



**BAĞ'DA KURŞUNİ KÜF HASTALIĞI ETMENİ *Botrytis cinerea*'ya KARŞI BAZI FUNGİSİTLERİN İN VITRO
KOŞULLARDA ETKİLİLİKLERİ**

Mohamed Osman MOHAMED



T.C.
BURSA ULUDAĞ
ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ
ENSTİTÜSÜ

**BAĞ'DA KURŞUNİ KÜF HASTALIĞI ETMENİ *Botrytis cinerea*'ya KARŞI BAZI
FUNGİSİTLERİN *İN VITRO* KOŞULLARDA ETKİLİLİKLERİ**

Mohamed Osman MOHAMED

Orcid No: 0009-0004-8692-5641

Doç. Dr. Himmet TEZCAN

(Danışman)

Orcid No: 0000-0002-6066-7830

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

BURSA – 2024
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BAĞ'DA KURŞUNİ KÜF HASTALIĞI ETMENİ *Botrytis cinerea*'ya KARŞI BAZI FUNGİSİTLERİN *İN VITRO* KOŞULLARDA ETKİLİLİKLERİ

Mohamed Osman MOHAMED

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Himmet TEZCAN

Botrytis cinerea, yaygın olarak gri küf olarak bilinen bir fungal patojendir. Bu patojen genellikle birçok bitki türünde hastalığa neden olur ve meyve, sebze, çiçek ve yapraklarda zararlı etkilere yol açabilir. Bu çalışmada, sebze-meyve yetiştiriciliğinde ve muhafazasında önemli sorunlara neden olan bitki patojeni *Botrytis cinerea*'ya karşı çeşitli formülasyonlarda Fenhexamid, Cyprodinil ve Pyrimethanil aktif maddelerini içeren ticari bitki koruma ürünlerinin etkililikleri in vitro koşullarda araştırılmıştır. Bu çalışmada, üzüm danelerinden izole edilen bir *Botrytis cinerea* izolatına karşı üç farklı firmadan ruhsatlı bitki koruma ürününün etkililikleri incelenmiştir. Bu ürünler Fenhexamid 500g/L SC, Cyprodinil 300ml/L EC ve Pyrimethanil 300g/L SC içermektedir. Bu ürünlerin satış fiyatlarının birbirlerinden oldukça farklı olması nedeniyle, bu çalışma gerçekten etkililiklerinde farkı olup olmadığını belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışma, *Botrytis cinerea* izolatının Patates Dekstroz Agar (PDA) ortamında 9 cm çapındaki petrilerde inkübasyonu ile gerçekleştirilmiştir. Etkililikler 7 günlük inkübasyon süresi sonunda fungusun koloni çaplarının gelişiminin ölçülmesi ile saptanmıştır. Sonuçlar, üç etken maddenin normal kullanım dozlarında (1000 ppm) ve daha düşük dozlarda (80 ppm) etkili olduğunu göstermiştir. Etkinlik farkları, 40 ve 20 ppm dozlarında ortaya çıkmıştır. Buna göre, sırasıyla, Cyprodinil %57.3 ve %53.03, Fenhexamid %72.2 ve %72.6, Pyrimethanil %77.7 ve %30.9 oranında etkili bulunmuştur. Bu tür çalışmaların, önemli fiyat farkları olan fungusitlerin etkililikleri arasındaki farkı belirlemede yararlı olabileceği düşünülmektedir. Bu, bitki koruma ürünlerinin seçimi ve kullanımı konusunda çiftçilere ve tarım uzmanlarına rehberlik etmek için yararlı olabilir.

Anahtar Kelimeler: Fungisit, Fenhexamid, Cyprodinil, Pyrimethanil, *Botrytis cinerea*, İn Vitro, 2024, xv+52 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

THE EFFICACY OF SOME FUNGICIDES AGAINST *Botrytis cinerea*, THE CAUSAL AGENT OF THE FUNGAL DISEASE *Botrytis cinerea* IN VINEYARD IN VITRO CONDITIONS

Mohamed Osman MOHAMED

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Plant Protection

Supervisor: Doç. Dr. Himmet TEZCAN

Botrytis cinerea, commonly known as gray mold, is a fungal pathogen. In this study, the effectiveness of various commercial plant protection products (PPPs) containing Fenhexamid, Cyprodinil, and Pyrimethanil against the plant pathogen *Botrytis cinerea*, which causes significant problems in vegetable cultivation, was investigated under In Vitro conditions. In this study, the effectiveness of three different registered plant protection products against a *Botrytis cinerea* isolate isolated from grape berries was investigated. These products contain Fenhexamid 500g/L SC, Cyprodinil 300ml/L EC, and Pyrimethanil 300g/L SC. Due to the significant difference in the selling prices of these products, this study aimed to determine whether there is indeed a difference in effectiveness. The study was conducted by incubating the *Botrytis cinerea* isolate on 9 cm diameter petri dishes containing Potato Dextrose Agar (PDA) medium. The incubation period was 7 days, and the diameters of the mycelial colonies of the pathogen were evaluated. The results showed that the three active substances were effective at normal application doses (1000 ppm) and lower doses (80 ppm). Differences in effectiveness were observed at doses of 40 ppm and 20 ppm. Accordingly, Cyprodinil was found to be effective at rates of 57.3% and 53.03%, Fenhexamid at rates of 72.2% and 72.6%, and Pyrimethanil at rates of 77.7% and 30.9% respectively. It was concluded that such studies could be useful in determining the real difference in effectiveness between fungicides with significant price differences. This is important information to guide farmers and agricultural experts in the selection and use of plant protection products.

Keywords: Fungicide, Fenhexamid, *Botrytis cinerea*, In Vitro, 2024, xv+52 pages.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans sürecimde, bilgi ve deneyimlerinden istifade ettiğim, tez çalışmamın yürütülmesine ve başarılı bir şekilde tamamlanmasına katkı sağlayan değerli danışman hocam Doç. Dr. Himmet TEZCAN'a teşekkürlerimi sunmak isterim.

İstatistiksel analizlerdeki katkılarından dolayı Sayın Araştırma Görevlisi Alperen Kaan Butuner'e teşekkürlerimi iletiyorum.

Hayatımın bugünlere gelmesinde büyük rol oynayan, varlıklarıyla gurur duyduğum ve eğitim hayatım boyunca hiçbir zaman maddi veya manevi desteklerini esirgemeyen annem Maryan Mayow ve babam Osman Mohamed'a teşekkürlerimi ve minnetlerimi en içten duygularıyla sunuyorum.

Beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan, yardım ve desteğini hiç esirgemeyen değerli kardeşim Abukar Osman'a her zaman yanımda olduğu için ve desteğini daima hissettirdiği için içten teşekkürlerimi sunarım.

Mohamed Osman MOHAMED

03/06/2024

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	iii
TEZ YAYINLANMA	v
FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	v
.....	vi
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ	vi
LİSANSÜSTÜ TEZ TANITIMI.....	vi
ÖĞRENCİ VE DANIŞMAN FORMU	vi
ÖZET	viii
ABSTRACT	ix
TEŞEKKÜR	x
İÇİNDEKİLER	xi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiv
ÇİZELGELER DİZİNİ	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	11
2.1. Bitki hastalıkları.....	11
2.2. Botrytis cinerea'nın bitki koruma açısından önemi.....	18
2.3. Botrytis cinerea'ya etkili fungusitler (Fenhexamid, Cyprodinil, Pyrimethanil).....	25
2.3.1. Fenhexamid.....	25
2.3.2. Cyprodinil	26
2.3.3. Pyrimethanil.....	28
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	31
3.1. Materyal	31
3.2. Yöntem.....	32
3.2.2. Fungisitlerin etkililiklerinin belirlenmesi	34
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	37
4.1 Fenhexamid 500g/L SC, Cyprodinil 300ml/L EC ve Pyrimethanil 300g/L SC etken Maddeli Bazı Fungisitlerin İn Vitro Koşullarda 1000, 500 ve 80 ppm. Dozlarında Botrytis cinerea'nın Miselial Gelişimi Üzerine Etkileri.....	37

4.2 Fenhexamid 500g/L SC, Cyprodinil 300ml/L EC ve Pyrimethanil 300g/L SC etken Maddeli Bazı Fungisitlerin İn Vitro Koşullarda 40 ppm. Dozlarında Botrytis cinerea'nin Miselial Gelişimi Üzerine Etkileri	38
4.3 Fenhexamid 500g/L SC, Cyprodinil 300ml/L EC ve Pyrimethanil 300g/L SC etken Maddeli Bazı Fungisitlerin İn Vitro Koşullarda 20ul/L Dozlarında Botrytis cinerea'nin Miselial Gelişimi Üzerine Etkileri	40
5. SONUÇ	46
6. Kaynaklar Dizini.....	47
ÖZGEÇMİŞ.....	52



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

°C	Santigrat derece
G	Gram
L	Litre
Mg	Miligram
ml	Mililitre (1×10^{-3} l)
μ m	Mikrometre (1×10^{-3} ml)
ppm	1 litre çözelti içinde 1 mg çözünen
%	Yüzde

Açıklama

Kısaltmalar

BKÜ	Bitki Koruma Ürünleri
FRAC	Fungisit Dayanıklılık Çalışma Komitesi
PDA	Patates Dekstroz Agar
spp.	Türler (çoğul)
WP	Islanabilir Toz formülasyon
SC	Süspansiyon konsantre (Suspension concentrate)
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TİSİT	Tarım İlaçları Sanayici, İthalatçı ve Temsilcileri
Derneği	

Açıklama

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil.1.1. Sağlıklı bitki üzerinde bitki patojeninin	4
Şekil.1.2. Kurşuni küf'ün salkımlardaki zararı (Anonim, 2024a).	6
Şekil.1.3. Bitki hastalıklarının ve bitki patojenlerinin tespit ve teşhisinde yaygın olarak kullanılan yöntemleri gösteren diyagram (Shukla vd., 2023).....	7
Şekil.1.4. Sürdürülebilir tarımsal üretim (Kalogiannidis vd.,2022).....	8
Şekil.1.5. Hastalık Üçgeni: Tüm bileşenler mevcut ve hastalık meydana gelir (Douglas, 2008).....	9
Şekil.2.1.1. Domates Septoria yaprak lekesi.....	12
Şekil.2.1.2. Küf Fungii yaygın olarak birçok peyzaj ve bahçe bitkisini enfekte eden	13
Şekil. 2.1.3. Kızılağaç-elma pası, paslar olarak bilinen benzersiz bir fungi grubu...	14
Şekil.2.1.4. Cucurbita solgun küf patojeni.....	15
Şekil.2.2.1. Teleomorf Botryotinia fuckeliana (de Bary) Whetzel Botrytis cinerea'nın eşeyli yapıları (Dean vd., 2012).....	20
Şekil.2.2.2. Şekil 2.2.2. Ahududu meyvesinde <i>Botrytis cinerea</i> 'nin gelişimi (Williamson vd., 2007).....	20
Şekil.3.1.1. Çalışmada kullanılan fungusitlerin ticari ambalajlarının genel görünümleri.....	31
Şekil.3.1.2. Mikoloji laboratuvarı aletlerinden masa üstü otoklavının.....	32
Şekil.3.2.1.1. Fungisit içeren petrilere hazırlanması safhaları.....	34
Şekil.3.2.2.2. <i>Botrytis cinerea</i> 'nin miselial disklerinin fungusitli petrilere ekimi.....	35
Şekil.4.1.1. Fenhexamid 500g/L SC, Cyprodinil	
Şekil.3.2.2.3. <i>Botrytis cinerea</i> 'nin miselial gelişiminin ölçülmesi.....	36
Şekil.4.1.1. Fenhexamid 500g/L SC, Cyprodinil 300ml/L EC ve Pyrimethanil 300g/L SC etken maddeli fungusitlerin <i>In Vitro</i> koşullarda ve 1000, 500 ve 80 ppm dozlarında <i>Botrytis cinerea</i> 'nin miselial gelişimi üzerine etkililikleri.....	37
Şekil.4.2.2. Fenhexamid 500g/L SC, Cyprodinil 300ml/L EC ve Pyrimethanil 300g/L SC etken maddeli fungusitlerin <i>In Vitro</i> koşullarda ve 40 ppm dozlarında <i>Botrytis cinerea</i> 'nin miselial gelişimi üzerine inkübasyonun 3., 5. ve 7. günlerindeki etkililikleri.....	40
Şekil.4.3.1. Türkiye'de ruhsatlı bazı Fenhexamid 500g/L SC, Cyprodinil 300ml/L EC ve Pyrimethanil 300g/L SC etken maddeli fungusitlerin <i>In Vitro</i> koşullarda ve 20 ppm dozlarında <i>Botrytis cinerea</i> 'nin miselial gelişimi üzerine inkübasyonun 3., 5. ve 7. günlerindeki etkililikleri.....	42

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge.2.2.1. <i>Botrytis cinerea</i> taksonomik sınıflandırması.....	18
Çizelge.3.2.1.1. <i>Botrytis cinerea</i> izolatına karşı, denenmiş fungusit dozları.....	33
Çizelge.4.2.1. Fenhexamid 500g/L SC, Cyprodinil 300ml/L EC ve Pyrimethanil 300g/L SC etken maddeli fungusitlerin İn Vitro koşullarda 40 ppm dozlarında <i>Botrytis cinerea</i> 'nın miselial gelişimi üzerine inkübasyonun 3., 5. ve 7. gününde etkililikleri.....	39
Çizelge.4.3.1. Türkiye’de ruhsatlı bazı Fenhexamid 500g/L SC, Cyprodinil 300ml/L EC ve Pyrimethanil 300g/L SC etken maddeli fungusitlerin İn Vitro koşullarda 20 ppm dozlarında <i>Botrytis cinerea</i> 'nın miselial gelişimi üzerine inkübasyonun 3., 5. ve 7. gününde etkililikleri.....	41
Çizelge.4.3.2. Fenhexamid, Cyprodinil ve Pyrimethanil etken maddeli fungusitlerin 20 ppm dozlarında ve inkübasyonun 7. günündeki <i>Botrytis cinerea</i> 'nın miselial gelişimi üzerine etkilerinin istatistiksel ayırımı*	42

1. GİRİŞ

Nüfusun sürekli artışı,, hızlı kentleşme ve sanayileşme ile tarımsal alanlar alarmanına neden olan bir hızla bozulmaktadır. Bugünün büyük nüfusunu beslemek için sınırlı arazi kaynaklarından artan tarım ürünü çıktısı gerekmektedir. Bu sebeple tarımsal topraklara yüksek dozlarda inorganik gübrelerin sürekli uygulanmanmaktadır. Bunlar toprağın sağlığını olumsuz etkilemekte, onu zararlılara ve hastalıklara daha duyarlı hale getirmektedir. Geleneksel ve çevre dostu tarım yöntemleri, tarımsal kimyasalların kullanılması sonucunda artık kullanılmamaktadır ve bu da tarımı olumsuz etkilemektedir. Bitkilerin korunması, tarımsal üretim hedeflerine ulaşmak için kritiktir. Hedefleri, sadece tehlikeli organizmaları yok etmek değil, aynı zamanda onların ne zaman ortaya çıkacaklarını ve ne kadar yayılacaklarını öngörmek ve aşırı tehlikeli enfeksiyonları önlemektir. Son dönemde bitki korumasındaki gelişmeler, güvenli ve yüksek kaliteli tarımsal ürünleri sağlamak için bitki koruma kimyasallarının, ekipmanlarının ve mevcut yeniliklerin tüm gıda üretim sistemlerine katkı sağlayabileceğini göstermektedir (Reddy, 2022a).

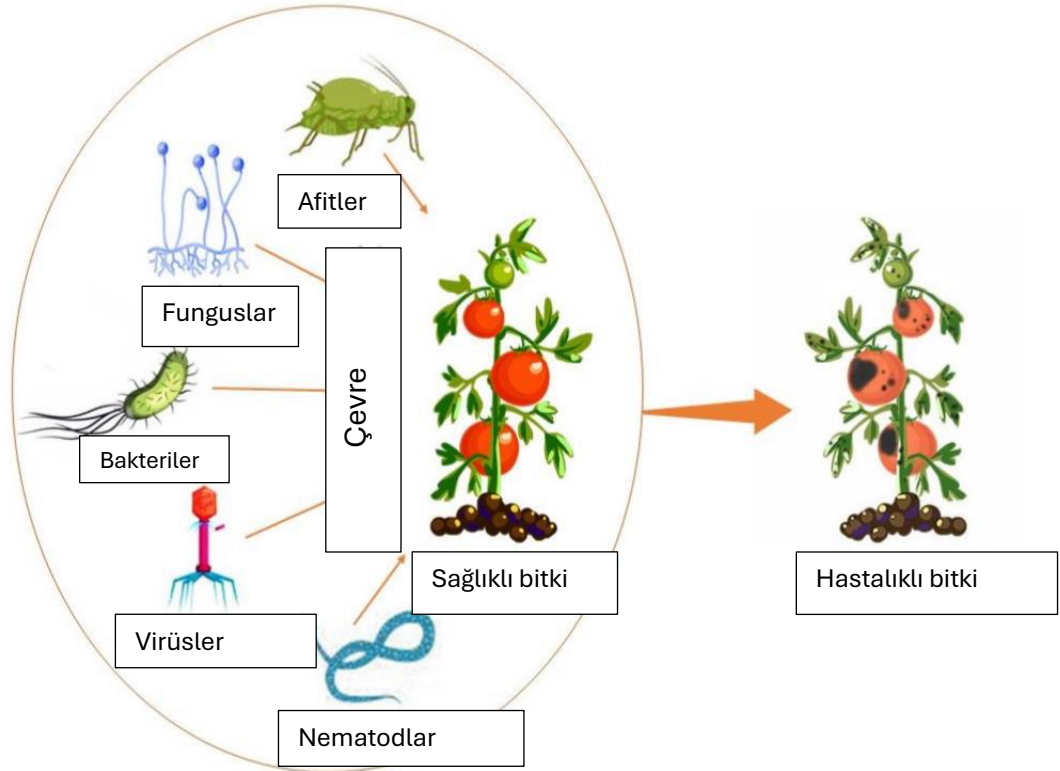
Küresel nüfusun hızla artmasıyla birlikte yeterli gıda üretimi sağlama görevi, tüketim alışkanlıklarının değişmesiyle birlikte ek bir zorlukla karşı karşıyadır. Ayrıca, iklim değişikliğinin dramatik etkileriyle ve su ve arazinin giderek artan kıtlığıyla başa çıkma ihtiyacı da bulunmaktadır. Dünya genelindeki popülasyonu sürdürmenin yanı sıra, gıda üretim yöntemleri çevreyi ve doğal kaynakları korumaya yardımcı olmalı ve aynı zamanda çiftçilerin geçimini desteklemelidir. Küresel nüfus şu anda yaklaşık 7 milyar civarında olup hala artmaktadır. 2010 yılında sadece 1 milyar insan, günlük minimum önerilen kalori alımını sağlamamışken, dünyanın diğer bölgelerinde çok yüksek tüketim seviyeleri görülmüştür. Bu dengesizliğin arkasındaki faktörler karmaşıktır, ancak bilimin açlığı hafifletme ve gıda üretiminin sonu olmayan gezegenimiz için sonuçlarını yönetme konusunda kritik bir rolü bulunmaktadır. Kesin olan şudur ki, küresel nüfus ve tüketim seviyeleri gelecek yarım yüzyıl boyunca artmaya devam edecektir. Bu nedenle, gelecekteki ihtiyaçlarımızı karşılamak için gıda üretimi en az %50 artmalı ve bunun öncelikle mevcut tarım arazilerinde gerçekleşmesi gerekmektedir. Zararlılar ve hastalıklar, genellikle bitkilerin ve hayvanların kaybına neden oldukları için gıda üretimini olumsuz etkileyebilir.

Zararlılarla ve hastalıklarla başa çıkmak genellikle çok zaman ve finansal kaynak gerektirebilir, ancak bu kayıpları azaltmak, gıda arzını arttırmanın en erişilebilir yollarından biridir. Dünyanın çoğu bölgesinde, iklim değişikliği de gıda üretimini etkileyebilir. Genellikle bitkilerin üretebileceği gıda miktarını azaltır ve aşırı durumlarda tamamen gıda üretimini durdurabilir. Aynı şekilde, iklim değişikliğinin, daha az yağışa neden olabilir ve sulama sistemleri aracılığıyla su temin etme ihtiyacına daha fazla baskı yapabilir (Brithish Council, 2016).

Food and Agriculture Organization (FAO, 2009) tarafından belirtilene göre, küresel tarım üretimindeki büyümenin yüzde doksanı (gelişmekte olan ülkelerde yüzde sekseni) daha yüksek verimler ve artan tarım yoğunluğundan kaynaklanması beklenmekte, geri kalan kısmı ise arazi genişlemesi kaynaklı olacağı bildirilmektedir. Tarıma elverişli arazi, yaklaşık olarak 70 milyon hektar (veya yüzde 5'ten az) genişleyecek, gelişmiş ülkelerdeki 50 milyon hektarlık (veya yüzde 8) azalma dikkate alındığında, gelişmekte olan ülkelerdeki 120 milyon hektarlık (veya yüzde 12) genişleme telafi edilecektir. Gelişmekte olan ülkelerdeki tarıma elverişli arazi genişlemesinin neredeyse tamamı, Sahra Altı Afrika ve Latin Amerika'da gerçekleşecektir. Sulama için donatılan arazi yaklaşık olarak 32 milyon hektar (yüzde 11) genişleyecek, sulanan tarım arazisi ise yüzde 17 artacaktır. Bu artışın tamamı gelişmekte olan ülkelerde olacaktır. Su kullanımındaki yavaş iyileşme ve pirincin (su kullanımında nispeten yoğun olan) alanının azalması nedeniyle, sulama için su çekimleri daha yavaş bir hızda artacak, ancak 2050'ye kadar yüzde 11 civarında artmış olacaktır (veya yaklaşık 286 kilometreküp). Sulama kaynaklı yenilenebilir su kaynaklarındaki baskı ciddi kalacak ve Orta Doğu/Kuzey Afrika ve Güney Asya'da birkaç ülkede hafifçe artabilir. Verim artışındaki büyüme devam edecek ancak geçmişteki oranına göre daha yavaş hızda olacaktır. Bu yavaşlayan büyüme süreci zaten bir süredir devam etmektedir. Ortalama olarak, projeksiyon dönemi boyunca yıllık tarımsal verimdeki artış oranı, tarihsel büyüme oranının yarısı (0,8 oranında) olacaktır (gelişmekte olan ülkeler için ise 0,9 ve 2,1 oranında). Hububat verim yıllık olarak yüzde 0,7 oranında azalacak (gelişmekte olan ülkelerde yüzde 0,8), ve 2050'ye kadar ortalama hububat verimi mevcut 3,2 ton/hektar'dan 4,3 ton/hektar'a çıkacaktır.

Bitkiler, dünya üzerindeki tüm yaşam için gereklidir ve gıda zincirimizin temelini oluştururlar. Yakın gelecekte büyüyen insan nüfusunun sınırlı arazi kaynağından gıda ve yem taleplerini karşılamak için tarımsal üretimin önemli ölçüde artırılması gerektiği geniş çapta kabul edilmektedir. Bu durum, dar genetik temel, yüksek dozlarda gübreler, pestisitler, sulama, tek tip ekim gibi girdilerle yoğun tarım sistemlerinin kullanılmasını gerektirmiştir; bu da hastalık ve zararlıların gelişimine neden olmuştur. Özellikle CO₂ konsantrasyonundaki keskin artış gibi küresel iklim değişikliğinin etkisi, bitkileri patojenlere ve zararlılara karşı daha savunmasız hale getirmiştir. Tarımın kimyasallaşması nedeniyle, hijyen, ekim nöbeti, karma ekim gibi eski çağlardan kalma çevre dostu zararlı yönetimi uygulamaları artık yapılmamaktadır ve bu da bitkileri olumsuz etkilemektedir. Bu durum, araştırmacıları çevre dostu ve yeni zararlı yönetimi yaklaşımları aramaya yönlendirmiştir. Sonuç olarak, bitki korumanın, tarım üretim hedeflerine ulaşmada önemli bir rol oynamaya devam ettiği görülmektedir (Reddy, 2022b).

Bitki hastalıklarının incelenmesine fitopatoloji denir, bu karmaşık fenomeni anlamaya yönelik tüm biyolojik ve bilimsel çabaları kapsar. Bu nedenle, bitki hastalıklarının kökeni, ilerleyişi ve yönetimi alanının adı fitopatolojidir. Günümüzde, hastalığın konak, parazit ve çevre arasındaki etkileşimler sonucunda ortaya çıktığına inanılmaktadır (Şekil 1.1). Bu reaksiyonlar bitkinin form, fonksiyon veya bütünlüğünde negatif değişikliklere neden olur ve bitkiyi veya bileşenlerinden bir kısmını kısmi olarak etkisiz hale getirebilir veya ölümüne neden olabilir. Ancak, İngiliz Bitki Patologları Federasyonu'nun 1973 tarihli yayını, Bitki Patolojisinde Terimlerin Kullanımına İlişkin Bir Kılavuz, "bozukluk" teriminin başka faktörler tarafından tetiklenen (yani sözde enfeksiyöz olmayan hastalıklar) arızaları tanımlamak için kullanılmasını önermektedir. Bu sürecin, bazı acıya neden olarak semptomlara yol açabileceği anlaşılmaktadır. Amerikan Fitopatoloji Derneği'nin Terimler Komitesi ve onun İngiliz Mikoloji Derneği muadili, hastalığın bu anlayışını kabul etmiştir (Shukla vd., 2023).



Şekil 1.1. Sağlıklı bitki üzerinde bitki patojeninin etkisi (Shukla vd., 2023).

Botrytis spp., geniş bir bitki türlerinde önemli hastalıklara ve önemli mahsul kayıplarına neden olan etkili patojenlerdir. Burada, bu patojenlerin incelenmesine ilişkin incelememizi ve ayrıca *Botrytis*'in konaklarıyla etkileşiminde son 10 yılda yapılan önemli ilerlemeleri vurguluyoruz. Moleküler genetikteki ilerlemeler ve özellikle ilgili filogenetik işaretçilerin geliştirilmesi, yaklaşık olarak 30 türün karakterize edilmesine yol açmıştır. *Botrytis* spp.'nin konak aralığı, tarım bitkilerinin 170 ailesinden oluşan bitki türlerini içerir.

Nem kontrolü ile ilgili olarak, nemi azaltmayı amaçlayan farklı kültürel yöntemler, kimyasal botritisitlerin veya biyokontrol tedavilerinin uygulanmasına ek olarak, hastalık baskısının iyileştirilmesi için bir araya getirilebilir. Son yıllarda, *Botrytis* kaynaklı hastalıklara karşı bitkisel özütler, mineraller ve organik bileşikler gibi birçok biyolojik kontrol ajanı ve diğer biyopestisitlerin geliştirilmiştir. Ancak, sentetik fungisitlerin uygulanmasına dayanan

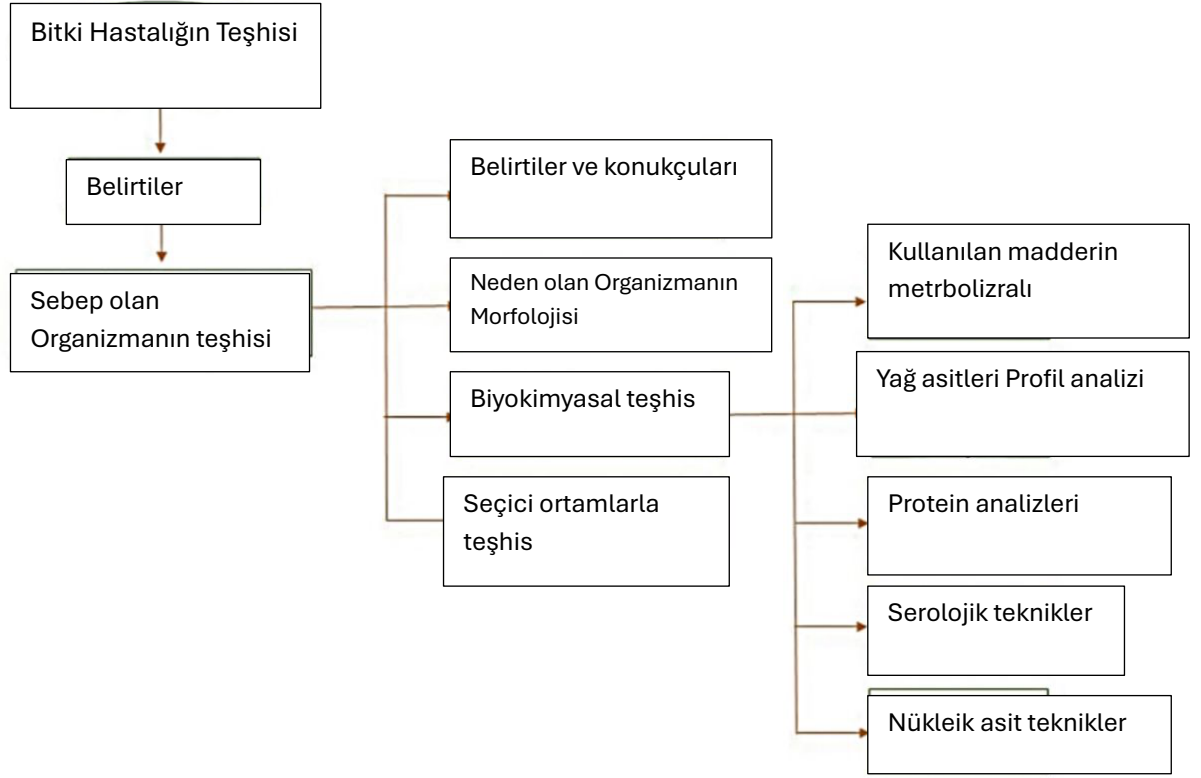
kimyasal kontrol, hala birçok tarım ürününün etkili ve güvenilir korunmasının başlıca yöntemini oluşturmaktadır. Ayrıca, *Botrytis cinerea* tarafından oluşturulan hasat sonrası kayıpların minimize edilmesinde bütünsel bir yaklaşımı benimseyen entegre yönetim programları, anahtar rol oynamaktadır (Elad, 2016).

Bitki hastalıklarıyla kimyasal savaşımın en önemli sorunlarından biri, belki de en önemlisi, hastalık etmeni patojenlerin fungusitlere duyarlılıklarının azalmasıdır. Uygulamada bir patojenin bir fungusite duyarlılığı azaldıkça o fungusitin etkililiği de yavaş yavaş düşmeye başlar. Bu durum ile bağlantılı olarak değişik sorunlar da zaman içinde ortaya çıkar. Mikroorganizmaların kimyasal maddelere duyarlılıklarının azalmaya başlaması, uygulamada hemen fark edilebilen bir olgu değildir. Duyarlılık azalışı, yukarıda da değinildiği gibi belli bir süreçte ortaya çıktığından, duyarlılığı azalmaya başlayan patojenler, duyarlılıklarının azalmaya başladığı fungusitlerden giderek daha az etkilenirler. Bu duruma ilk tepki, daha önceleri elde ettiği yüksek etkililiği artık elde edememeye başlayan üreticilerden gelir. Üreticiler, bekledikleri daha önceki yüksek etkililikleri elde edebilmek amacıyla, doz yükseltmeye ya da ilaçlama aralıklarını daraltmaya başlar. Söz konusu doz yükseltme ya da ilaçlama aralıklarının daraltma, etkililik düşmesine paralel biçimde sürer. Bu gidiş, çevre kirliliği ve gıda güvenliği açısından değişik sorunların ortaya çıkmasını tetikler. Üreticilerin doz yükseltmesi ya da uygulamaları sıklaştırılması, duyarlılık azalışına yol açan fungusitin kullanımının artık ekonomik olmaktan çıkmasına ya da yükselen dozların fitotoksik etkiler göstermeye başlamasına kadar sürer. Yükselen dozlar ve yoğunlaşan uygulamalar duyarlılıktaki azalışın daha da hızlanmasına neden olur. Bu gelişmeler, konu olan fungusitin ya da fungusitlerin piyasa ömrünü olumsuz yönde etkilemeye başlar. Bilindiği gibi, etkililiği düşmeye başlamış, yükselen dozlar ve sıklaşan uygulamalarla kalıntı riski artmış bir fungusitin satış şansı da giderek azalır, piyasa ömrü bitme sürecine girer (Delen, 2020a).



Şekil 1.2. Kurşuni küf'ün salkımlardaki zararı (Anonim, 2024a).

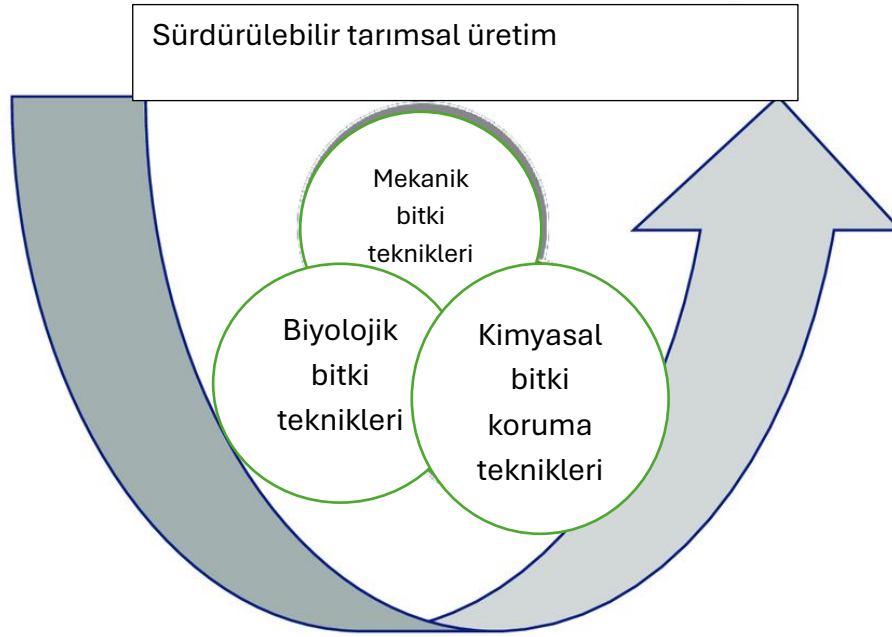
Bitkiler, kötü genetik yapı ve mineral eksiklikleri gibi olumsuz çevresel faktörler nedeniyle kötü performans gösterebilir, ancak bu bölümde yalnızca bitki hastalıklarının biyotik nedenleriyle ilgilenilecek, bunların tespiti, tanımlanması ve hastalıkların teşhisi (Şekil 1.3)'de gösterilmiştir (Shukla vd., 2023).



Şekil 1.3. Bitki hastalıklarının ve bitki patojenlerinin tespit ve teşhisinde yaygın olarak kullanılan yöntemleri gösteren diyagram (Shukla vd., 2023).

Tarım ürünlerini yabancı otlar, zararlılar, virüsler, bitki hastalıkları ve diğer istenmeyen unsurlardan korumak için tarım ilaçları, kimyasal tarım koruma ürünleri (TKÜ) olarak da bilinen doğal veya sentetik bileşikler kullanılır. İnsanlar binlerce yıldır gıda üretimini artırmak ve böcek zararını en aza indirmek için mücadele etmektedirler. Yıllar boyunca tarım üretimini ve kalitesini artırmak için çeşitli çabalar gösterilmiş ve bunların başarısı değişken olmuştur. Tarım geliştikçe, daha az insan daha büyük arazileri işlemekte ve daha yüksek verimler elde etmektedir. Bu değişim nedeniyle, Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada'da nüfusun %98'i, tarım ürünlerini üretmek için kalan %2'ye bağlıdır. Tarım ürünlerini korumak için benimsenen bu strateji, önceki dönemlerde görülmemiş yapay kimyasal gübreler ve tarım ilaçları gibi tarımsal tekniklerdeki gelişmelerin büyük ölçüde etkisiyle başarılı olmuştur. Tarım topluluğu, hem resmi politikaların hem de daha az ya da daha fazla ölçüde özel piyasa faaliyetlerinin sonucu olarak yeni ve daha iyi tarım ve üretim teknikleri

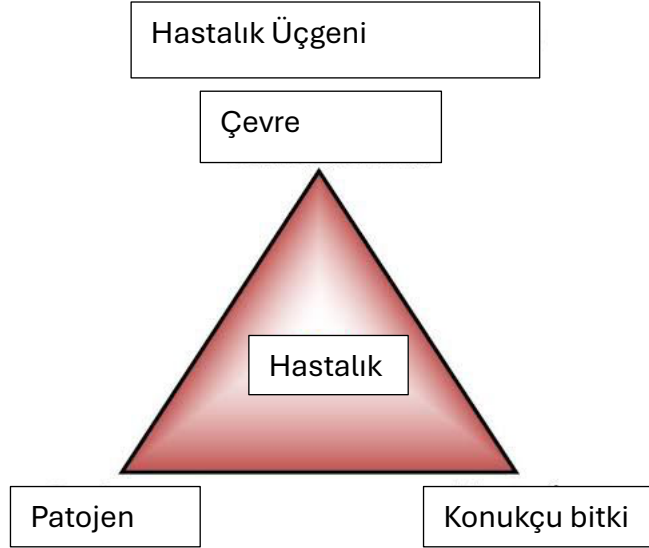
oluşturmak için adımlar atmıştır. Çiftçiler, geleneksel tarım uygulamalarını değiştirerek daha ileri üretim tekniklerini benimsemeleri için tüccarlar, gıda işletmeleri ve çiftçi örgütleri gibi özel gıda pazarı girişimleri tarafından teşvik edilmektedir. Bu tür pazar girişimleri genellikle sürdürülebilir kaynak yönetimi ile pazarlama taktiklerini birleştirmektedir. Çevreyi koruyan tarım tekniklerini uygulamak için yeni yöntemler kullanılmalıdır. Dijital teknoloji kullanımıyla küresel tarım-gıda sistemleri ekonomik, sosyal ve çevresel açıdan daha sürdürülebilir hale getirilebilir. Zengin ülkeler dijital tarımsal yenilik ve benimsemesinin öncüsü olmuşken, fakir ülkeler büyük fayda sağlayabilir. Ayrıca, tarımsal üretkenliği artırabilecek daha ahlaki ve sürdürülebilir tarım uygulamalarına yönelik artan sosyal ve çevresel baskılar bulunmaktadır. Sürdürülebilir tarımsal üretkenlik ve yönetimde koruma teknolojileri üç büyük gruba ayrılır: (1) kimyasal tarım koruma teknikleri, (2) biyolojik tarım koruma teknikleri ve (3) mekanik tarım koruma teknikleri (Kalogiannidis vd., 2022).



Şekil 1.4. Sürdürülebilir tarımsal üretim (Kalogiannidis vd., 2022).

Pestisit kullanımının önemli ve son derece başarılı olduğu durumlar bulunsa da, birçok hastalık sorununu pestisitler olmadan da başarıyla yönetmek mümkündür. Kimyasal hastalık kontrolü, biyotik ajanların etkilerini sınırlamak için pestisitler (fungisitler, bakterisitler ve

nematisitler) kullanır. Fungisitler hastalık kontrolü için en yaygın kullanılan kimyasallardır. Ancak çoğu durumda, kontrol derecesi bileşiğin uygun seçimine, zamanlamasına ve uygulama yöntemine bağlıdır. Bu bağlamda, uygun fungisidin seçimi, fungusitlerin etkinliğinin doğru bir şekilde belirlenmesine bağlıdır; bazı fungusitler tüm veya çoğu türdeki funguslara toksiktir, diğerleri ise yalnızca belirli tipte funguslara etki ederler. Pestisitlere bir başka bakış açısı ise "bitki ilaçları" olarakdır, bunlar bitkileri enfeksiyon ajanlarından korumak veya iyileştirmek için kullanılan bileşiklerdir (Douglas, 2008).



Şekil 1.5. Hastalık Üçgeni: Tüm bileşenler mevcut ve hastalık meydana gelir (Douglas, 2008).

Botrytis cinerea, birçok bitki türünde zarara neden olabilir ve tarımsal üretimde özellikle önemli bir hastalık etmenidir. Özellikle üzüm bağları, çilek, domates, gül ve süs bitkileri gibi birçok bitki türünde hastalığa sebep olabilir. Bu fungusun enfeksiyonu genellikle nemli koşullarda ve seralarda daha yaygındır. *Botrytis cinerea*'nın kontrolü için kültürel uygulamalar, kimyasal mücadele yöntemleri ve biyolojik kontrol ajanları gibi çeşitli yöntemler kullanılmaktadır.

Bunlar arasında hastalık direncine sahip bitki çeşitlerinin kullanılması, hastalıklı bitki materyallerinin temizlenmesi, nem kontrolü, fungusit uygulamaları ve biyolojik mücadele yöntemleri bulunur.

Botrytis cinerea'nın bitkilerde kurşuni küf hastalığı etmeni olarak tanılanması, Türkiye'de uzun yıllardır bilinmesine rağmen halen sorun olmaya devam ettiği ve bunun kontrolüne yönelik çok sayıda kimyasal fungusitin ruhsatlı olduğu, son zamanlarda kimyasallara alternatif olarak biyofungisitlerin ve bitki ekstraktlarının da ruhsatlandırıldığı görülmektedir (Anonim, 2008a ; Anonim, 2008b ; Anonim, 2008c ; Anonim, 2024a ; Anonim, 2024b)

Bu çalışmada, Türkiye'de ruhsat almış ve piyasada en kolay bulunabilen, fiyatları birbirinden oldukça farklı, üç kimyasal etken maddeli fungusitin, etkililikleri arasında in vitro koşullarda fark olup olmadığının araştırılması arzu edilmiştir. Bu nedenle çalışmanın amacını, Fenhexamid 500g/L SC, Cyprodinil 300ml/L EC ve Pyrimethanil 300g/L SC içeren üç farklı ticari preparatın (Teldor SC 500, QUALY® 300 EC ve Milis 30 SC) *Botrytis cinerea*'ya karşı İn vitro koşullarda etkinliğini araştırmak ve aralarında belirgin farklar olup olmadığını tespit etmek oluşturmuştur.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

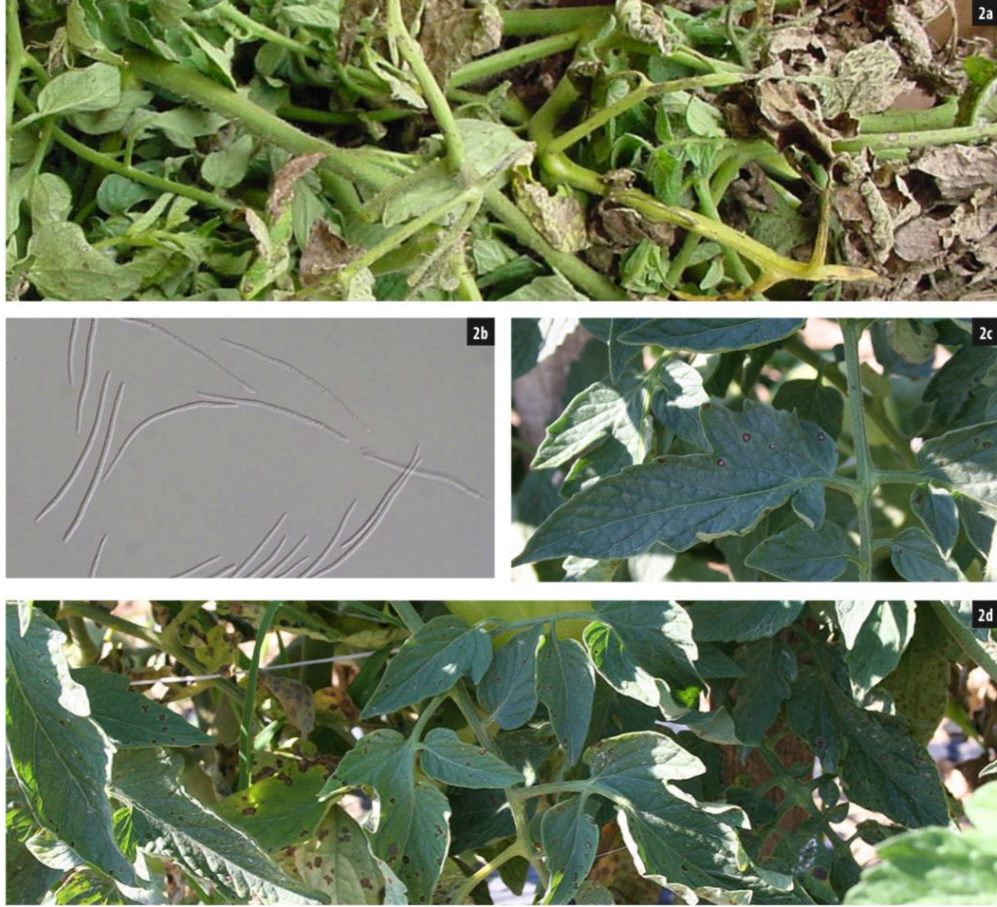
Bu çalışmanın konu ile ilgili kaynaklarını üç ana başlıkta toplamak mümkündür:

1. Bitki hastalıkları 2. *Botrytis cinerea*'nın bitki koruma açısından önemi, 3. Fenhexamid, Cyprodinil, Pyrimethanil, 4. *Botrytis cinerea*'nın Fenhexamid, Cyprodinil, Pyrimethanil ve diğer yapılan çalışmalar.

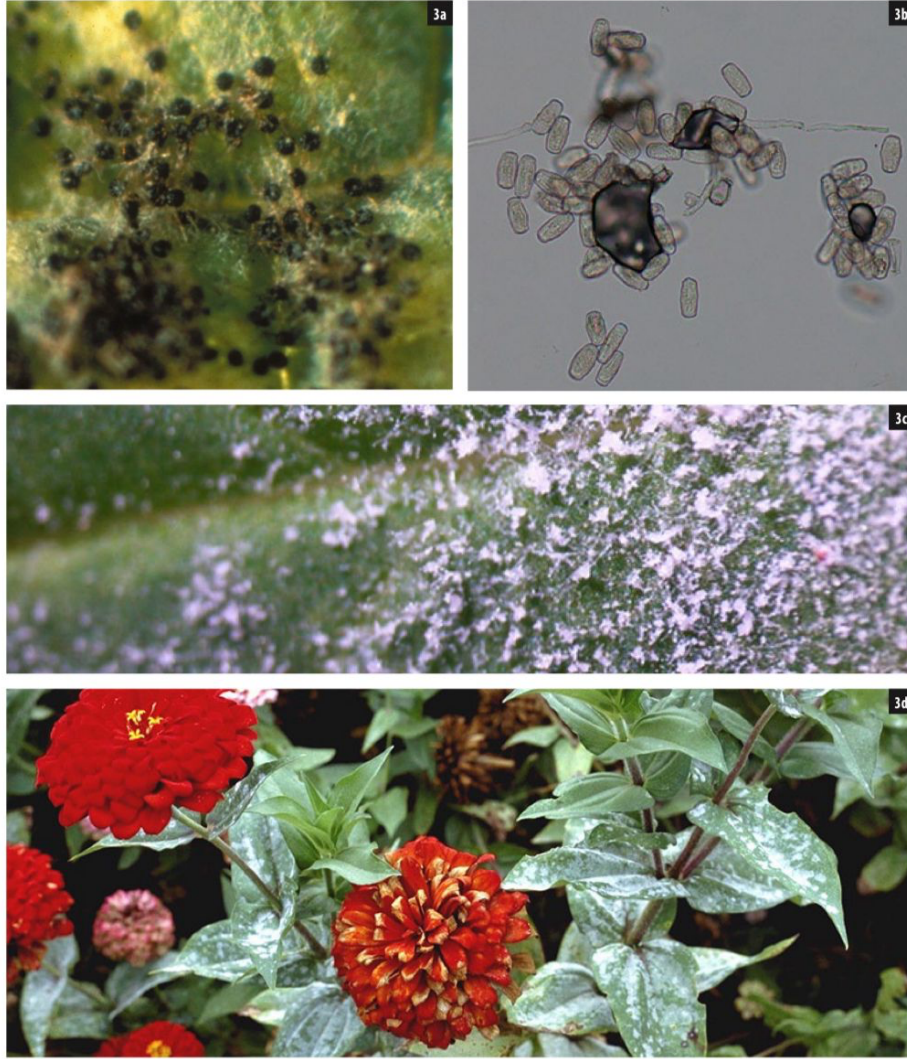
2.1. Bitki hastalıkları

Patogen hâlâ üretim sistemlerinde mevcuttur, ancak dirençli çeşitler, hijyen ve fungusitlerle kontrol altına alınmaktadır. Funguslar bitkilerde hastalık oluşturan en yaygın hastalık etmenlerinden biridir. Binlerce fungus bitki hastalıklarına neden olabilen bu çok hücreli organizmalardır. Fungusların vücutları, hifler adı verilen ipliksi tellerden oluşur. Hiflerin kitleleri miselyum olarak adlandırılır. Yeterince büyük olduklarında, bu kümeler bir mikroskop olmadan bile görülebilir. Toz küfü, fungus miselyumlarının görülebildiği hastalıklardan bir örnektir. Funguslar sporlar aracılığıyla ürerler, bu sporlar eşeyli veya eşeysiz olarak üretilebilir. Sporlar renk, şekil, boyut ve fonksiyon açısından farklılık gösterirler, Bu farklılık sıklıkla patojenleri tanımlamak için bir araç olarak kullanılabilir. Bazı funguslar sporlarını eşeyli spor yuvaları (askokarplar, püstüller, fungilar) veya eşeysiz spor yuvaları (psinidya, aservül) içinde üretir. Bu spor yuvalarının birçoğu küçüktür ve mikroskop yardımı gerektirebilirken, bazıları (basidiokarp veya pas püstüleri gibi) çıplak gözle görülebilir. Diğer fungus türleri ise yapılar içinde kapanmayan veya korunmayan sporlar üretir. Bu spor tipleri, yapı içindeki spordardan daha duyarlıdır. Fungus sporu bir bitki yüzeyine temas ettiğinde, koşullar patojen için uygun olduğu sürece bir tohum gibi çimlenir. Hifler spordardan çıkar ve bitki stomaları gibi doğal bitki açıklıklarından, yaralardan veya bitki epidermisinin doğrudan penetrasyonu yoluyla bitkilere enfeksiyon bulaştırabilir. Enfekte olduktan sonra, funguslar konaklarından besinlerini alırlar. Funguslar büyüdükçe ek sporlar üretir, bu da patojenin yayılmasına yardımcı olur. Sporlar veya miselyum parçaları (bu bulaşıcı birimler propagul olarak adlandırılır), rüzgar, su, toprak, böcekler, hayvanlar ve insanlar aracılığıyla yayılabilir. Funguslar sadece bitkiden bitkiye değil, aynı zamanda tek bir bitki içinde de yayılabilir. Funguslar, bir bitki içinde damar sistemi veya çeşitli bitki dokularında çoklu enfeksiyon sitelerine neden olan spor sıçramaları yoluyla tek bir bitki

içinde yayılabilir. Funguslar tarafından neden olan yaygın belirtiler arasında yaprak lekeleri, solgunluklar, solarak kuru dal, kabuk çatlakları, meyve çürümeleri ve geriye doğru çekilmeler bulunur (Leonberger, Jackson & Smith 2024).



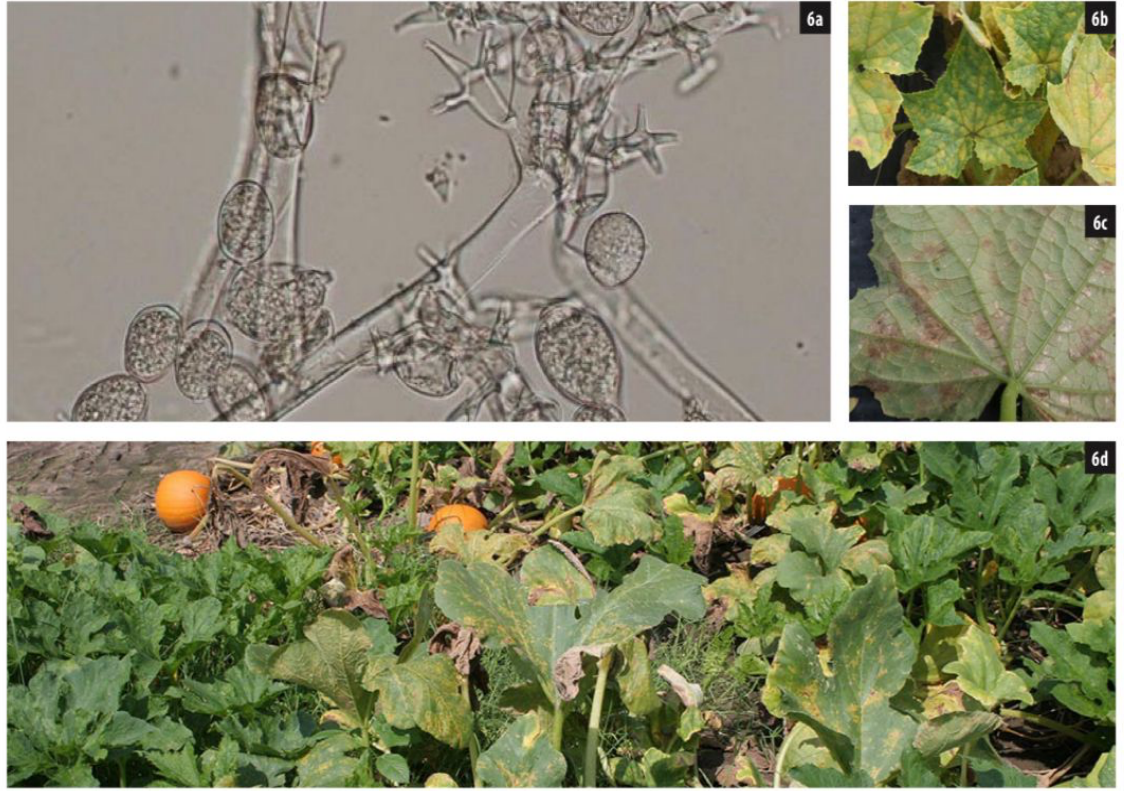
Şekil 2.1.1. Domates Septoria yaprak lekesi, birçok bahçıvanın tanıdığı bir hastalıktır. Sporlar kışı enfekte bitki artıklarında (2a) ve yabancı ot konaklarında geçirir. İlkbaharda, sıcaklıklar uygun olduğunda, yağmur sporları (2b) yeni bitki gelişimine sıçrar ve enfeksiyon meydana gelir. Küçük dairesel lezyonlar yapraklarda (2c), saplarda ve gövdelerde gelişir. Bu patojenin meyveye bulaşması bilinmemektedir. Belirtiler, nemin yüksek olduğu alt bitki parçalarında ve ilk sıçrayan sporların indiği yerlerde ilk olarak ortaya çıkar. Sezon ilerledikçe, fungi ek spolar üretir ve su tarafından bitkilerin daha üst kısımlarına sıçratılır. Şiddetli enfekte bitkilerde nekroz ve yaprak dökülmesi (2d) görülebilir (Leonberger, Jackson & Smith 2024).



Şekil 2.1.2. Küf hastalığı yaygın olarak birçok peyzaj ve bahçe bitkisini enfekte eden bir hastalıktır. Bu fungal patojenin sporları kışı enfekte bitki kalıntıları veya odunsu doku üzerinde (3a) hayatta kalır. Bahar geldiğinde, sıcaklıklar uygun olduğunda, yağmur spreyleri (3b) yapraklardan yeni bitki büyümesine bulaşan sporları üzerine taşır. Sezon boyunca fungi ekstra sporlar (3c) üretir ve ardışık enfeksiyonlara neden olur. Sonuç, erken dökülmeyi gösterebilen beyaz bir tozlu bitkidir (3d) (Leonberger, Jackson & Smith 2024).



Şekil 2.1.3. Kızılağaç-elma pası, paslar olarak bilinen benzersiz bir fungi grubu tarafından oluşturulur. Birçok pas patojeni, yaşam döngülerini tamamlamak için birden fazla konakçıya ihtiyaç duyar. Kızılağaç-elma pası durumunda, patojen kışı ardıc üzerinde ur olarak geçirir (4a). Bahar yağmurları başladığında, ur fungi sporlarından oluşan sümüksü "boynuzlar" üretir (4b). Bu sporlar elma ve ilgili konakçıların yapraklarını ve meyvelerini enfekte eder (4c). Geç yazın sonlarında, elma lezyonları başka bir spor tipi üretir ve ardıçları enfekte eder (4d) ((Leonberger, Jackson & Smith 2024).



Şekil 2.1.4. Cucurbita solgun küf patojeni, güney Amerika'daki kışlama sitelerinden her yıl kuzeye rüzgarla taşınan sporalara (6a) sahiptir. Enfeksiyondan kısa bir süre sonra, sarı, açılı yaprak lekeleri gelişir (6b). Sporlar, yaprakların alt kısımlarında üretilir (6c); spolar, su/yağmur aracılığıyla yeni dokuya yayılır. Şiddetli şekilde enfekte olmuş bitkilerde yaprak dökülmesi meydana gelebilir (6d). Cucurbita solgun küf patojeni, Kentucky'de kışı yaşayamaz çünkü yaşayan bitki dokusuna ihtiyaç duyar ve laboratuvar koşulları dışında kışlama sporları üretildiği bilinmemektedir. Diğer solgun küf patojenleri, Kentucky'deki yaprak artıklarında kışlayabilir (Leonberger, Jackson & Smith 2024).

Bitki fungal hastalığı tarımsal felaketlere neden olan en zararlı faktörlerden biridir ve ticari ve küçük çiftçi tarımında ürün üretimini tehdit eder. Kontrol stratejileri genellikle bitki yetiştirme ve yönetim düzeninin optimize edilmesi, direnç ıslahı, kimyasal fungusit kontrolü, biyokontrol ve kapsamlı kontrolü içerir. Kimyasal fungusit, bitki fungal hastalığını kontrol etmek için en etkili stratejilerden biridir. Ancak, kimyasal fungusitlerin uzun süreli aşırı kullanımı, patojenik funguslara karşı direncin artmasına neden olabilir. *Magnaporthe oryzae*'nin hem tebuconazole hem de epoksikonazole karşı önemli ve geniş dirence sahip

olduğunu göstermiştir. Ayrıca, kimyasal fungusitler tarımsal ürünlerin güvenliğini azaltabilir, ekolojik dengeyi bozabilir ve insan sağlığını tehlikeye atabilir.

Bu nedenle, düşük toksisiteli, yüksek verimli ve çevre dostu biyokontrol ürünlerinin geliştirilmesi, bitki fungal hastalıklarının yeşil önlenmesini ve kontrolünü, insan ve hayvan sağlığının korunmasını ve ekolojik dengeyi sağlayacaktır. Bitki temelli doğal ürünler, bitkilerin patojen mikroorganizmaların enfeksiyonuna karşı direnç göstermek için uzun süreli evrimi sırasında oluşan, önemli biyolojik aktivitelere sahip küçük organik bileşikler olarak bilinir. Bitki temelli doğal ürünler genellikle alkaloitler, flavonoidler, polifenoller, terpenoidler vb. olup antimikrobiyal ve anti-enflamatuar fonksiyonlara sahiptir ve sağlık, gıda, insan ve hayvan hastalıklarının klinik tedavisi ve bitki hastalıklarının kontrolünde yaygın olarak kullanılır. Son yıllarda, tıbbi bitki temelli doğal ürünler, mükemmel antifungal aktiviteleri nedeniyle bitki fungal hastalıklarının biyokontrolünde bir araştırma odak noktası haline gelmiştir (Jiang vd., 2023).

Fungisitler, bitkileri fungusların neden olduğu hastalıklara karşı korumak için 200 yıldan fazla bir süredir kullanılmaktadır. Küçük ve ilkel başlangıçlardan, özellikle ikinci dünya savaşından bu yana, işlenen ürünlerin ve hastalıkların sayısı, mevcut kimyasalların çeşitliliği, kullanım alanı ve sıklığı, ve tedavilerin etkinliği büyük ölçüde artmıştır. İlginç bir şekilde, çok eski yöntemler olan bakır bazlı formülasyonlar ve kükürt hala geniş bir şekilde ve etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Birkaç 'orta yaşlı' fungusit (ftalimidler, ditiokarbamatlar, dinitrofenoller, klorofeniller) 40 yıldan fazla bir süredir sürekli olarak kullanılmaktadır. 1960'ların sonlarında ve 1970'lerinde, eski ürünlerde bulunmayan sistemik aktiviteye sahip, daha etkili birçok yeni yapıdaki fungusitler tanıtılmıştır. Bunlar arasında 2-amino-pirimidinler, benzimidazoller, karboksanilidler, fosforotiyolatlar, morfolinler, dikarboksimidler, fenilamidler ve sterol demetilasyon inhibitörleri (DMI'ler) bulunmaktadır. 1980'lerdeki tanıtımlar genellikle mevcut fungusitlerin analoglarıydı, özellikle DMI'ler, genellikle benzer ancak bazen iyileştirilmiş özelliklere sahipti. Püskürtme her zaman fungusit uygulamasının başlıca yöntemi olmuştur ve geleneksel hidrolik püskürtücü hala baskındır. Püskürtme miktarında azalma ve daha kararlı ve güvenli formülasyonlar, uygulama

teknolojisinde yapılan en önemli ilerlemeler olabilir. Püskürtme sıklığı ve zamanlaması erken önerilerden çok fazla değişmemiştir, ancak sistemik fungusitlerin ortaya çıkması bu parametrelerde bazı daha büyük serbestlikler sağlamış ve hastalık eşiği veya tahmin yaklaşımlarının kullanılabilirliğini artırmıştır. Tedavi edilen ürün hastalıklarının yaklaşık yarısı yalnızca bir veya iki kez mevsim boyunca tedavi gerektirirken, geri kalanı üç veya daha fazla (bazı durumlarda 20'ye kadar) uygulama gerektirir. En az gerekli kimyasal ve enerji girişlerini içeren entegre tarım yönetimi sistemleri ve mümkün olduğunca tamamlayıcı kimyasal olmayan koruma önlemlerinin kullanımı, birçok durumda püskürtme sayısında ve dozunda azalmaya yol açmış ve geniş bir şekilde benimsenmiştir (Brent & Hollomon, 2007). Bilinen fungi türlerinin büyük çoğunluğu katı saprofitlerdir; sadece çok az tür (%10'dan azı) bitkileri kolonize edebilir. Fitopatojenik funguslar, bu bitki kolonizatörlerinin daha da küçük bir kesimini oluşturur. Ancak, fitopatojenik funguslar, yıllık olarak tarımsal ürün kayıplarına neden olarak tarım bitkilerinde yıkıcı salgınlara yol açan ana etkenlerden biridir. Bu ekonomik faktörler nedeniyle, fitopatojenik funguslar, bilim insanları, bitki yetiştiricileri ve çiftçiler tarafından eşit derecede mücadele edilmektedir. Ticari tarımın temeli, bitki patojen funguslara karşı bitki korumak için kimyasal fungusitlerin uygulanmasına dayanır. Bunlar, hücrelerini ve sporlarını yok ederek ve inhibe ederek bitki patojenlerini yok etmeye yardımcı olur. Ancak, bunların kolay uygulanabilir olması ve düşük maliyeti, aşırı kullanımlarına veya tekrarlanan uygulamalara yol açar. Fungusitlerin bu aşırı kullanımı veya yanlış kullanımı, faydalı canlı sistemler, insan ve hayvan sağlığı ve çevre üzerinde toksik etkilere yol açmıştır. Dahası, fungi fitopatojenlerinin dirençli suşlarının ortaya çıkması, bitki fungi hastalıklarının tedavisini giderek daha zor hale getirmiştir. Bu nedenle, bitki fungi enfeksiyonlarının kontrolünde kimyasal ve sentetik fungusitlere alternatif sağlıklı, toksik olmayan ve çevre dostu yaklaşımların (fungi kontrolünün yeşil stratejileri) geliştirilmesi çok yardımcı olur. Bitki fungi hastalıklarına karşı bu güvenli ve etkili alternatif kontrol yöntemleri, fitopatojenik fungusların biyolojik kontrolünü içerir, mikrobiyal fungusitler, bitkisel fungusitler, agronanoteknoloji ve fungi hücre deaktivasyonu ve boşaltma gibi tekniklerle fungi hücrelerinin etkisiz hale getirilmesi ve tahliyesini içerir (El-Baky & Amara, 2021).

2.2. *Botrytis cinerea*'nın bitki koruma açısından önemi

Botrytis cinerea, mevsimsel yağışlar veya yüksek bağıl nem koşullarına sahip ılıman üzüm yetiştirme bölgelerinde başlıca salkım çürüklüğü patojenidir.

Patojen, hasattan önce ve sonra üzümlerde ağır kayıplara neden olur. Kış sonu ve ilkbahar başında konukçu dokularda kışlayan miselyum ve/veya sklerotia üzerinde üretilen konidia, *Botrytis cinerea*'nın en önemli enfektif birimi olarak kabul edilir. Geleneksel hastalık yönetim stratejisi, birden fazla büyüme aşamasını kapsayan bir sprey programı oluşturmaktır. Çiçeklenme ile hasat arasında *B. cinerea*'yı hedeflemek için ortalama dört spreyleme yapılır. Ancak, fungi direnci ve pestisit kalıntıları riskleri, etkili ancak azaltılmış bir ilaçlama programı arayışını teşvik etmektedir (Wang vd.,2023).

Çizelge 2.2.1 *Botrytis cinerea* taksonomik sınıflandırması (Index Fungorum)

Domain :	Eukarya
Alem :	Fungi
Şube :	Ascomycota
Sınıf :	Leotiomycetes
Ordo :	Helotiales
Aile :	Sclerotiniceae
Cins :	Botrytis
Tür :	<i>Botrytis cinerea</i> Pers.

Botrytis cinerea taksonomik sınıflandırması (TÖRÜN, 2018).

Botrytis cinerea Persoon: Fries [teleomorf *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel, gri küf olarak bilinen, 200'den fazla bitki türünü enfekte edebilen bir fungidir. Fungi, enfeksiyonu gerçekleştirmek için konakta programlanmış hücre ölümü yollarını kullanır, tipik bir nekrotrof olarak kabul edilir. Genom dizisinin ve çeşitli moleküler araçların (knockout mutasyonlar elde etmek için dönüşüm kolaylığı veya gen susturma sağlamak için) yanı sıra ekonomik önemi, *Botrytis cinerea*'nın en kapsamlı şekilde çalışılan nekrotrofik fungi patojeni olmasına katkıda bulunmuştur. Bu çalışmalar, *Botrytis cinerea*'nın enfeksiyon stratejilerinin anlayışımızı önemli ölçüde ilerletmiş olsa da, aday gen yaklaşımlarıyla yalnızca çok az

sayıda mutlaka gerekli virölans belirleyicisi belirlenmiştir. *Botrytis cinerea*, genellikle ikincil yaprakların ve köklerin dış yüzeylerinde ve hasar görmüş dokularda en yaygın olarak bulunur.

Bu fungi, konak fizyolojisi değiştiğinde ve çevre uygun olduğunda doku çürümesine neden olmadan önce uzun bir süre belirgin olmadan kalabilir (Williamson vd., 2007). Enfeksiyon, fidan aşamasından ürün olgunlaşmasına kadar her aşamada meydana gelebilir. Gözle görülür şekilde sağlıklı mahsuller hasat edildikten sonra ciddi hasarlar meydana gelebilir. Hasat edilen ürünler, perakende zincirinde, depolama sırasında, uzak pazarlara taşınırken veya perakendeci tarafından sergilenirken bozulabilir. *Botrytis* hasarının maliyetleri, geniş konak yelpazesi nedeniyle çok zor tahmin edilir. Maliyetler, üretim ve perakende zincirinin farklı aşamalarında meydana geldiği için yaygındır. *Botrytis cinerea*'ya karşı etkili geniş spektrumlu fungusitlerin maliyetleri bilinmemektedir. Fungisit direnci giderek artan bir sorun olup, fungi popülasyonunun önemli bir kısmının fungusitlere dirençli olduğu bildirilmektedir. Çoklu ilaç direnci bildirilmiş olup, bunun çoğunlukla ABC taşıyıcı genlerinin artmış ekspresyonu tarafından neden olduğu bilinmektedir. Şarap ve sofralık üzümlerde, *Botrytis* salkım çürüklüğünün kontrolü için yapılan harcamalar, Avustralya'da (yılda AUS \$52 milyon), Şili'de (yılda 22.4 milyon ABD doları) ve Güney Afrika'da (yılda SA Rand 25 milyon) kârda azalmaya başlıca neden olmaktadır. Diğer ülkeler için tahminler elde edilemedi. Bu harcamalar genellikle kimyasalları içerir, ancak organik tarım, düşük girdili tarım gibi tedavinin yapılmamasından kaynaklanan kayıpları (fungisit direnci) veya kalite kaybını (ihracat gereksinimlerini aşan fungusit seviyeleri; üzüm kalitesi yüksek kaliteli şaraplar için yetersiz) kapsamaz (Dean vd., 2012).



Şekil 2.2.1. Teleomorf *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel *Botrytis cinerea*'nın eşeyli yapıları (Dean vd., 2012).



Şekil 2.2.2. Ahududu meyvesinde *Botrytis cinerea*'nın gelişimi (Williamson vd., 2007).

Botrytis cinerea Pers. birçok bitki türünde hasara neden olabilen polifaj patojendir ve tarla, depo ve sera koşullarında önemli zararlara yol açabilir. Fungi, Ascomycota filumunun Sclerotiniaceae familyasına aittir. Sclerotial ve mycelial gibi farklı fenotipik karakterlerde büyüyebilir. Ayrıca, fungusit direnci patojenin fenotipinde değişikliğe neden olabilir. Bu nedenle, kriptik *Botrytis* türlerini tanımlamak için çoklu gen filogenetiği günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. *Botrytis cinerea*'nın neden olduğu gri küf hastalığını kontrol etmek için şu anda en etkili ve yaygın olarak kullanılan yöntem fungusitlerdir. Ancak, *Botrytis cinerea* fungusit direnci problemi olan patojenlerden biridir. Fungisit direnci, çeşitli aktif maddelere karşı sebze tarlalarında farklı coğrafi alanlarda bildirilmiştir. Fungisit direncinin en önemli mekanizması, fungusların protein kodlayıcı genlerinde hedef sit mutasyonlarıdır. Bu mutasyonlar, tüm site-spesifik fungusitlerde gözlemlenmiştir (Hahn 2014). Bir amino asit değişikliğine neden olan tek bir nokta mutasyonu, fungusit bağlanmasını hedef siteye hızlı ve etkili bir şekilde engelleyebilir ve genellikle yüksek direnç seviyelerine yol açar (Gül, Karakaya & Ergül, 2024).

Modern tarımda gri çürüğü kontrol etmenin temel yöntemi, sentetik fungusitlerin uygulanmasıdır. Bu maddeler, ilk çiçeklenmeden önce ve meyvelerin hasat öncesi dönemine kadar uygulanır. Fungisitlerin püskürtülmesi sırasında farklı etki mekanizmalarına sahip ürünlerin sırayla kullanılması önemlidir. Gri çürüğü kontrol etmek için kullanılan başlıca pestisitler arasında benzimidazoller, dikarboksimidler ve karbamatlar bulunmaktadır. Ancak, bu tarım ilaçlarının aşırı kullanımı, dirençli fungi suşlarının seçilmesine yol açabilir ve etkinliklerinin kaybına neden olabilir. Ayrıca, bu sentetik fungusitlerin kullanımı biyoçeşitlilik kaybına, yüksek toksisite risklerine ve sıklıkla insan sağlığına ve çevreye zarar verir. Bu nedenle, *Botrytis cinerea*'yı kontrol etmek için alternatif tedaviler insanlar üzerinde minimal potansiyel toksik etkilere sahip çevre dostu yaklaşımları önceliklendirmelidir. Bu alternatif yöntemlerden biri, fitopatojenik hastalıkları kontrol etmede doğrudan etkiye sahip olan ve direnç seçimini azaltan esansiyel yağların kullanımıdır. Ayrıca, esansiyel yağlar bitkilerde savunma yollarını aktive edebilir ve hasat öncesi dönemde çeşitli fitopatojenlerin enfeksiyonunu geciktirebilir.

Esansiyel yağlar, yapraklar, kökler, saplar, çiçekler ve meyveler de dahil olmak üzere yüksek bitkilerin çeşitli bölümlerinden hidrodistilasyon veya diğer sistemlerle elde edilen bileşiklerdir. Bu ekstraler, bitkilerin ikincil metabolizmasından türetilen terpenler, fenolik bileşikler, azotlu bileşikler ve diğer uçucu bileşiklerden oluşan karmaşık karışımlardır. Bunlar arasında, esansiyel yağlardaki en bol bileşik grubu olan monoterpener, iki izopren biriminin kondensasyonu ile biosentezlenen on karbonlu moleküllerdir. Monoterpenerin bakterilere, funguslara ve nematodlara karşı inhibe edici aktiviteler sergilediği bildirilmiştir. Ayrıca, monoterpenerin koruyucu, antioksidan, alelokimyasal, antikanser, antiobezite ve diğer terapötik özelliklere sahip olduğu rapor edilmiştir (Romanazzia vd., 2015).

Botrytis cinerea'nın yönetiminde üzüm yetiştiricilerinin karar alma sürecini geliştirmeyi amaçlayan bir uzman sistem geliştirildi. Bilgi, Botrytis cinerea üzerine hakemli literatürden ve bitki patolojisi ile bağcılık üzerine daha genel literatürden elde edildi. Bir fungusidin uygulanmasına karar verme, tahmini hastalık riskine, ekonomik eşik değere ve fungusidlerin sağladığı koruyucu örtünün süresine dayanmaktaydı. Hastalık riskini tahmin etmek için altı faktör kullanıldı. Bunlar 'Büyüme Aşaması', 'Konidyal Enfeksiyon', 'Misel Enfeksiyon', 'Hasar', 'Belirtiler' ve 'Çeşit Duyarlılığı' idi. Ekonomik eşik, üzümlerin premium veya toplu şarap olarak hedeflendiğine bağlıydı ve bir fungusidin koruyucu örtü süresi, ürün etiketlerinde tavsiye edilen kullanım modellerinden tahmin edildi. Avustralya bağlarında gri küf kontrolü için mevcut yöntemler, asmanın gelişiminin kritik dönemlerinde fungusitlerin rutin uygulanmasına dayanmaktadır. İç kesim NSW'de, örneğin, yetiştiricilere çiçeklenmenin başlangıcında bir spre, 14 gün sonra başka bir spre, hasattan 3 hafta önce bir spre ve hava yağmurlu ise hasattan hemen önce bir spre uygulamaları önerilir. Bununla birlikte, fungusitlerin bu şekilde uygulanmasının önemli dezavantajları vardır. Hava koşulları hastalığa uygun olmayabilir ve bu da önemli miktarda kimyasal ve işgücü kaybına neden olabilir. Bu, gri küfün epidemik olarak nadir görüldüğü Avustralya'nın daha kuru üzüm yetiştirme bölgelerinde özellikle bir sorundur. Ayrıca, hava koşulları hastalığın gelişimi için uygun olsa bile, rutin yaklaşım kontrol için optimum zamanlarda sprelerin uygulandığını garanti edemez.

Sprey takvimleri, yetiştiricileri hastalıklardan kaynaklanan yaklaşan risk konusunda uyarabilecek pasif bir ortamdır ve ciddi hasar genellikle yetiştiriciler tarafından belirtiler gözlemlenmeden önce meydana gelir. Yetiştiriciler, *Botrytis cinerea*'nın aralıklı epidemilerinden dolayı spreng uygulamaları konusunda rahat bir tavır alır ve hastalık salgınına hazırlıksız yakalanırlar. Mevcut *Botrytis cinerea* kontrol sorunlarının üstesinden gelmenin bir yolu, yetiştiricilerin hastalık gelişimi için kritik dönemlere yanıt olarak sadece fungusit uygulamasını gerçekleştirmesine geçiş yapmaktır. Şu anda, *Botrytis cinerea*'nın biyolojisi hakkında yetiştiricilere yardımcı olacak çok az bilgi mevcuttur, ancak 'başka hiçbir fungus bu kadar geniş bir literatür konusu olmadığı' göz önüne alındığında, geçmişte, literatürün pratik uygulanmasının ana sınırlayıcı faktörlerinden biri, yukarıdaki (b) noktası için bir mekanizmanın eksikliği olmuştur, ancak artık bir uzman sistem kullanarak bu sorunu aşmak mümkün olabilir (Ellison, Ash & McDonald, 1997).

Botrytis cinerea, klasik bir 'yüksek risk' patojeni temsil eder, bol spor oluşturma yeteneği, neden olduğu hastalığın polisiklik doğası, geniş konak aralığı ve başarılı kontrolü için gereken yüksek sayıda fungusit uygulaması. Araştırma programı tarafından geliştirilen temel araç, hastalıklar için hedefli püskürtmeydi. Bu, hastalıklar için tarla izlemeyi ve *Bacchus Botrytis cinerea* risk modelini içeren karar destek yazılımının kullanımını içeriyordu. Hedefe yönelik püskürtme benimsemesi, fungusit kullanımında %50'ye varan bir azalmaya neden oldu. Trakya bölgesinde *Botrytis cinerea* hastalığı yönetim sisteminin endüstriyel en iyi uygulama olarak benimsenmesi, azaltılmış fungusit ve uygulama maliyetleri ile birlikte çevresel faydalar sağlamıştır, çünkü fungusit kullanımı azalmıştır (Köycü, 2007).

Bu püskürtme zamanlamalarının göreceli önemi, bir yağmur olayının zamanına ve miktarına, her dönemde enfekte etmek için mevcut olan *Botrytis* sporlarının sayısına bağlı olarak değişecektir. Temmuz bazen yoğun yağışlarla karakterize edilir, bu nedenle veraisondan normalde ortaya çıkan *Botrytis* saldırıları yoktu. Ağustos ayında, yüksek nem (>85%) ile sıcak hava (Ağustos ayında ortalama sıcaklık mevsimsel ortalamadan 20°C fazla) ilk görünür çürümeyi oluşturdu. Temmuzun ortasında, veraison'dan bir hafta önce, yoğun yağışlar *Botrytis*'in çok hızlı yayılmasına neden oldu (Köycü vd., 2018a).

Herhangi bir programın etkililiği, özellikle anilinopirimidinler (pirimetanil), dikarboksimidler (prosimidon), azoller (imazalil, miklobutanil, penkonazol, triadimenol) gibi fungusitlerin bağlarda dirençli Botrytis suşlarının varlığıyla daha da karmaşık hale gelmektedir (Delen, 2016). Bu fungusitlere karşı direnç Tekirdağ bölgesinde de mevcuttur (Köycü vd., 2012). Cyprodinil+fludioksonil, tebukonazol ve fenheksamid laboratuvar testlerinde meyve enfeksiyonunun etkili kontrolünü sağlamıştır (Köycü vd., 2012). Gri küflenin bastırılması genellikle çiçeklenme ve hasat arasında üç ila altı fungisidal püskürtme programıyla başarılmaktadır (Shtienberg, 2004). Öte yandan, Yetiştirici bağlarında kötü fungusit etkinliği, uygulama zamanlaması ve kullanılan fungusitlerden kaynaklanabilir. Bu nedenle, sonuçlarımız, Tekirdağ bölgesinde sekiz fungusit uygulamasının deneme programının, diğer yetiştirici programlarıyla karşılaştırıldığında Botrytis cinerea'nın en iyi kontrolünü sağladığını göstermiştir, while a significant reduction of both disease severity and incidence was demonstrated when trial program was applied at stage at the end of bloom (BBCH 68). Bu, BBCH 68'de uygulamanın gri küf hastalığının en etkili kontrolü için belirleyici olduğunu göstermektedir. Tekirdağ bölgesindeki bulgularımız, bağlarda Botrytis cinerea enfeksiyonlarını azaltmada zamanlamanın etkililiğini doğrulamıştır. Bağlarda alternatif botrisitlerin çiçeklenme sonunda (BBCH 68) önerildiği görülmüştür. Ayrıca, çiçeklenme sonunda kullanılan botrisitlerin hastalık insidansı üzerinde hastalık şiddetinden daha büyük bir etkiye sahip olduğu, bu fungusidin fungi enfeksiyon odaklarının boyutunu azaltarak, odak sayısını azaltmak yerine etki ettiğini göstermektedir.

Fungisitlerin Botrytis cinerea suşları üzerindeki seçilmiş baskısı ve üzüm bağlarının fungusitlere savunma tepkileri daha sonra test edilmiştir, bu faktörler arasındaki potansiyel etkileşimleri ve fungusit tedavilerinin etkinliğini değerlendirmek için (Köycü vd., 2018b).

2.3. Botrytis cinerea' ya etkili fungusitler (Fenhexamid, Cyprodinil, Pyrimethanil)

2.3.1. Fenhexamid

Fenhexamid [1-methyl-cyclohexanecarboxylic acid (2,3-dichloro-4-hydroxy-phenyl)-amide] bir hidroksianilidederivatıdır. En yeni, güçlü, anti-Botrytis fungusitlerinden biridir. Bu fungusit özellikle *B. cinerea* ve *Monilinia* spp. ve *Sclerotinia sclerotiorum* gibi ilgili patojenlere karşı etkilidir.1 Fenhexamid, gri küf kontrol etmek için 2000 yılında Fransız bağlarına tanıtılmıştır. Asmada gri küf, ortak yaşam süren iki kriptik türden oluşan bir kompleks tarafından meydana getirilir. Baskın tür olan *Botrytis cinerea* (*Botryotinia fuckeliana* anamorf) ve *Botrytis pseudocinerea* (*Botryotinia pseudofuckeliana* anamorf). 2 Morfolojik olarak ayırt edilemeyen bu türler, incelenen birkaç nükleer gende genetik polimorfizm sergilemektedir. *Botrytis cinerea* için iki genom mevcutken, *B. pseudocinerea* için hiçbir genom mevcut değildir. Bunları biyolojik düzeyde ayırt etmenin bir yolu, fenhexamid ile miselyal büyüme inhibisyonunu incelemektir. *B. cinerea* hem germ-tüp uzaması hem de miselyal büyüme aşamalarında fenhexamid'e duyarlıyken, *B. pseudocinerea* germ-tüp uzamasında duyarlıdır ancak miselyal büyüme aşamasında oldukça dirençlidir. Bağlarda, fenhexamid kullanılmaya başlanmadan önce, fenhexamide doğal olarak dirençli izolatlar tanımlanmış ve HyDR1 olarak adlandırılmıştır. Bu HyDR1 izolatları aslında yeni tanımlanan *Botrytis pseudocinerea* türüne karşılık gelmektedir. Fransız bağlarından toplanan popülasyonlardaki *B. pseudocinerea* sıklığı, fenhexamid seleksiyon baskısına rağmen %15'in altında kalmaktadır ve gri küfün kontrolünde fenhexamid etkinliğinde herhangi bir kayıp gözlenmemiştir (Debieu vd. 2012)..

Botrytis cinerea (gri küf) ve ilgili patojenlere karşı aktivite *Sclerotinia sclerotiorum* (pamuksu yumuşak kök) ve *Monilinia* spp. olarak (kahverengi çürüklüğü) sebze, meyve, ekin ve süs bitkilerinde (Avenot vd.,2020). FH Avrupa Birliği'nde Teldor® ticari adı altında tescil edilmiştir. ABD ve Japonya'da sırasıyla Elevate® ve Password® ticari isimleri.

Eşsiz etki şekli ve yüksek verimliliği nedeniyle FH eleştirel olarak değerli ve yüksek ticari öneme sahiptir, bu'de diğer eski fungusitlere güvenilir bir alternatif olarak dünya çapında kullanılmaktadır. fungusit direncinin yönetimi. Ayrıca AH'nin fungusit direncini meyve ve

sebzelerde ve şaraplarda yüksek kalıntı konsantrasyonu diğer fungusitlerle karşılaştırıldığında; FH, başlıca fungusit olarak tanımlanmıştır (Brych vd., 2023).

2.3.2. Cyprodinil

Cyprodinil 1993 yılında Fransa'da tahıl tanelerine uygulanmak üzere piyasaya sürülmüştür. Şu anda yapraktan fungusit olarak kullanılmaktadır. Tahıllarda, üzümelerde, çekirdekli meyvelerde, sert çekirdekli meyvelerde, çileklerde, sebzelerde, tarla bitkilerinde ve süs bitkilerinde ve tohum olarak arpa üzerine sos. Diğerlerinin yanı sıra, aşağıdakileri içeren ürünler Cyprodinil çoğu Avrupa ülkesinde pazarlanmaktadır. Kuzey Amerika ve Japonya'da. Cyprodinil geniş bir *Pseudocercospora herpotrichoides*, *Erysiphe* spp., *Pyrenophora teres*, *Rhynchosporium* gibi çeşitli patojenler *secalis*, *Septoria nodorum*, *Botrytis* spp., *Alternaria* spp, *Venturia* spp. ve *Monilinia* spp. Yaprak formülasyonları uygulamaları WG (suda dağılabilen moleküller) veya EC (emülsifiye edilebilir konsantreler) tipi; tohum sosu için olanlar FS (tohum tedavisi için akabilir konsantre) tipindedir. Önemli karışım partnerleri triazoller, fludioxonil, fenpropidin ve acibenzolar-S-methyl'dir (Waechter vd., 2010).

Cyprodinil, ilk olarak 1998 yılında Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (EPA) tarafından kaydedilen bir pestisittir. Temel olarak badem, üzüm, sert meyve ve elma meyve yetiştiriciliği gibi çeşitli tarım ürünlerinde bitki hastalıklarını kontrol etmek için kullanılır. Genellikle %75 su dispersiyonlu granüller şeklinde formüle edilir ve Vanguard WG ve Vanguard WP gibi ticari ürünler, dönüm başına 3 ila 5 ons arasında değişen oranlarda foliar püskürtmelerle uygulanır.

Maksimum önerilen kullanım oranı dönüm başına sezonluk 30 ons olarak belirlenmiştir, bu da görece düşük bir orandır. Cyprodinil Teknik, bireysel cyprodinil ticari ürünlerinin imalatında kullanılan konsantre cyprodinil olarak adlandırılır. Düşük kullanım oranı, yeraltı suyu riskinin minimal olması, düşük diyet riski ve düşük işçi maruziyeti gibi faktörlere bağlı olarak insan toksisite riskinin nispeten düşük olduğu belirtilir. Bu sınıflandırma, önlemlerin alınması gerektiğini ancak bu ürünlerle ilişkili riskin daha toksik maddelere göre nispeten düşük olduğunu gösterir. Gelişimsel Toksisite: Cyprodinil teratogenik değildir. Tavşan gelişimsel toksisite çalışmasında, en yüksek test edilen doz (HDT) olan 400 mg/kg'da bile

gelişimsel toksisite gözlenmemiştir. Sıçan gelişimsel toksisite çalışmasında, en yüksek test edilen doz (HDT) olan 1000 mg/kg'da bile yavrularda azalmış ossifikasyon ve vücut ağırlığında azalma ile ilişkili olarak maternal NOEL ve gelişimsel NOEL her ikisi de 200 mg/kg olarak belirlenmiştir. Üreme Toksisitesi: Sıçanlarda yapılan iki nesil üreme çalışmasında, maternal sistemik toksisite için NOEL 1000 ppm ve üreme toksisitesi için NOEL 1000 ppm olarak belirlenmiştir (United States Environmental Protection Agency, 1998).

Cyprodinil, anilinopirimidin pestisit ailesine ait bir çeşit geniş spektrumlu fungusittir. İki kongeneri, pirimetanil ve mepanipirim ile birlikte metionin biyosentezini engeller ve hidrolitik enzimlerin salgılanmasını etkileyebilir. Bu bileşik özellikle *Venturia inaequalis*, *Tapesia yallundae*, *Botrytis* spp., *Alternaria* spp. ve *Rhynchosium secalis* gibi çeşitli funguslar üzerinde etkilidir. Cyprodinil'in kullanımı dünya çapında tahıllar, elma ve taş meyveler, asmalar, çilekler, süs bitkileri ve sebzeler gibi bir dizi ürün için onaylanmıştır. Kayak, Unix, Switch ve Acanto Prima gibi ticari isimler altında Syngenta ve DuPont gibi şirketler tarafından pazarlanan farklı formülasyonlar, cyprodinil'i tek başına etken madde olarak veya fludioksonil veya pikoksistrobin gibi diğer fungusitlerle birlikte içerebilir. Bu formülasyonlar özellikle üzümelerde botrytis ve elmalarda gri küf gibi yıkıcı zararlılara karşı yaprak uygulamaları için önerilir.

Yoğun kullanımı nedeniyle, cyprodinil kalıntıları çeşitli ürünlerde %5 ila %10 arasında değişen frekanslarda tespit edilir, bunlar Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi tarafından 2009'da yayımlanan Avrupa Birliği Gıda Pestisit Kalıntıları Raporu'nda belirtilmiştir. Cyprodinil özellikle masa üzümünde en yaygın bulunan ikinci kalıntıydı ve elmanın çocuklarda cyprodinil maruziyetine önemli bir katkıda bulunduğu görüldü. Cyprodinil için FAO/WHO, AB ve ABD düzenlemeleri tarafından belirlenen maksimum kalıntı limitleri, üzümelerde 2 ila 5 mg/kg ve elmalarda 0,05 ila 4,6 mg/kg arasında değişmektedir (Estve-Turrillas vd., 2012).

2.3.3. Pyrimethanil

Pyrimethanil, özellikle üzüm, çilek, domates, meyveler, sebzeler ve süs bitkileri üzerindeki gri küf (*Botrytis cinerea*) ve armut pası (*Venturia inaequalis* ve *Venturia pirina*) gibi hastalıklara karşı etkili bir anilino-pirimidin fungusittir. Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi'ne göre, pyrimethanil'in mutajenik, genotoksik veya kanserojen potansiyeli bulunmamakla birlikte, sıçanlar ve fareler üzerinde yapılan kısa süreli toksisite çalışması, karaciğer ağırlığında artışa ve karaciğer ile tiroid dokusunda değişikliklere neden olmuştur. Avrupa Komisyonu, pyrimethanil'in maksimum kalıntı seviyesini narenciye meyvelerinde 10 mg/l, armut meyveleri, çilek, sofralık ve şaraplık üzümlerde 5 mg/l ve ağaç fındığında 0,05 mg/l olarak belirlemiştir. Bu nedenle, pyrimethanil'in çevresel matrislerdeki konsantrasyonu, bozunabilirliği ve etkileyen faktörler hakkında bilgimizi artırmak önemlidir. Pyrimethanil içeren ürünlerin bazı yaygın ticari adları arasında Penbotec, Scala ve Cyprodinil bulunmaktadır. Pyrimethanil, birçok mahsulde gri küf gibi hastalıklara neden olan *Botrytis* spp. gibi çeşitli fungi patojenlerine karşı geniş spektrumlu aktiviteye sahiptir. Her pestisit gibi, pyrimethanil'in kullanımı sırasında çevresel etkiyi en aza indirmek ve uygun uygulamayı sağlamak için güvenlik kurallarına ve yönetmeliklere uyulması önemlidir. *Botrytis cinerea*, fındık ve üzüm tarlalarında hastalıklara neden olan bir fungidir. Bu fungia karşı yaygın olarak kullanılan bir fungusit olan fenheksamid, bu kimyasala direnç geliştirebilir. Bir çalışmada, 74 fındık ve 58 üzüm izolatının fenheksamid'e duyarlılığı test edildi.

Çoğu üzüm izolatı fenheksamid'e duyarlıydı, ancak bazıları düşük direnç gösterdi. Fındık izolatları arasında çeşitli duyarlılık düzeyleri gözlemlendi ve bazıları yüksek direnç gösterdi. Dirençli izolatların genetik yapısına baktılar ve ergosterol biyosentezi yolundaki belirli mutasyonları buldular. Bu dirençli suşlar laboratuvar testlerinde ve tarla denemelerinde fenheksamid'den daha az etkilendiler. Bu, dirençli suşları izlemek ve direnci yönetmek için stratejileri uygulamanın, fındık ve üzüm tarlalarında etkili hastalık kontrolü için hayati öneme sahip olduğunu göstermektedir (Avenot vd., 2020).

Fenhexamid'in, *Botrytis cinerea* tarafından neden olan üzüm salkım çürüklüğünü kontrol etmedeki etkinliğini değerlendirmeyi amaçlayan bir çalışma yapıldı. Altı yıl boyunca

Riesling ve Pinot gris üzüm çeşitlerinde tarla denemeleri gerçekleştirildi. Sonuçlar, fenhexamid'in uygulanma zamanına ve meteorolojik koşullara bağlı olarak değiştiğini gösterdi. Genel olarak, Riesling'de daha erken uygulamalar daha etkiliydi, özellikle salkım kapanmadan önce ve veraison'dan kısa bir süre sonra, Pinot gris ise salkım kapanışı etrafında daha iyi bir etkinlik gösterdi. Ancak, fenhexamid'in genel etkinliği kültürel önlemlerle karşılaştırıldığında oldukça düşüktü. Ayrıca, fenhexamid tedavisinin neden olduğu salgının gecikmesinin hem uygulama zamanına hem de yıllık meteorolojik koşullara bağlı olarak değiştiği, bu durumun tedavinin etkinliğine bitki fizyolojik faktörlerin katkıda bulunduğunu gösterdiği belirlendi. Bu bulgular, fenhexamid tedavilerinin salkım çürüklüğü kontrolünde bir rol oynayabileceğini ancak kapsamlı bir stratejinin bir parçası olarak diğer kültürel önlemlerle birlikte değerlendirilmesi gerektiğini önermektedir (Molitor vd., 2018).

Fransa'daki bağlarda yapılan bir araştırma, Botrytis cinerea'nın özellikle DMI'ler, anilinopyrimidinler ve ikinci nesil SDHI'lerine karşı çoklu ilaç direncinin belirlendiğini göstermektedir. Bazı Botrytis cinerea izolatlarının anilinopyrimidinlere (Ani R), phenylpyrrole'lere (Ani R2) ve DMI'lere (Ani R3) dirençli olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalar, direncin tek bir ana gen tarafından yönetildiğini ortaya koymuştur. Turunçgil meyvelerinden izole edilen P. digitatum izolatlarında ise imidazol ve strobilurinlere karşı orta veya düşük seviyede direnç belirlenmiştir. Ancak, CYP51 ve cyt genlerinde mutasyon bulunmamıştır. ABC ve MSF taşıyıcılarının temel işlevinin funguslara karşı koruma olduğu söylenebilir.

İzolatların ABC taşıyıcılarıyla ilişkilendirilen PMRI, PMR3, PMR ve PMRS genlerinin incelenmesi, dayanıklılığın PMRI ve PMRS genleriyle ilişkili olduğunu ve dirençli bireylerin PMRS geninin promotör ve kodlama bölgelerinde mutasyon olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar, izolatlarda çoklu ilaç direncinin varlığını göstermektedir (Delen, 2020b).

Botrytis cinerea nn oklu ilaç dayankhlığı, MDRI ve MDR2 izolat- larinn saptanmasıyla ilk kez 1993 yılında, Fransa'nın Champagne bağlarında görüldü. Bu izolatların yayılmast 2000 yılına kadar sok yavas bir gelişme göstererek sürdü. 2000'l yılların başında, MDR3 izolatlarının ortaya gikmasıyla, ilk 10 yıl içinde, frekanslar %50' nin üzerine gikti. Bu hizh artisin bir sonucu olarak, oklu ilaç dayankhlığı son yıllarda degisik ülkelerdeki Botrytis

cinerea popölasyonlarında yaygın- lasmaya baglad. Bu yaygınlasma, zellikle Fransa ve Almanya bagla-rında büyük artılar gösterme egilimine girdi. Son yıllarda, iki farkli etki mekaniz-masina sahip fungusitin, fludioxonil ile cyprodinil karisimini içeren preparatin, Avrupa' da gileklerde Botrytis cinerea yi etkili biçimde önleme-sine karsin, Botrytis cinerea popölasyononda, cyprodinil dayankhhig yani sıra, MDR1 fenotipine ait izolatların da bulunduğu bildirilmektedir. Çin'de hiyar ve domateslerden elde edilmiş Botrytis cinerea izolatlarında da aynı tip fenotiplarin olduğu arastimalara dayali olarak düşünölmekte-dir (Delen, 2020c).



3. MATERİYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışma materyali, Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Mikoloji Laboratuvarı'na getirilen hastalıklı üzüm danelerinden izole edilen bir *Botrytis cinerea* izolatu ile buna karşı Türkiye'de ruhsatlı üç ayrı firmanın ticari bitki koruma ürününden (fungisit) oluşmaktadır. Bunlar: 1: **TELDOR SC 500** (İTHAL) RUHSATLI 500 g/l **Fenhexamid**. 2: **MİLİS 30 SC** (İMAL) RUHSATLI 300 g/l **Pyrimethanil**. 3: **QUALY 300 EC** (İTHAL)RUHSATLI 300 g/l **Cyprodinil**. *Botrytis cinerea* izolatının, çalışma boyunca geliştirilmesinde ise piyasada hazır satılan bir Patates Dekstroz Agar(=PDA, Merck) ortamından (şekil 3.1.1) yararlanılmıştır.



Şekil 3.1.1. Çalışmada kullanılan fungisitlerin ticari ambalajlarının genel görünimleri (Sol) ve çalışmada kullanılan ticari bir PDA ortamının görünümü(Sağ).

Ayrıca, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Mikoloji laboratuvarındaki temel alet ve malzemelerden(şekil 3.1.2) yararlanılmıştır.



Şekil 3.1.2. Mikoloji laboratuvarı aletlerinden masa üstü otoklavının(Sol) ve su banyosunun (Sağ) genel görünüşleri.

3.2. Yöntem

3.2.1. Çalışmada kullanılan PDA ortamı ve araştırılan fungusit dozları

Çalışmada kullanılan hazır PDA ortamı etiketinde belirtildiği şekilde 39g/L olarak çalışma boyunca hazırlanmış ve kullanılmıştır.

Çalışmada, *Botrytis cinerea* izolatına karşı, denenen fungusit dozları ise Çizelge 3.2.1.1’de görülmektedir.

Çizelge 3.2.1.1 *Botrytis cinerea* izolatına karşı, denenen fungusit dozları

Uygulama	Deneme Dozu ($\mu\text{m/L}$ =ppm)	Deneme Nedeni
1.	1000	Tarla koşullarında ruhsatlı doz (ticari doz)
2.	500	Tarla koşullarında ruhsatlı dozun yarısı
3.	80	<i>İn Vitro</i> koşullarda etkinin belirlenmesi
4.	40	<i>İn Vitro</i> koşullarda etkinin belirlenmesi
5.	20	<i>İn Vitro</i> koşullarda etkinin belirlenmesi
6.	0.00 (Kontrol)	Fungisitsiz ortamda <i>Botrytis cinerea</i> 'nın gelişimi

Çizelge 3.2.1.1’de görülen 6. Uygulama kontrol uygulaması olarak ortama herhangi bir fungusit karıştırmaksızın çalışma boyunca her bir dozun patojene etkililiği çalışılırken düzenli olarak yapılmıştır.

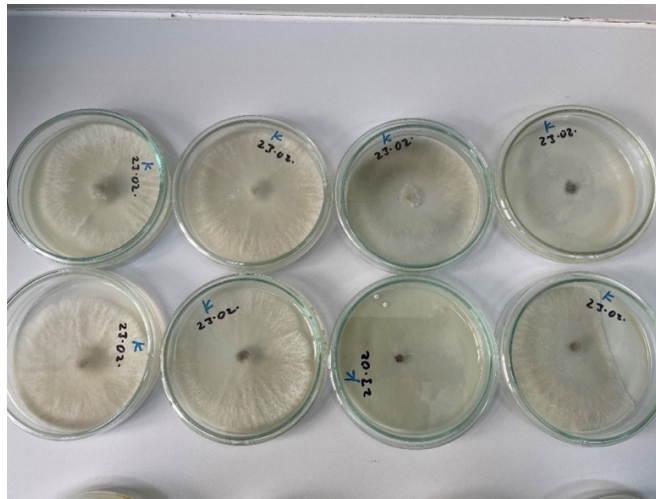
9 cm. çapındaki petrilere ve çizelge 1.de belirtilen fungusit dozlarını içeren Patates Dekstroza Agar (PDA) ortamı üzerinde, 23°C sıcaklığa ayarlı inkübatörde *Botrytis cinerea* izolatının bu petrilere inokulasyonundan sonra 7 gün inkübasyona bırakılması sonrasında patojenin gelişen miselial koloni çaplarının ölçülerek değerlendirilmesi ile yapılmıştır. Sonuçların değerlendirilmesinde Townsend Heuberger formülü, etkililiklerin bulunmasında da Abbott formülü kullanılmıştır.



Şekil 3.2.1.1. Fungisit içeren petrilerin hazırlanması safhaları

3.2.2. Fungisitlerin etkililiklerinin belirlenmesi

Fungisitlerin etkililiklerinin belirlenmesinde Mueller et al.,(2002) yararlanılmıştır. Buna göre önce *Botrytis cinerea*'nin PDA ortamı içeren 9 cm'lik petrilerde geliştirilmiş bir haftalık kültüründen (Şekil 3.2.2.1)

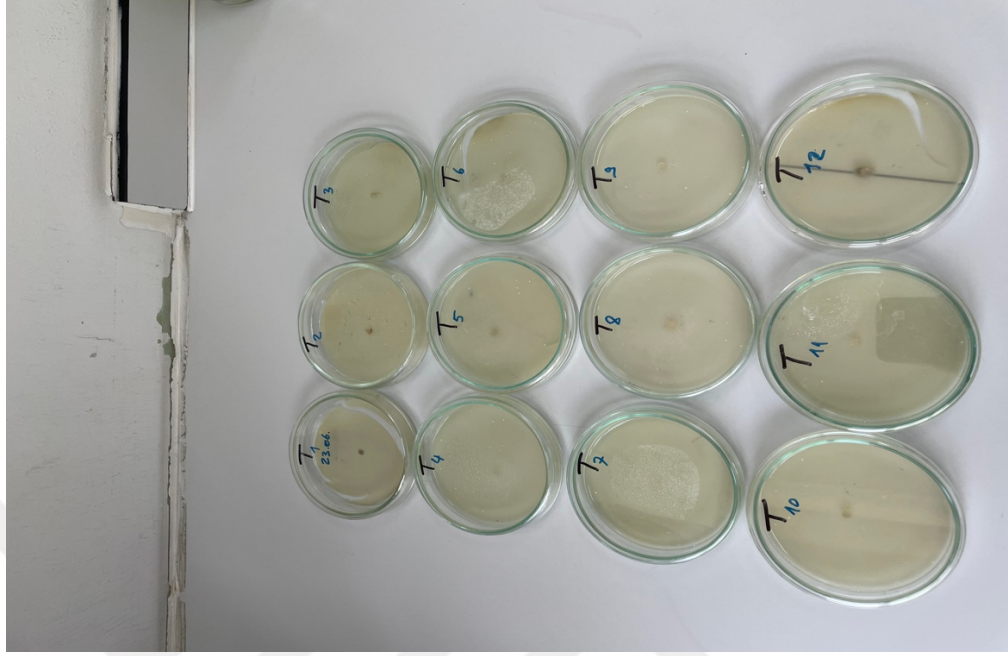


Şekil 3.2.2.1. PDA ortamında gelişen *B. cinerea*'nin gelişimi için, 5 mm çapında bir delik aracılığıyla alınmış misel parçaları kullanıldı.

Bu misel parçaları, fungusit içeren ve içermeyen petri kaplarının tam ortasına, miselial kısım besi ortamı ile temas edecek şekilde yerleştirilmiş ve daha sonra petri kapları 23 °C'de çalışan bir inkübatöre konulmuştur. İnokulasyondan 3, 5 ve 7 gün sonra, petri kaplarındaki patojenlerin miselial gelişim çapları 90 derece açı ile 2 kez ölçülmüştür. Bu ölçümlerin ortalamaları alınarak, ilgili dozlardaki fungusitlerin patojenin miselial gelişimine olan etkisi belirlenmiştir.



Şekil 3.2.2.2. *Botrytis cinerea* 'nin misel disklerinin fungusitli petrilere ekimi (Sol) ve fungusun inkübatörde inkübasyonu (Sağ).



Şekil 3.2.2.3. *Botrytis cinerea* 'nin miselial gelişiminin ölçülmesi

Çalışma, tesadüf parselleri deneme desenine göre ve her bir petri bir tekerrür olacak şekilde planlanmıştır. Fungisitlerin etkililiklerinin belirlenmesinde öncelikle Abbott formülünden yararlanılmıştır.

$$\% \text{etkililik} = \frac{\text{ilaçsız Hastalk Yüzdesi} - \text{ilaçlı Hastalk Yüzdesi}}{\text{ilaçsız Hastalk Yüzdesi}} \times 100$$

Daha sonra, sonuçlar bilgisayar ortamında tesadüf parcelleri deneme deseni'nde tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılarak analiz edilmiş ve ortalamalar LSD (En Az Anlamlı Farklar) testi ile karşılaştırılmıştır ($p < 0.05$). ANOVA analizi JMP®Pro 16.0 yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Farklı konsantrasyonlarda Fenhexamid 500g/L SC, Cyprodinil 300ml/L EC ve Pyrimethanil 300g/L SC etken maddesini içeren ve Türkiyede Teldor SC 500, QUALY ® 300 EC ve Milis 30 SC gibi ticari preparat isimleri ile satılan fungusitlerin, PDA ortamında *Botrytis cinerea*'nın miselial gelişimine etkileri araştırılmış ve sonuçlar *İn Vitro* koşullarda etkililik olarak aşağıda alt başlıklar olarak özetlenmiştir.

4.1 Fenhexamid 500g/L SC, Cyprodinil 300ml/L EC ve Pyrimethanil 300g/L SC etken Maddeli Bazı Fungisitlerin *İn Vitro* Koşullarda 1000, 500 ve 80 ppm. Dozlarında *Botrytis cinerea*'nin Miselial Gelişimi Üzerine Etkileri

Çalışma sonunda, üç etken maddenin de normal kullanım dozlarında, Yarı kullanım dozunda (500 ul/L) ve 80 ul/L dozunda %100 etkili oldukları saptanmıştır. Bu çalışmada elde edilen sonucun şekil 4.1.1'de görüldüğü gibi olduğunu belirtebiliriz.



Şekil 4.1.1. Fenhexamid 500g/L SC, Cyprodinil 300ml/L EC ve Pyrimethanil 300g/L SC etken maddeli fungusitlerin *İn Vitro* koşullarda ve 1000, 500 ve 80 ppm dozlarında *Botrytis cinerea*'nin miselial gelişimi üzerine etkililikleri.

Şekil 4.1.1'de belirtildiği gibi, test edilen tüm fungusitlerin 1000, 500 ve 80 ppm dozlarında *Botrytis cinerea*'nın miselial gelişimini tamamen engellediği görülüyor. Kontrol petrisinde ise patojenin tüm petri kabını kapladığı için deneme 7. gününde sonlandırılmıştır. Öncelikle fungusitlerin Türkiye'deki tarla koşullarında ruhsatlı olan dozlarının petri kabı koşullarındaki etkinlikleri incelenmiştir. Bu dozlar, aslında *In Vitro* çalışmalar için oldukça yüksek olsa da, eğer patojen bu dozlarda bile gelişebiliyorsa, fungusitlerin tarla koşullarında etkisiz olabileceği tahmin edilebilir. Dolayısıyla, kontrollü koşullarda bile etkisiz olan bir fungusitin tarla koşullarında etkili olması beklenmez. Son zamanlarda yaşanan sahte tarım ilacı operasyonları göz önüne alındığında, yüksek dozlarda da çalışılması gerektiği düşünülmüştür. Sonuçlar, incelenen tüm fungusitlerin 1000 ppm, 500 ppm ve 80 ppm dozlarında patojen gelişimini %100 engellediğini göstermektedir. Bu da, incelenen fungusitlerin tarla koşullarında benzer etkililik gösterebileceği fikrini akla getirmektedir.

4.2 Fenhexamid 500g/L SC, Cyprodinil 300ml/L EC ve Pyrimethanil 300g/L SC etken Maddeli Bazı Fungisitlerin *In Vitro* Koşullarda 40 ppm. Dozlarında *Botrytis cinerea*'nin Miselial Gelişimi Üzerine Etkileri

1000 ppm, 500 ppm ve 80 ppm gibi yüksek dozlarda ticari fungusitler arasında herhangi bir fark bulunamadığı için, daha düşük dozlarda çalışma zorunluluğunu doğurmuştur. Ancak, bu düşünceye dayanarak yapılan araştırmalar, gerçekten daha düşük dozlarda fungusitler arasında etkililik farkları olduğunu ortaya koymuştur. Fungisitlerin 40 ppm dozunda patojen inkübasyonunun 3., 5. ve 7. günündeki etkililikleri Çizelge 4.2.1.'de gösterilmiştir.

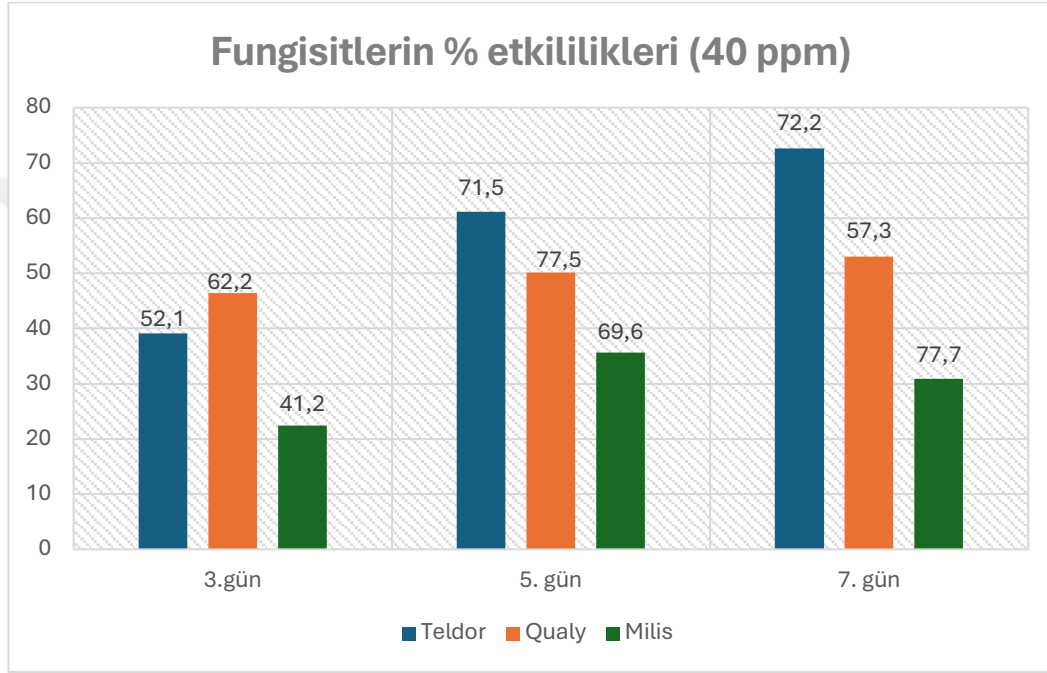
Çizelge 4.2.1. Fenhexamid 500g/L SC, Cyprodinil 300ml/L EC ve Pyrimethanil 300g/L SC etken maddeli fungusitlerin *In Vitro* koşullarda 40 ppm dozlarında *Botrytis cinerea*'nın miselial gelişimi üzerine inkübasyonun 3., 5. ve 7. gününde etkililikleri

Petri kabında fungusun miselial gelişimi (mm)												
Tekerrürler	3. gün				5. gün				7.gün			
	K*	F	C	P	K*	T	Q	M	K*	T	Q	M
1	24	5	5	5	52	5	5	5	83	5	25	7
2	6	5	5	25	35	5	17	20	77	17	54	25
3	15	5	5	10	49	15	22	10	90	31	56	12
4	15	24	9	26	49	39	9	30	85	53	36	30
5	15	5	6	7	63	5	8	10	90	5	40	10
6	12	5	18	10	35	5	32	15	35	7	65	15
7	25	23	5	20	51	37	5	28	90	55	14	29
8	30	5	5	10	45	5	5	25	85	5	5	33
9	10	5	5	12	33	5	5	18	77	12	17	19
10	12	22	17	5	40	40	17	8	78	60	49	12
11	40	5	5	5	79	9	8	10	90	13	45	16
12	34	5	5	5	83	5	5	8	90	7	8	8
Ortalama	19,3	9,5	7,5	11,7	51,2	14,6	11,5	15,6	80,8	22,5	34,5	18,0
Etkililik (%)		52,1	62,2	41,2		71,5	77,5	69,6		72,2	57,3	77,7

* K=Kontrol, T= Teldor SC 500, Q= QUALY ® 300 EC, M= Milis 30 SC

Çizelge 4.2.1. incelendiğinde, Teldor adlı ticari ürünün (40 ppm=µg/ml dozunda) patojenin ortalama koloni çapı gelişiminin 5. gününde 14,6 mm iken 7. gününde 22,5 olduğu belirlenmiştir.

Benzer şekilde, Qualy için bu rakamların 11,5 mm ile 34,5 mm olduğu, Milis için ise 15,6 mm ve 18,0 mm olduğu görülmektedir. Bu bulgular, bu ticari fungusitler arasında düşük dozlarda farklılıklar olduğunu ortaya koymaktadır. Etkililik farkları daha net bir şekilde Şekil 4.2.2'de görülebilir.



Şekil 4.2.2. Fenhexamid 500g/L SC, Cyprodinil 300ml/L EC ve Pyrimethanil 300g/L SC etken maddeli fungusitlerin *In Vitro* koşullarda ve 40 ppm dozlarında *Botrytis cinerea*'nın miselial gelişimi üzerine inkübasyonun 3., 5. ve 7. günlerindeki etkililikleri (Fenhexamid 500g/L SC =Teldor, Cyprodinil 300ml/L EC= Qualy ve Pyrimethanil 300g/L SC= Milis).

Şekil 4.2.2'de açıkça görüldüğü gibi patojen inkübasyonunun 7. günde Milis ticari isimli preparatın %77,7 etkililikle yüksek etkiye sahip olduğu bunu, %72,2 etkililikle Teldor'un izlediği görülmektedir. Bu etkililikler Qualy için %57,3 olarak saptanmıştır.

4.3 Fenhexamid 500g/L SC, Cyprodinil 300ml/L EC ve Pyrimethanil 300g/L SC etken Maddeli Bazı Fungisitlerin İn Vitro Koşullarda 20ul/L Dozlarında Botrytis cinerea'nın Miselial Gelişimi Üzerine Etkileri

Sonuçlar Çizelge 4.3.1'de özet olarak verilmiştir.

Çizelge 4.3.1. Türkiye’de ruhsatlı bazı Fenhexamid 500g/L SC, Cyprodinil 300ml/L EC ve Pyrimethanil 300g/L SC etken maddeli fungusitlerin İn Vitro koşullarda 20 ppm dozlarında *Botrytis cinerea* ’nın miselial gelişimi üzerine inkübasyonun 3., 5. ve 7. gününde etkililikleri

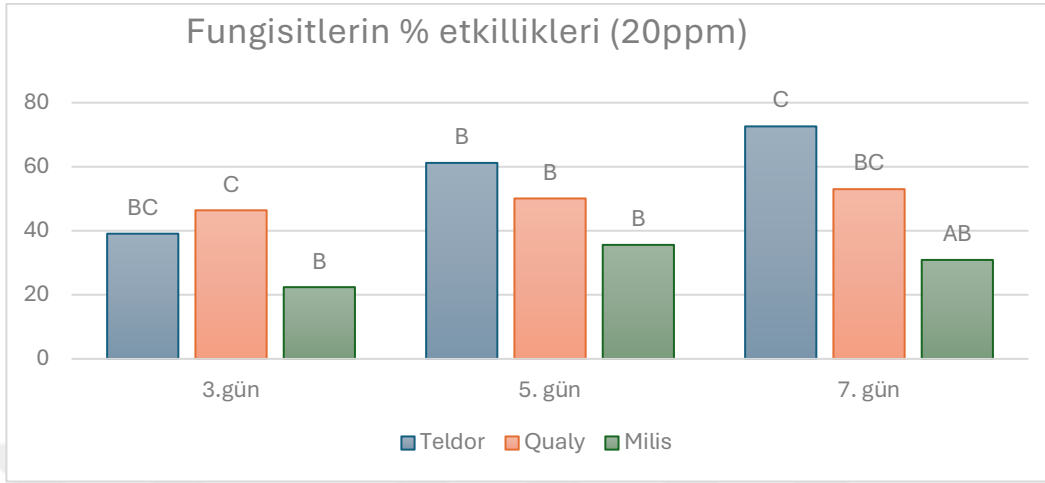
Tekerrürler	Fungus Gelişimi(mm)											
	3. gün				5. gün				7.gün			
	K*	T	Q	M	K*	T	Q	M	K*	T	Q	M
1	15	10	11	13	47	15	13	13	90	27	17	13
2	22	8	10	18	45	11	12	19	90	11	15	48
3	15	10	5	6	18	17	20	6	20	23	25	6
4	15	7	7	6	20	7	7	35	25	8	7	80
5	16	9	8	18	43	12	18	18	90	15	21	21
6	11	10	6	9	12	11	12	10	33	11	15	22
7	16	11	8	16	57	11	21	33	90	18	55	75
8	20	8	17	13	58	9	44	13	90	9	72	18
9	14	10	7	11	32	11	12	35	80	11	15	70
10	10	11	5	18	15	20	5	32	18	35	11	70
11	15	8	7	6	21	13	20	25	70	15	55	63
12	10	7	5	5	11	10	5	5	15	12	26	5
Ortalama	14,9	9	8	12	31,6	12	15,8	20,3	59,3	16,3	27,8	40,9
Etkililik (%)**	(A)	39,1 (BC)	46,4 (C)	22,4 (B)	(A)	61,2 (B)	50,1 (B)	35,6 (B)	(A)	72,6 (C)	53 (BC)	30,9 (AB)

* K=Kontrol, T= Teldor SC 500, Q= QUALY ® 300 EC, M= Milis 30 SC

** %5 hata payı ile istatistiksel ayırımın görünümü

Çizelge 4.3.1'e dikkatlice bakıldığında, Teldor, Qualy ve Milis gibi ticari fungusitlerin düşük dozlarda patojen gelişimi üzerindeki etkilerinin farklı olduğu görülüyor. Örneğin, Teldor'da (20 ppm= μ g/ml dozunda), patojenin ortalama koloni çapı gelişimi 5. günde 12 mm iken 7. günde 16,3 mm'e yükselirken, Qualy'de bu rakamlar 15,8 mm ile 27,8 mm ve Milis'de 20,3 mm ile 40,9 mm olarak belirlenmiş. Bu, farklı fungusitlerin benzer koşullarda farklı etkililik gösterdiğini gösterir.

Şekil 4.3.1, bu etkileşimleri daha net bir şekilde göstermektedir.



Şekil 4.3.1. Türkiye’de ruhsatlı bazı Fenhexamid 500g/L SC, Cyprodinil 300ml/L EC ve Pyrimethanil 300g/L SC etken maddeli fungusitlerin *In Vitro* koşullarda ve 20 ppm dozlarında *Botrytis cinerea*’nın miselial gelişimi üzerine inkübasyonun 3., 5. ve 7. günlerindeki etkililikleri (Fenhexamid 500g/L SC =Teldor, Cyprodinil 300ml/L EC =Qualy ve Pyrimethanil 300g/L SC Milis).

Şekil 4.3.1’de açıkça görüldüğü gibi patojen inkübasyonunun 7. günde Teldor ticari isimli preparatın %72,6 etkililikle yüksek etkiye sahip olduğu bunu, %53,0 etkililikle Qualy’nın izlediği görülmektedir. Bu etkililikler Milis için 30,9 olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.3.2. Fenhexamid, Cyprodinil ve Pyrimethanil etken maddeli fungusitlerin 20 ppm dozlarında ve inkübasyonun 7. günündeki *Botrytis cinerea*’nın miselial gelişimi üzerine etkisilerinin istatistiksel ayırımı*

K*	T	Q	M
F=6.56; df=3, 44; p=0.0009 59.25 ± 9.66	F=6.56; df=3, 44; p=0.0009 16.25 ± 2.368	F=6.56; df=3, 44; p=0.0009 27.8 ± 6.0388	F=6.56; df=3, 44; p=0.0009 40.9 ± 8.48

Tesadüf parselleri deneme deseni’nde tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılarak yapılan analiz ve ortalamaların LSD (En Az Anlamlı Farklar) testi ile karşılaştırılması ($p < 0.05$). * K=Kontrol, T= Teldor SC 500, Q= QUALY ® 300 EC, M= Milis 30 SC

ANOVA analizi JMP®Pro 16.0 yazılımı kullanılarak gerçekleştirildi.

Bulgular kısmında verilen verilerin(Şekil 4.1.1, Şekil 4.2.2 , Şekil 4.3.1 ve Çizelge 4.2.1, Çizelge 4.3.1, Çizelge 4.3.2) bir bütün olarak tartışılmasının daha kolay anlaşılmasına yardımcı olacağı düşüncesi ile önce çalışılan etken maddelerle ilgili genel bilgi verilmesi ve bu bilgiler doğrultusunda önemli görülen bulguların tartışılması aşağıdaki şekilde yapılabilir. Çalışılan patojene karşı Türkiye’de çok çeşitli bitkilerde, farklı firmaların değişik formülasyon şekillerinde ithal ve imal amaçlı ve farklı ticari ürün isimleri ile ruhsatlandırılmış 189 adet Bitki koruma ürünü bulunmaktadır(Bitki Koruma Ürünleri Veri Tabanı, 2024a). Bunlardan etken madde veya organizma olarak aşağıdaki şekildedir:

%50 Captan, 500 g/l Imazalil, %80 Folpet, %37,5 Cyprodinil + %25 Fludioxonil, 150 g/l Cyprodinil + 100 g/l Fludioxonil, 500 g/l Fluazinam, 375 g/l Fluazinam + 150 g/l Azoxystrobin, %50 Fenpyrazamine, 200 g/l Penthiopyrad, 400 g/L Pyrimethanil+100 g/L Fludioxonil, 150 g/l Cyprodinil + 100 g/l Fludioxonil,%40 Iminoctadine tris (albesilate), %50 Boscalid, %26,7 Boscalid + %6,7 Pyraclostrobin, 375 g/l Pyrimethanil +125 g/l Fluopyram. Türkiye’de ayrıca bu patojene karşı biyofungisitlerin de aşağıdaki etken organizmalar şeklinde ruhsatlı olduğu görülmektedir: *Trichoderma harzianum* rifai ırk KRL-AG2 (T 22) 400 milyon spor/gr, %1,34 *Bacillus amyloliquefaciens* (B. subtilis) strain QST 713 min.1x10 üzeri 9 cfu/ml, %0,17 *Bacillus subtilis* MBI 600 2x10 üzeri 11 cfu/g, *Bacillus Subtilis* IAB/BS03 (1x 10 üzeri 7 cfu/ml), *Pythium oligandrum* strain M1, 1x10 üzeri 6 oospor/1 gr, Ayrıca, 224,6 g/l *Reynoutria* spp. ekstraktı, 222,5 g/l Tea tree oil ve 150 g/l Tea tree oil + 100 g/l Fludioxonil, gibi bitki ekstraktlarının tek başlarına veya kimyasal fungisitlerle beraber ruhsatlı oldukları görülmektedir.

Bu kimyasallardan en son ruhsat alanın 375 g/l Pyrimethanil +125 g/l Fluopyram etken maddeli CUMOX 500 SC isimli bitki koruma ürünü olduğu ve 03.05.2024 tarihinde 13152 ruhsat numarası ile SC (Akıcı Konsantre/Süspansiyon Konsantre) formülasyonunda (İMAL) ruhsatlı olarak Domates, Biber ve Patlıcan’da *Botrytis cinerea*’ya karşı ruhsat aldığı görülmektedir. Bu durum her ne kadar patojene karşı ruhsatlı biyofungisitler olsa da üretici firmalar arasında, kimyasallarla rekabetin devam ettiğini göstermektedir.

Bu çalışmaya konu olan kimyasal fungusitlerden Teldor ise, TELDOR SC 500 (İTHAL) ismi ile Bayer Türk Kimya San. Ltd. Şti. tarafından Türkiye’de ruhsatlandırılmış bir bitki koruma ürünü olup, 500 g/l Fenhexamid SC (Akıcı Konsantre/Süspansiyon Konsantre) etken madde içermektedir. Türkiye’de sadece Botrytis cinerea’nın neden olduğu ve kurşuni küf hastalığı olarak bilinen hastalıklara karşı bağ, çilek, domates ile seralarda yetiştirilen biber ve patlıcanlarda ruhsatlıdır(Bitki Koruma Ürünleri Veri Tabanı, 2024b).

Çalışılan diğer fungusitimiz Qualy, QUALY 300 EC (İTHAL) ismi ile Adama Turkey Tarım San. ve Tic. Ltd. Şti. tarafından Türkiye’de ruhsatlandırılmış, bir bitki koruma ürünü olup, 300 g/l Cyprodinil EC (Emülsiyeye Olabilen Konsantre) etken madde içermektedir. Ruhsatlı olduğu hastalıklar ve bu hastalıklara neden olan patojenler aşağıdaki gibidir: Bağ, Domates (Sera), Biber (Sera), Patlıcan (Sera), Çilek (Sera), Hıyar (Sera), Kornişon(Sera)’da Kurşuni küf (Botrytis cinerea), Kiraz’da Çiçek monilyası (Monilinia laxa = Sclerotinia laxa) ve Meyve monilyası (Mumya) (Monilinia fructigena), Şeftali’de ve Kayısı’da Çiçek monilyası (Monilinia laxa = Sclerotinia laxa), Ceviz antraknozu (Gnomonia leptostyla) ve Elma karalekesi (Venturia inaequalis)(Bitki Koruma Ürünleri Veri Tabanı, 2024c).

Çalışmaya konu olan üçüncü fungusitimiz Milis ise, MİLİS 30 SC (İMAL) ismi ile Safa Tarım tarafından Türkiye’de ruhsatlandırılmış, bir bitki koruma ürünü olup, 300 g/l Pyrimethanil SC(Akıcı Konsantre/Süspansiyon Konsantre) etken madde içermektedir. Türkiye’de Bağ, Domates, Biber (Sera) , Patlıcan(Sera)’da Kurşuni küf (Botrytis cinerea) ile Elma karalekesi (Venturia inaequalis)’ne karşı ruhsatlı olduğu görülmektedir(Bitki Koruma Ürünleri Veri Tabanı, 2024d).

Bu çalışmada en düşük dozda en etkili fungusitin 500 g/l Fenhexamid SC etken maddeli TELDOR SC 500 (İTHAL) olduğu(%72.6) görülmektedir (Çizelge 4.3.1 ve Şekil 4.3.1). İstatistiki olarak da aradaki fark önemli bulunmuştur. Bu durum aslında, bu etken maddenin Botrytis’e özel ve ona daha etkili bir etken madde olabileceğini Türkiye’ de de sadece Botrytis cinerea’ya ruhsatlı olması ile göstermektedir((Bitki Koruma Ürünleri Veri Tabanı, 2024b). Diğer iki etken maddenin ise Türkiye’de başka hastalıklara ve patojenlere de ruhsatlı

olması nedeni ile (Bitki Koruma Ürünleri Veri Tabanı, 2024c ve Bitki Koruma Ürünleri Veri Tabanı, 2024d) Botrytis' e yönelik etkililik azlığı normal kabul edilebilir.

Çalışmada elde edilen ikinci önemli bulgunun ise, en düşük dozda 7 günlük inkübasyon süresi sonunda %30,9 etkililik ile Pyrimethanil etken maddeli MİLİS 30 SC (İMAL)' de saptanmasıdır(Çizelge 4.3.1 ve Şekil 4.3.1). Diğer iki fungusitten Türkiye'de imal edilmesi ile farklı olan bu fungusitin aynı dozda inkübasyonun 5. gününde, diğerleri ile istatistiksel olarak aynı etkinliği göstermesi, daha sonra performansının düşmesi düşündürücü bulunmuştur. Bununla birlikte normal kullanım dozunda ve daha alt dozlarda etkililiğinde istatistiksel anlamda önemli fark bir saptanamaması(Şekil.4.1.1, Şekil 4.2.2 ve Çizelge 4.2.1) daha yüksek fiyatlı ithal fungusitlere tercih edilmesine neden olabilir düşüncesindeyiz.

5. SONUÇ

Botrytis cinerea, genellikle "grape mold" veya "gray mold" olarak bilinen, bir fungus türüdür, birçok bitki türünde hastalığa neden olabilir, ancak özellikle üzüm bağlarında ve bazı meyve ve sebzelerde yaygın olarak bulunur. İyi bilinen bir fitopatojendir. *Botrytis cinerea*, nemli ve serin koşullarda gelişir ve genellikle bitkilerin yaprakları, çiçekleri ve meyveleri üzerinde gri renkli bir küf tabakası oluşturur. Fungus bitkilerin dokularında çürümeye ve çürümeye neden olarak önemli miktarda hasara yol açabilir. Üzüm bağlarında, özellikle hasat zamanında, hasat edilen üzümleri çürütme eğilimindedir ve bu da büyük ölçüde ürün kaybına neden olabilir. *Botrytis cinerea* ile mücadele genel prensiplerine dayanır. Bunlar hastalıklı bitkilerin temizlenmesi, uygun sulama ve havalandırma sağlanması, uygun gübreleme yapılması ve gerektiğinde fungusitlerin kullanılması gibi önlemleri içerebilir.

Bu çalışmada, Türkiye’de ruhsatlı bazı Fenhexamid 500g/L SC, Cyprodinil 300ml/L EC ve Pyrimethanil 300g/L SC içeren bazı preparatların *In Vitro* koşullarda *Botrytis cinerea*’ya karşı etkililikleri arasında farklarının olup olmadığı araştırılmış ve çalışma sonunda, üç etken maddenin normal kullanım dozlarında (1000 ppm.) ve daha düşük dozlarda (80 ppm.) etkili olduğunu göstermiştir. Etkinlik farkları, 40 ppm. ve 20 ppm. dozlarında ortaya çıkmıştır. Buna göre, Cyprodinil %57,3 ve %53,03, Fenhexamid %72,2 ve %72,6, Pyrimethanil %77,7 ve %30,9 oranında etkili bulunmuştur.

Fenhexamid’in en düşük dozda daha etkili olması şaşırtıcı olmamıştır. Zira bu fungist genelde *Botrytis cinerea*’ ya özel bir fungusittir. Diğer iki etken maddenin normal kullanım dozlarında ve bazı alt dozlarda fenhexamid kadar etkili olması aslında şaşırtıcı bulunmuştur.

Bu etken maddelerden Pyrimethanil’in Türkiye’de imal edilmiş *Botrytis cinerea*’ya ruhsatlı bir fungusit olması ve diğerlerinden daha ekonomik olması gibi avantajları da dikkate alınmalıdır. Bununla birlikte, son karar öncesi, bu tür in vitro çalışmalar mutlaka arazide yapılan in vivo çalışmalarla desteklenmelidir.

6. Kaynaklar Dizini

Anonim, (2008a). Zirai Mücadele Teknik Talimatları. Cilt 2. Endüstri Bitkileri Hastalıkları, Endüstri Bitkileri Zararlıları, Süs Bitkileri Hastalıkları, Süs Bitkileri Zararlıları, Yem Bitkileri Zararlıları. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı. Ankara. 260 s.

Anonim, (2008b). Zirai Mücadele Teknik Talimatları. Cilt 3. Sebze Hastalıkları, Sebze Zararlıları, Depolanmış Soğan ve Patateslerdeki Filizlenmeler. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı. Ankara. 332 s.

Anonim, (2008c). Zirai Mücadele Teknik Talimatları. Cilt 4. Yumuşak ve Sert Çekirdekli Meyve Hastalıkları, Bağ Hastalıkları, Bağ Zararlıları, Çilek ve Üzümsü Meyve Hastalıkları, Çilek Zararlıları. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı. Ankara. 388 s.

Anonim, (2024a). Meyve Hastalıkları Zirai Mücadele Teknik Talimatları, Zirai Mücadele Teknik Talimatları, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, Ankara, 195 s. Erişim yeri: https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Menu/28/Yayinlar_veriler 195 s.

Anonim, (2024b). Endüstri ve Süs Bitkileri Hastalıkları Zirai Mücadele Teknik Talimatları, T.C. tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, Ankara, 56 s. Erişim yeri: https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Menu/28/Yayinlar_veriler

Avenot, H.; Morgan, D; Quattrini, J; Michailides, T. (2020). Phenotypic and molecular characterization of fenhexamid resistance in *Botrytis cinerea* isolates collected from pistachio orchards and grape vineyards in California, Crop Protect. 133. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105133>.

Bitki Koruma Ürünleri Veri Tabanı. (2024a). Bitki Koruma Ürün Ruhsatları, Zararlı Organizma: Kurşuni Küf(*Botrytis cinerea*). T. C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Bitki Koruma Ürünleri Daire Başkanlığı. Erişim yeri.: <https://bku.tarimorman.gov.tr/BKURuhsat/Index?csrt=5362600246595253279>

Bitki Koruma Ürünleri Veri Tabanı. (2024b). Ruhsat Detay TELDOR SC 500 (İTHAL).T. C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Bitki Koruma Ürünleri Daire Başkanlığı. Erişim yeri: <https://bku.tarimorman.gov.tr/BKURuhsat/Details/5014?csrt=5362600246595253279>

Bitki Koruma Ürünleri Veri Tabanı. (2024)c. Ruhsat Detay QUALY 300 EC (İTHAL). T. C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Bitki Koruma Ürünleri Daire Başkanlığı. Erişim yeri: <https://bku.tarimorman.gov.tr/BKURuhsat/Details/3472?csrt=5362600246595253279>

Bitki Koruma Ürünleri Veri Tabanı. (2024d). Ruhsat Detay MİLİS 30 SC (İMAL). T. C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Bitki Koruma Ürünleri Daire Başkanlığı. Erişim yeri: <https://bku.tarimorman.gov.tr/BKURuhsat/Details/1246?csrt=5362600246595253279>

Brent, K. J; Hollomon, D. W. (2007). Fungicide Resistance in Crop Pathogens: How it can be managed? 2nd revised Edition.

Brithish Council, (2016). Global Food Security. How can we feed a growing population? Commonwealth Class.

Brych, M; Skrxypek, S. ve Mircheski, V. (2023). Improved procedure for square-wave voltammetric sensing of fenhexamid residues on blueberries peel surface at the anodically pretreated boron-doped diamond electrode. Volume 1249, 8 April 2023, 340936. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2023.340936>.

Dean, R; Kan, J. A. L; Pretorius, Z. A.; Hammond-Kosack, K. E; Pietro, A. D, Spanu, P. D., Rudd, J. J. , Dickman, M; Kahmann, R; Ellis, J; Foster, G. (2012). The Top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology. MOLECULAR PLANT PATHOLOGY (2012) 13(4), 414–430. DOI: 10.1111/J.1364-3703.2011.00783.X.

Debieu, D; Bach, J; Montesinos, E; Fillinger, S. ve Leroux, P. (2012). Role of sterol 3ketoreductase sensitivity in susceptibility to the fungicide fenhexamid in Botrytis cinerea and other phytopathogenic fungi. Society of Chemical Industry. s642:651. DOI 10.1002/ps.3418.

Delen, N. (2016). Fungicides. Nobel press, Ankara, Turkey. 534 pp.

Delen, N. (2020a). Bitki Patojenlerinde Fungisitlere Duyarlılık Azalışı. Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Yayın No. 2506. Ankara. s56: 133.

Delen, N. (2020b). Bitki Patojenlerinde Fungisitlere Duyarlılık Azalışı. Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Yayın No. 2506. Ankara.

Delen, N. (2020c). Bitki Patojenlerinde Fungisitlere Duyarlılık Azalışı. Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Yayın No. 2506. Ankara.

Douglas, S.M. (2008). Plant Health Problems. The Connecticut Agricultural Experiment Station. Introduction and Historical Impact of Plant Health Problems. Department of Plant Pathology and Ecology the Connecticut Agricultural Experiment Station 123 Huntington Street, P. O. Box 1106 New Haven, CT 06504.

El-Baky, N.A.; Amara, A.A.A.F. (2021). Recent Approaches towards Control of Fungal Diseases in Plants: An Updated Review. *J. Fungi* 2021, 7, 900. <https://doi.org/10.3390/jof7110900>.

Elad, Y. (2016). *Botrytis - The Fungus, the Pathogen, and Its Management in Agricultural Systems*. Springer. s3:485. DOI 10.1007/978-3-319-23371-0.

Elad, Y.; Williamson, B.; Tudzynski, P. ve Delen, N. (2007). *Botrytis: Biology, Pathology, and Control*. Springer. s13:403. ISBN 978-1-4020-2626-3 (e-book).

Ellison, P; Ash, G; McDonald, C. (1997). An Expert System for the Management of *Botrytis cinerea* in Australian Vineyards. I. Development. *Agricultural systems*, Vol. 56. No. 2. pp. 185-207, 1998.

Estve-Turrillas, F. A; Agullo, C; Abad-Fuentes, A; Abad-Somovilla, A; Mercader, J. V. (2012). Immunoreagent Generation and Competitive Assay Development for Cyprodinil Analysis. [dx.doi.org/10.1021/jf300319n](https://doi.org/10.1021/jf300319n) | *J. Agric. Food Chem.* 2012, 60, 4803–4811. 2012 American Chemical Society.

Food and Agriculture Organization (FAO, 2009). *Global agriculture towards 2050. High Level Expert Forum. How to Feed the World in 2050* Office of the Director, Agricultural Development Economics Division Economic and Social Development Department Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italy.

Gül, E; Karakaya, A; Ergül, A. (2024). Mutations associated with boscalid and pyraclostrobin resistance of *Botrytis cinerea* from vegetable fields in Turkey. *Tropical Plant Pathology*. <https://doi.org/10.1007/s40858-024-00646-4>.

Hahn, M. (2014) The rising threat of fungicide resistance in plant pathogenic fungi: *Botrytis* as a case study. *Journal of Chemical Biology* 7:133–141

Jiang, M; Wang, T; Simal-Gandara, J; Siddaiah, C. N; Dai, X. F; Chen, J. Y; Wang, D; Kong, Z. K. (2023). Overview of the control of plant fungal pathogens by natural products derived from medicinal plants. *Plant Protection Science*. <https://doi.org/10.17221/17/2023-PPS>.

Kalogiannidis, S.; Kalfas, D.; Chatzitheodoridis, F.; Papaevangelou, O. (2022). Role of Crop-Protection Technologies in Sustainable Agricultural Productivity and Management. *Land* 2022, 11, 1680. <https://doi.org/10.3390/land11101680>.

Köycü, N. D, Özer, C; Solak, E; Delen, N. (2018a). Infection of *Botrytis cinerea* in Different Fungicide Application Programs in Semillon Grape. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*. 15 (03).

Köycü, N. D, Özer, C; Solak, E; Delen, N. (2018b). Infection of Botrytis cinerea in Different Fungicide Application Programs in Semillon Grape. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi Journal of Tekirdag Agricultural Faculty. 15 (09).

Köycü, N.D. (2007). Studies on the Determination of the Sensitivity level of Causal Agent of Gray Mould Disease (Botrytis cinerea Pers. Ex. Fr.) Against the Fungicides Used in Vineyards and Chemical Control. Süleymanpaşa/Tekirdağ, p, 104 PhD Thesis.

Köycü, N.D., N. Özer and N. Delen. (2012). Sensitivity of Botrytis cinerea isolates against some fungicides used in vineyards. African J. Biotech. Vol. 11(8), pp. 1892-1899.

Leonberger, K; Jackson, K; Smith, R. (2024). Plant Diseases. UK Cooperative Extension Service. PPA-46. CHAPTER 05.

Molitor, D; Schultz, M; Friedrich, B; Viret, O; Hoffmann, L. ve Beyer, M. (2018). Efficacy of fenhexamid treatments against Botrytis cinerea in grapevine as affected by time of application and meteorological conditions. Elsevier. Crop Protection 110 (2018) 1–13.

Reddy, P.V, (2022a). Advances in Agricultural and Horticultural Sciences. Department of Agricultural Entomology, Shri Vaishnav Institute of Agriculture. India. s441-442:717.

Reddy, P.V, (2022b). Advances in Agricultural and Horticultural Sciences. Department of Agricultural Entomology, Shri Vaishnav Institute of Agriculture. India. s441-442:717.

Romanazzia, G; Smilanick, J. L. ; Feliziani, E; Droby, S. (2015). Integrated management of postharvest gray mold on fruit crops. Volume 113, March 2016, Pages 69-76. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.11.003>.

Shtienberg, D. (2004). Rational Management of Botrytis-Induced Diseases: Integration of Control Measures and Use of Warning Systems. In: Elad Y, Williamson B, Tudzynski P, Delen N ed. Botrytis: Biology, Pathology and Control. Springer, Dordrecht, The Netherlands. Pp. 335-346.

Shukla, R; Shukla, M; Jha, S; Singh, R. (2023). Introduction to Plant Pathology. R. C. Mishra & R. Singh (eds.), Principles of Plant Pathology (2023). DOI: 10.5281/zenodo.7829051.

Törün, B. (2018a). Aydın ve Mersin illerinden toplanan çileklerde Botrytis cinerea popülasyonlarındaki transposon sıklığı ve fungusit dirençliliği. [Doktora tezi, Adnan Menderes Üniversitesi]. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne.s6:111.

United States Environmental Protection Agency. (1998). Pesticide Fact Sheet. Office of Prevention Pesticides and Toxic Substances. (7501C). Cyprodinil Registration April 6, 1998.

Waechter, F; Weber, E; Hertner, T. ve May-Hertl. (2010). Cyprodinil: A Fungicide of the Anilinopyrimidine Class. Syngenta Crop Protection AG, Basle, Switzerland. Chapter 89. s1904:191.

Wang, H; Liu, M; Zhang, W; Yan J; Tang X. ve Molina; Li X. (2023). An Effect and Less Spraying Control Method Successfully Controls Botrytis cinerea on Grapes in China. *Agronomy* 2023, 13(10), 2578; <https://doi.org/10.3390/agronomy13102578>.

Williamson, B; Tudzynski, B; Tudzynski, P; Kan, A. L. V. (2007). Botrytis cinerea: the cause of grey mould disease. *MOLECULAR PLANT PATHOLOGY* (2007) 8(5), 561–580 DOI: 10.1111/J.1364-3703.2007.00417.X.

