies management and screening of tomato germplasm against *Alternaria solani* the causal agent of tomato early blight. *International Journal of Agriculture and Biology*, 17(1).
- Cordosa, CR, 2014. Potato and Tomato Early Blight: Molecular identification of *Alternaria* species, host range and epidemics, Corpus ID: 90717927.
- Ding, S., Meinholz, K., Cleveland, K., Jordan, S. A., & Gevens, A. J. (2019). Diversity and virulence of *Alternaria* spp. causing potato early blight and brown spot in Wisconsin. *Phytopathology*, 109(3), 436-445.
- Duarte, H. S., Zambolim, L., Rodrigues, F. A., Paul, P. A., Pádua, J. G., Ribeiro Júnior, J. I., et al. (2014). Field resistance of potato cultivars to foliar early blight and its

- relationship with foliage maturity and tuber skin types. *Tropical Plant Pathology*, 39(4), 294–306.
- El-Ganainy, SM., El-Abeid, SE., Ahmed, Y and Iqbal, Z, 2021. Morphological and Molecular Characterization of Large-spored *Alternaria* Species Associated with Potato and Tomato Early Blight in Egypt. *International Journal of Agriculture and Biology*, 25: 1101-1110.
- El-Tanany, M. M., Hafez, M. A., Ahmed, G. A., & El-Mageed, M. A. (2018). Efficiency of biotic and abiotic inducers for controlling tomato early blight. *Middle East. J*, 7, 650-670.
- FAO, 2020. Food and Agriculture Organization of the United Nations, www.faostat.fao.org/site/339/default.aspx (Erişim tarihi: 28.12.2022).
- Fayyadh, MA and Yousif EQ. 2019. Biological control of tomato leaf spot disease caused by *Alternaria alternata* using *Chaetomium globosum* and some other saprophytic fungi. OP Conf. Series: *Earth and Environmental Science* 388. doi:10.1088/1755-1315/388/1/012017.
- Gao, H., C. Beckman, W. Mueller (1995). The rate of vascular colonization as a measure of the genotypic interaction between various cultivars of tomato and various formae specials of *Fusarium oxysporum*. *Physiol. Mol. Plant Pathology*, 46: 29–43.
- Gwary, D.M., H. Nahunnaro (1998). Epiphytotics of early blight of tomatoes in Northeastern Nigeria. *Science Direct*, 619 - 624.
- He, C., T. Hsing, D. Wolin (2002). Induction of systemic disease resistance and pathogen defense response in *Asparagus officinalis* inoculated with nonpathogenic strains of *Fusarium oxysporum*. *Plant Pathology*, 51: 225–230.
- Herriot, A.B.; Haynes, F.L. and Shoemaker, P.B. (1986). The heritability of resistance to early blight in diploid potatoes (*Solanum tuberosum* subsp. *phureja* and *stenotomum*). *American Journal of Potato Research* 63: 229–232.
- Jabeen, K., Hanif, S., Naz, S and Iqbal, S. (2013). Antifungal Activity of *Azadirachta indica* against *Alternaria solani*. *Journal of Life Sciences and Technologies*. 1: 89-93.
- Joshi, M., R. Srivastava, A.K. Sharma, A. Prakash (2013). Isolation and characterization of *Fusarium oxysporum*, a wilt causing fungi for its pathogenic and non-pathogenic nature in tomato (*Solanum lycopersicum*). *J Appl Nat Sci* 5: 108–117.
- Johnson, K., & Teng, P. (1990). Coupling a disease progress model for early blight to a model of potato growth. *Phytopathology*, 80(4), 416–425.
- Joseph, A., Igbinosa, O. B., Alori, E. T., Ademiluyi, B. O., & Aluko, A. P. (2017). Effectiveness of *Pseudomonas* species in the management of tomato early blight pathogen *Alternaria solani*. *African Journal of Microbiology Research*, 11(23), 972-976.
- Kırbağ, S., Parlak, Y., (1996). Elazığ’da yetiştirilen bazı sebzelerde görülen fungusların tespiti ve önemli bulunanın biyolojisi ve savaşı üzerine araştırmalar. *F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 8 (2): 69-81.
- Kırbağ, S., Turan, N. (2006). Malatya’da Yetiştirilen Bazı Sebzelerde Kök ve Kökboğazı Çürüklüğüne Neden Olan Fungal Etmenler. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 8 (2), 159-164.
- Kishore, V., Gandhi, S., Sighs, S (2008). Biological control of *Alternaria solani*, the causal agent of early blight of tomato. *Journal of Biological Control*, 67-72.

- Larkin, R.P., D. Fravel (1999). Mechanisms of action and dose response relationships governing biological control of *Fusarium* wilt of tomato by nonpathogenic *Fusarium* spp. *Phytopathology*, 89:1152–1161.
- Locke, S.B., 1949. Resistance to early blight and septoria leaf spot in the genus *Lycopersicon*. *Phytopathology*, 89, 829-836.
- Martinko, K., Ivanković, S., Lazarević, B., Đermić, E., & Đermić, D. (2022). Control of early blight fungus (*Alternaria alternata*) in tomato by boric and phenylboronic acid. *Antibiotics*, 11(3), 320.
- Mate, G.D.; Deshmukh, V.V. and Mayer, D. (2005). Efficacy of plant products and fungicides on tomato early blight caused by *Alternaria solani*. *Res. Crops*, 6: 349 – 351.
- Mathur, K., Hekhawat, K.S., (1986), Chemical control of early blight in Kharif sown tomato. *Indian Journal of Mycology Plant Pathology*, 16, 235-238.
- Metz H., 2017. Biologicals for the control of *Alternaria solani* under greenhouse and field conditions. PAGV – Special Report No 18,85-90. Sixteenth Euroblight Workshop Aarhus – Denmark 14-17 may 2017.
- Minuto, A., Q. Migheli, A. Garibaldi (1995). Evaluation of antagonistic strains of *Fusarium* spp. in the biological and integrated control *Fusarium* wilt of cyclamen. *Crop Protection*, 14: 221–226.
- Muhammad WQ, Muhammad UG, Ghazanfar U, Iftikhar Y, Iftikhar Y, Shahzad Ahmed K, Muhammad NH, Rasheed H and Pubs S, (2016). Gupta Management of early blight of tomato through the use of plant extracts. *International Journal of Zoology Studies*
- Naik SC, Narute TK, Narute TT and Khaire PB. (2020). In-vitro efficacy of biocontrol agents against *Alternaria solani* (Early Blight of Tomato), *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9: 550-552.
- Nawar, LS, (2013). Studies on the Efficacy of Non-Pathogenic *Fusarium oxysporum* Isolate to Control *Fusarium* Wilt of Tomato Plants in Saudi Arabia, *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 4: 1949-1954.
- Naziha M., M. HASSANEIN (2010). Control of tomato early blight and wilt using aqueous extract of neem leaves. *JSTOR*, 143-151. <https://www.jstor.org/stable/26458587>
- Ozan, S., Maden, S., (2004). Ankara ili Domates Ekiliş Alanlarında Solgunluk ve Kök ve Kökboğazı Çürüklüğüne Neden Olan Fungal Hastalık Etmenleri. *Bitki Koruma Bülteni*, 44 (1-4): 105-120.
- Özbahçe, A., Padem, H., (2007). Üstün Verim ve Teknolojik Özelliklere Sahip Bazı Salçalık Domates Çeşitlerinin Isparta Koşullarına Uygunluğunun Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11 2, 128-133 s.
- Peixoto, C. C., Cabral, C. S., Fonseca, M. E. N., Boiteux, L. S., & Reis, A. (2021). Species diversity, novel interactions and absence of well supported host guided phylogenetic groupings of Neotropical *Alternaria* isolates causing foliar lesions in Solanaceae. *Journal of Applied Microbiology*, 131(5), 2466-2487.
- Prasad, V and Upadhyay, R.S.,(2010). *Alternaria alternata* f.sp. *lycopersici* and its toxin trigger production of h202 and ethylene in tomato *Journal of Plant Pathology*, 92 , 103-108.
- Raimondo ML. and Carlucci A, (2018). Characterization and pathogenicity assessment of *Plectosphaerella* species associated with stunting disease on tomato and pepper crops in Italy. *Plant Pathology*, 67, 626–641.

- Raza, W., M. Usman, Ghazanfar, Y. Iftikhar, A. Kanwer, H. Naveed, M. Rasheed. (2016). Management of early blight of tomato through the use of plant extracts. *International Journal of Zoology Studies*.
- Ramezani, Y., Taheri, P., Mamarabadi, M. (2019). Identification of *Alternaria* spp. associated with tomato early blight in Iran and investigating some of their virulence factors. *Journal of Plant Pathology*, 101:647–659.
- Raiola, A., Rigano, M., Calafiore, R., Frusciante, L., Barone, A., (2014). Enhancing the Health-Promoting Effects of Tomato Fruit for Biofortified Food. *Hindawi Publishing Corporation Mediators of Inflammation* 2014, 16 pages.
- Reid, T.C., M.K. Hausbeck, K. Kizilkaya (2002). Use of fungicides and biological control in the suppression of *Fusarium* crown root rot of asparagus under greenhouse and growth chamber conditions. *Plant Disease*, 86: 493–498.
- Rotem, J. (1994). The genus *Alternaria*: Biology, epidemiology, and pathogenicity. *American Phytopathological Society*.
- Roy CH., N, Akter., M.K.I., Sarkar Uddin., P.K.M, Begum N, Zenat EA, Miskat A. Jahan, A (2019). Control of Early Blight of Tomato Caused by *Alternaria solani* and Screening of Tomato Varieties against the Pathogen. *The Open Microbial Journal*, 13: 41-50.
- Saad G., S. Farouk, A. Youssef, A. Ali (2012). Exploitation of Biostimulants and Vitamins as an Alternative Strategy to Control Early Blight of Tomato Plants. *Asian Journal of Plant Sciences*, 36-43.
- Sathiyabama, M., Akila G and Einstein R.C. (2014). Chitosan-induced defence responses in tomato plants against early blight disease caused by *Alternaria solani* (Ellis and Martin) Sorauer, *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 47: 1777-1787.
- Schmey, T., Small, C., Hoyos, L. M., Ali, T., Gamboa, S., Mamani, B., & Stam, R. (2022). Small-spored *Alternaria* spp.(section *Alternaria*) are common on wild tomato species. *bioRxiv*.
- Shtienberg, D., Blachinsky, D., Ben-Hador, G., & Dinoor, A.(1996). Effects of growing season and fungicide type on the development of *Alternaria solani* and on potato yield. *Plant Disease*. 80: 994-998
- Siciliano, I., Gilardi, G., Ortu, G., Gisi, U., Gullino, M. L., & Garibaldi, A. (2017). Identification and characterization of *Alternaria* species causing leaf spot on cabbage, cauliflower, wild and cultivated rocket by using molecular and morphological features and mycotoxin production. *European Journal of Plant Pathology*, 149(2), 401-413.
- Siemering, G., Ruark, M., & Geven, A. (2016). The value of *Trichoderma* for crop production. University of Wisconsin–Extension, Cooperative Extension.
- Silva, J.C., B. Wagner (2005) Potential of nonpathogenic *Fusarium oxysporum* isolates for control of *Fusarium* wilt of tomato. *Fitopatologia Bras* 30:409–412.
- Song, J., Soyong, K., Kanokmedhakul, S., Kanokmedhakul, K., Poeaim, S. (2020). Antifungal activity of microbial nanoparticles derived from *Chaetomium* spp. against *Magnaporthe oryzae* causing rice blast. *Plant Protection Science*, 56: 180–190.
- Sorauer, P. (1896). Auftreten einer dem amerikanischen, Early blight B entsprechenden Krankheit an den deutschen Kartoffeln. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten*, 6(1), 1–9.
- Soyong K., Kanokmedhakul, Kukongviriyapa S. and Isobe M, 2001. Application of *Chaetomium* species (ketomine) as a new broad spectrum biological control fungicide for plant diseases control, *Fungal Diversity* 7: 1-15.

- Soytong K., , Kahonokmedhakul,S., Song, J., and Tongon R. 2021 Technology in Agriculture Chapter: *Chaetomium* Application in Agriculture OI: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.99402>
- TÜİK, 2021. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr>. (Erişim tarihi: 28.12.2022).
- Tymon, L. S., Cummings, T. F., & Johnson, D. A. (2016a). Pathogenicity and aggressiveness of three *Alternaria* spp. on potato foliage in the US northwest. *Plant Disease*, 100: 797–801.
- Tymon, L. S., Peever, T. L., & Johnson, D. A. (2016b). Identification and enumeration of small-spored *Alternaria* species associated with potato in the US northwest. *Plant Disease*, 100: 465–472.
- Ünsal, B. (2010). Organik domates yetiştiriciliğinde *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler ile mücadele olanakları (Master's thesis, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- van der Waals, J. E., Pitsi, B. E., Marais, C., & Wairuri, C. K. (2011). First report of *Alternaria alternata* causing leaf blight of potatoes in South Africa. *Plant Disease*, 95: 363–363.
- Varma, PK., Gandhi, SK and Singh, SH. (2008). Biological control of *Alternaria solani*, the causal agent of early blight of tomato. *J. Biol. Control*, 22: 67-72.
- Vilavong, S and Soytong, K. (2016) Application of bio-formulation of *Chaetomium* for bio Control of *Colletotricum gloeosporides* causing coffee anthracnose in Arabica Variety in Los, Intern. *J. Agricul. Technol.* 12 1239-1245.
- Walker, JC. (1952). Diseases of Vegetable Crops, 1st ed. MacGraw-Hill Book Company, Inc. New York. Pp. 471-474.
- Woudenberg, J. H., Truter, M., Groenewald, J. Z., & Crous, P. W. (2014). Large-spored *Alternaria* pathogens in section Porri disentangled. *Studies in Mycology*, 79: 1–47.

ÖZ GEÇMİŞ

Hadier ALHASHIMI, Alseap Lisesi'ni bitirdikten sonra Bağdat Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Ana Bilim Dalı'nda lisansını tamamladı. 2019 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi; Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans programına girdi.

İletişim Bilgileri

ORCID ID : 0000-0001-8437-8323

Yayınlar:

1. Alhashimi, H., Yıldırım, E. ve Tunalı, B. (2022). Domateste Erken Yanıklık Hastalığına Karşı Biyolojik Mücadele. 2. Uluslararası Multidisipliner Doğa Bilimleri ve Mühendislik Kongresi, Ankara.