



T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİ'NDE MERCİMEKTE GÖRÜLEN
TOPRAK KÖKENLİ FUNGAL HASTALIKLARIN ETMENLERİ,
YAYGINLIKLARI ve MOLEKÜLER KARAKTERİZASYONLARI ile
MÜCADELE OLANAKLARININ BELİRLENMESİ**

Pınar SAĞIR

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

**HATAY
EKİM - 2023**



T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİ'NDE MERCİMEKTE GÖRÜLEN
TOPRAK KÖKENLİ FUNGAL HASTALIKLARIN ETMENLERİ,
YAYGINLIKLARI ve MOLEKÜLER KARAKTERİZASYONLARI ile
MÜCADELE OLANAKLARININ BELİRLENMESİ**

Pınar SAĞIR
ORCID:0000-0002-5199-6026

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

Danışman
Prof. Dr. Şener KURT
ORCID: 0000-0003-4545-5968

HATAY
EKİM - 2023

T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİNDE MERCİMEKTE GÖRÜLEN
TOPRAK KÖKENLİ FUNGAL HASTALIKLARIN ETMENLERİ,
YAYGINLIKLARI ve MOLEKÜLER KARAKTERİZASYONLARI ile
MÜCADELE OLANAKLARININ BELİRLENMESİ**

Pınar SAĞIR

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

Prof. Dr. Şener KURT danışmanlığında hazırlanan bu tez **30/10/2023** tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **OYBİRLİĞİ** ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Şener KURT
Başkan

Prof. Dr. Emine Mine SOYLU
Üye

Prof. Dr. Sibel DERVİŞ
Üye

Doç. Dr. Davut Soner AKGÜL
Üye

Dr. Öğr. Üyesi Merve KARA
Üye

Kod No:

Doç. Dr. Cengiz KARACA
Enstitü Müdürü

Bu çalışma MKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir.
Proje No: 20.D.015

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

30/102023

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

İmzası

Pınar SAĞIR

ÖZET

GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİ'NDE MERCİMEKTE GÖRÜLEN TOPRAK KÖKENLİ FUNGAL HASTALIKLARIN ETMENLERİ, YAYGINLIKLARI ve MOLEKÜLER KARAKTERİZASYONLARI ile MÜCADELE OLANAKLARININ BELİRLENMESİ

Bu çalışma, Diyarbakır, Mardin ve Şanlıurfa illerinde mercimek üretim alanlarında kök, kök boğazı ve gövde çürüklüğü ile solgunluk hastalığına neden olan toprak kökenli fungal etmenleri, yaygınlıkları ve moleküler karakterizasyonları ile mücadele olanaklarının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Mercimek ekim alanlarında, 2020-2021 üretim sezonunda fide ve çiçeklenme-kapsül oluşum döneminde sürveyler gerçekleştirilmiştir.

Mercimek ekim alanlarında yapılan sürveyler sonucunda; kök, kök boğazı ve gövde çürüklüğü ile solgunluk hastalık belirtileri saptanmıştır. Sürveyler sonucunda fide döneminde 149 ve çiçeklenme-kapsül oluşum döneminde 383 olmak üzere toplam 532 fungus izolatu elde edilmiştir. Fungal izolatlar, morfolojik ve mikroskopik özelliklerine göre gruplandırılmıştır. Her grubu temsilen seçilen izolatların tanısı moleküler yöntemler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ön patojenisite testlerinde virülensliği yüksek olduğu belirlenen 32 izolat, patojenisite denemelerine alınmıştır. Fide döneminde Diyarbakır, Mardin ve Şanlıurfa illerinde hastalık oranı sırasıyla %12.3, %26.0 ve %24.9, hastalığın yaygınlığı ise aynı sıraya göre %26.9, %65.3 ve %59.1; bu illerde çiçeklenme kapsül bağlama döneminde sırasıyla hastalık oranı %18.0, %17.6 ve %12.8, hastalığın yaygınlığı ise %29.2, %33.8 ve %34.2 olarak belirlenmiştir. Fide döneminde, 3 farklı cinse ait 7 fungus türü, çiçeklenme kapsül oluşum döneminde ise 6 cinse ait 10 fungus türü saptanmıştır. Patojenisite testlerinde *F. acuminatum*, *F. redolens*, *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. culmorum*, *R. solani*, *A. alternata*, *A. chlamydosporigena*, *M. phaseolina*, *S. sclerotiorum*, *B. cinerea* ve *Sclerotium* sp. funguslarının patojen olduğu tespit edilmiştir. Bitki kök ve gövdelerinde belirgin lezyonlar oluşturmuştur. *F. acuminatum*, *F. redolens*, *F. solani*, *R. solani*, *M. phaseolina* ve *S. sclerotiorum*'a karşı test edilen tüm mercimek çeşitlerinin reaksiyonları farklılık göstermiştir. Çeşitlerdeki hastalık indeksi, 1.0 (Fırat 87) ile 1.6 (Altıntoprak) arasında değişiklik göstermiştir. Fırat 87, Tigris ve Çağıl en az hastalanan çeşit olarak belirlenmiştir. Tohum ilacı olarak kullanılan 3 fungusitin etkinliği ve uygulama dozu funguslara (*F. acuminatum*, *F. redolens*, *F. solani*, *M. phaseolina*, *S. sclerotiorum*, *R. solani*) göre farklılıklar göstermiştir. Doz artışı ile etki oranı arasında bir paralellik olduğu saptanmıştır. Bütün funguslara olan etkinlik birlikte değerlendirildiğinde; triticonazole + pyraclostrobin'nin 75 ml'lik dozu %60.6, fludioxonil + metalaxyl-M'in 250 ml'lik dozu %55 ve *Bacillus subtilis* QST 713 ırkı'nın 350 ml'lik dozu %37.4 oranında etkili olduğu belirlenmiştir. İlk iki fungusitin mercimek kök ve kökboğazı çürüklüğüne karşı tohum uygulaması şeklinde önerilebileceği kanısına varılmıştır.

2023, 124 pages

Anahtar Kelimeler: Mercimek, toprak patojenleri, çeşit reaksiyonları, fungusit etkinliği

ABSTRACT

DETERMINATION of the CAUSAL AGENTS, PREVALENCE, MOLECULAR CHARACTERIZATION and CONTROL POSSIBILITIES of SOILBORNE FUNGAL DISEASES on LENTILS in SOUTHEASTERN ANATOLIAN REGION

This study was conducted with the aim of determining the soil-borne fungal pathogen causing root, crown rot and stem rot, as well as wilting disease in lentil production areas in Diyarbakır, Mardin, and Şanlıurfa provinces, along with their prevalence and molecular characterization, and exploring potential management strategies. Surveys were carried out in lentil cultivation areas during the seedling and flowering-capsule formation period in the 2020-2021 production seasons.

As a result of the surveys carried out in lentil cultivation areas; disease symptoms of root, collar and crown rot and wilt were detected. As a result of the surveys, a total of 532 fungal isolates were obtained, 149 in the seedling period and 383 in the flowering-capsule formation period. Fungal isolates were grouped according to their morphological and microscopic characteristics. The identification of isolates selected to represent each group was performed using molecular methods. 32 isolates, which were determined to have high virulence in preliminary pathogenicity tests, were included in pathogenicity trials. During the seedling period, the disease rate in Diyarbakır, Mardin and Şanlıurfa provinces was 12.3%, 26.0% and 24.9%, respectively, and the prevalence of the disease was 26.9%, 65.3% and 59.1%, respectively; in these provinces, the disease rate was determined as 18.0%, 17.6% and 12.8%, and the prevalence of the disease was 29.2%, 33.8% and 34.2%, respectively, during the flowering and capsule setting period. During the seedling period, 7 fungal species belonging to 3 different genera were detected, and during the flowering capsule formation period, 10 fungal species belonging to 6 genera were detected. In pathogenicity tests, *F. acuminatum*, *F. redolens*, *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. culmorum*, *R. solani*, *A. alternata*, *A. chlamydosporigena*, *M. phaseolina*, *S. sclerotiorum*, *B. cinerea* and *Sclerotium* sp. Fungi was determined to be pathogenic. It caused significant lesions on plant roots and stems. The reactions of all lentil varieties tested against *F. acuminatum*, *F. redolens*, *F. solani*, *R. solani*, *M. phaseolina* and *S. sclerotiorum* showed differences. The disease index in the varieties varied between 1.0 (Firat 87) and 1.6 (Altıntoprak). Firat 87, Tigris and Çağıl were determined as the least sick varieties. The effectiveness and application dose of the 3 fungicides used as seed pesticides differed depending on the fungi (*F. acuminatum*, *F. redolens*, *F. solani*, *M. phaseolina*, *S. sclerotiorum*, *R. solani*). It was determined that there is a parallelism between the dose increase and the effect rate. When the effectiveness against all fungi was evaluated together; it was determined that the 75 ml dose of triticonazole + pyraclostrobin was 60.6% effective, the 250 ml dose of fludioxonil + metalaxyl-M was 55% effective, and the 350 ml dose of *Bacillus subtilis* QST 713 strain was 37.4% effective. It was concluded that the first two fungicides can be recommended as seed application against lentil root and crown rot.

2023, 124 pages

Key Words: Lentil, soil pathogens, variety reactions, fungicide effectiveness

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca, her zaman yanımda olan tez konumun belirlenmesinde, araştırılması ve yazımı sırasında bilgi birikimi ve tecrübesi ile çalışmalarına ışık tutan ve yardımını esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Şener KURT'a sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmalarım sırasında görüşleri ve önerileri ile doktora çalışmalarımı zenginleştiren ve yardımlarını esirgemeyen Tez İzleme Komitesi üyeleri Prof. Dr. Emine Mine SOYLU ve Doç. Dr. Davut Soner AKGÜL'e, teşekkürlerimi sunarım.

Doktora çalışmalarına maddi destek sağlayan Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (Proje No: TAGEM/BSAD/A/21/A2/P1/2735) ve Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi (HMKÜ) Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü ve Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü (Proje No: 20.D. 015) yetkililerine desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Tez çalışmalarım süresince, moleküler çalışmalarında yapmış oldukları katkı ve yardımları nedeniyle Zir. Yük. Müh. Osman ÇİFTÇİ, Zir. Yük. Müh. Feyzullah YILMAZ ve Zir. Yük. Müh. Deniz ÇAPLIK'a çok teşekkür ederim.

Doktora tez çalışmamın laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Dr. Öğr. Gör. Aysun UYSAL'a ve Zir. Yük. Müh. Gülden KOCA'ya, sera çalışmalarında yardımcı olan Ziraat Teknikerleri Hilal ADIYAMAN ve Fatma ASUTAY MUN'a, teşekkür ederim.

Akademik kariyerimde beni teşvik eden, yanımda olan manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan bugünkü başarımın mimarı sevgili babam ve hocam Prof. Dr. Abuzer SAĞIR'a, sevgili annem ve kardeşime sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	V
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	IX
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	9
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	35
3.1. Materyal.....	35
3.2. Yöntem	35
3.2.1. Sörvey Çalışmaları	35
3.2.2. Fungal Etmenlerin İzolasyonu.....	36
3.2.3. Elde Edilen Fungus İzolatlarının Gruplandırılması.....	37
3.2.4. Fungal Kültürlerin Moleküler Olarak Tanımlanması.....	38
3.2.4.1. DNA İzolasyonu.....	38
3.2.5. Ön Patojenisite Çalışmaları	41
3.2.6. Patojenisite Çalışmaları	43
3.2.7. Mercimek Çeşitlerinin Seçilen Fungal Türlerle Karşı Reaksiyonları.....	47
3.2.7.1. Mercimek Tohumlarının Petri Kaplarında Çimlendirilmesi.....	48
3.2.7.2. Çimlendirilmiş Mercimek Tohumlarına Fungal İnokulasyonlar	48
3.2.7.3. Sera Koşullarında Saksı Denemelerinin Kurulması.....	48
3.2.8. Seçilmiş Bazı Fungisitlerin Sera Koşullarında Mercimekte Toprak Kaynaklı Önemli Fungal Patojenlere Karşı Etkinlikleri	48
3.2.8.1. Fungal İnokulumların Hazırlanması	49
3.2.8.2. Plastik Kaplar ve Saksı Toprağına Buğday İnokulumunun Karıştırılması	49
3.2.8.3. Tohumların Fungisitlerle Muamele Edilmesi	50
3.2.8.4. İlaçlı Tohumların Plastik Kaplara ve Saksılara Ekimi.....	52
3.2.9. Değerlendirme	52
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	53
4.1. Sörvey Çalışmaları	53
4.2. Fungal Etmenlerin İzolasyonu ve Elde Edilen Fungus İzolatlarının Gruplandırılması ve Tanılarının Yapılması	59
4.3. Fungal Kültürlerin Moleküler Olarak Tanımlanması.....	69
4.4. Ön Patojenisite Çalışmaları	73
4.5. Patojenisite Çalışmaları	79
4.6. Mercimek Çeşitlerinin Seçilen Toprak Kökenli Fungal Patojenlere Karşı Reaksiyonları	83
4.7. Seçilmiş Bazı Fungisitlerin Sera Koşullarında Mercimekte Toprak Kaynaklı Önemli Fungal Patojenlere Karşı Etkinlikleri	89
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	98
KAYNAKLAR	101
ÖZGEÇMİŞ	109
EKLER.....	110

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Türkiye’de son 5 yılda mercimek üretim miktarının (bin ton) illere ve yıllara göre dağılımı	2
Çizelge 3.1. PCR işlemleri için kullanılan evrensel primerler	40
Çizelge 3.2. PCR reaksiyon karışımının içerikleri ve miktarları	40
Çizelge 3.3. PCR koşullarında sıcaklık döngüleri ve döngü sayısı.....	41
Çizelge 3.4. Mercimek bitkilerinin fide döneminde toplanan ve virülenslik testleri uygulanan fungal izolatlar ve elde edildiği lokasyonlar.....	43
Çizelge 3.5. Mercimek bitkilerinin çiçeklenme-kapsül bağlama döneminde toplanan ve virülenslik testleri uygulanan fungal izolatlar ve elde edildiği lokasyonlar.....	44
Çizelge 3.6. Mercimek bitkilerinde kök ve kökboğazı çürüklüğü enfeksiyonlarını değerlendirmek için kullanılan 0-5 skalası.....	47
Çizelge 3.7. Mercimek bitkilerinde Sclerotinia gövde çürüklüğü enfeksiyonlarını değerlendirmek için kullanılan 0-5 skalası.....	47
Çizelge 3.8. Denemede kullanılan preparatlar, etkili madde miktarı ve uygulama dozları	51
Çizelge 4.1. Diyarbakır, Şanlıurfa ve Mardin illerinde fide döneminde sörvey yapılan mercimek ekim alanları, incelenen tarla sayıları ve hastalıklı tarla sayıları	53
Çizelge 4.2. Diyarbakır, Şanlıurfa ve Mardin illerinde çiçeklenme kapsül oluşum döneminde sörvey yapılan mercimek ekim alanları, incelenen tarla sayıları ve hastalıklı tarla sayıları.....	54
Çizelge 4.3. Diyarbakır, Şanlıurfa ve Mardin illerinde fide döneminde, belirlenen kök ve kökboğazı çürüklüğü hastalık oranı (%) ve yaygınlık oranı (%)	56
Çizelge 4.4. Diyarbakır, Şanlıurfa ve Mardin illerinde çiçeklenme kapsül oluşum döneminde, belirlenen mercimek kök ve kökboğazı çürüklüğü hastalık oranı (%) ve yaygınlık oranı (%).....	57
Çizelge 4.5. Diyarbakır, Şanlıurfa ve Mardin illerinde mercimek fide döneminde elde edilen fungal türler ve ilçe düzeyinde dağılımları.....	64
Çizelge 4.6. Diyarbakır, Şanlıurfa ve Mardin illerinde mercimek çiçeklenme kapsül oluşum döneminde hastalıklı bitkilerden elde edilen fungal türler ve izolatların dağılımları	65
Çizelge 4.7. Elde edilen fungal izolatların farklı gen bölgelerine göre tür tanımları ve genbankası erişim numaraları.....	71
Çizelge 4.8. Fide döneminde Diyarbakır, Şanlıurfa ve Mardin illerinden elde edilen fungal izolatların ön patojenisite testlerinde oluşturdukları ortalama hastalık oranları (%)	74
Çizelge 4.9. Diyarbakır, Şanlıurfa ve Mardin’de çiçeklenme kapsül oluşum döneminde elde edilen izolatları ön patojenisite denemelerinde oluşturdukları ortalama hastalık oranları (%)	76
Çizelge 4.10. Fide döneminde elde edilen temsili izolatların virülenslik testleri sonucunda oluşturdukları hastalık indeksi ve hastalık oranları (%).....	79
Çizelge 4.11. Mercimek çiçeklenme kapsül oluşum döneminde elde edilen temsili fungal izolatların virülenslik testleri sonucunda oluşturdukları hastalık indeksi ve hastalık oranları (%).....	81

Çizelge 4.12. Sera koşullarında bazı mercimek çeşitlerinin toprak kaynaklı fungal patojenlere karşı reaksiyonları sonucu ortaya çıkan hastalık indeks değerleri	84
Çizelge 4.13. Triticonazole + pyraclostrobin aktif maddeli ticari fungusitin tohum uygulaması sonucu ortaya çıkan ortalama hastalık indeks değerleri ve etki oranları (%)	90
Çizelge 4.14. Fludioxonil + metalaxyl-M aktif maddeli fungusitin tohum uygulaması sonucu ortaya çıkan ortalama hastalık indeks değerleri ve etki oranları (%)	92
Çizelge 4.15. <i>Bacillus subtilis</i> QST 713 ırkı biyolojik preparatın tohum uygulaması sonucu ortaya çıkan ortalama hastalık indeks değerleri ve etki oranları (%)	94



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Dünya ve ülkemizdeki mercimek üretimi (%) (FAO, 2022)	2
Şekil 3.1. Sörveylerde inceleme ve gözlemler sonrası toplanan mercimek bitki örnekleri	36
Şekil 3.2. Hastalıklı olduklarından kuşkulanan mercimek bitki örneklerinden alınan lezyonlu ve nekrotik doku kesitleri	36
Şekil 3.3. Bitki doku örneklerinin besi ortamlarına aktarılması ve saflaştırma çalışmaları	37
Şekil 3.4. Mercimek bitkilerinde fide ve çiçeklenme kapsül oluşum döneminde elde edilen farklı fungal kültürlerin PDA besiyerinde genel görünümü.....	38
Şekil 3.5. Mercimek tohumlarının yüzeysel dezenfeksiyonu ve steril kurutma kağıdı üzerinde kurutulması	42
Şekil 3.6. Petri kaplarına izolatlara ait fungal diskler ve mercimek tohumlarının aktarılması	42
Şekil 3.7. Ön patojenisite denemesi sonucunda mercimek tohumlarının hipokotillerinde meydana gelen lezyonlar	43
Şekil 3.8. Nemlendirilmiş kurutma kağıtları içeren Petri kapları içerisinde çimlenmiş olan mercimek tohumları	45
Şekil 3.9. Fungal inokulumlar ile inokule edilen mercimek tohumlarının inkubasyon süreci	45
Şekil 3.10. Saksılara tohum ekimi (a) ve çimlenen tohumlar (b).....	46
Şekil 3.11. Buğday besi yeri üzerinde inkube edilen farklı türlere ait gelişen fungus kültürleri	49
Şekil 3.12. Toprağa buğday besi ortamında geliştirilen fungal inokulumun karıştırılması (a), inokulasyon sonrası kapakları kapatılan plastik kaplar (b), inokulum için polietilen torbalarla kapatılan saksılar (c)	50
Şekil 3.13. İlaçlanan tohumlar (a,b,), İlaçlı tohumların steril kurutma kağıdı üzerinde kurutulması (c)	51
Şekil 3.14. Fungusitlerle muamele edilmiş olan mercimek tohumların plastik küvetlere (a) ve saksılara (b) ekimi işlemi	52
Şekil 4.1. Fide döneminde mercimek yaprak ve dallarında meydana gelen sararma ve kurumalar (a, b)	55
Şekil 4.2. Çiçeklenme döneminde mercimek bitkilerinde oluşan genel solgunluk (a) ve gövdelerde kurumalar (a ve b)	55
Şekil 4.3. <i>F. acuminatum</i> 'un PDA'daki gelişimi (a), makrokonidileri (b)	60
Şekil 4.4. <i>F. solani</i> 'nin PDA'daki gelişimi (a), makrokonidi ve mikrokonidileri (b)	60
Şekil 4.5. <i>F. redolens</i> 'in PDA'daki gelişimi (a), makrokonidi ve mikrokonidileri (b) ..	61
Şekil 4.6. <i>F. oxysporum</i> 'un PDA'daki gelişimi (a), mikrokonidileri (b).....	61
Şekil 4.7. <i>M. phaseolina</i> 'nın PDA'daki gelişimi (a), mikrosklerot yapıları (b)	62
Şekil 4.8. <i>S. sclerotiorum</i> 'un PDA'daki gelişimi ve sklerot yapıları.....	62
Şekil 4.9. <i>R. solani</i> 'nin PDA'daki gelişimi (a) bölmeli hif yapısı (b)	63
Şekil 4.10. <i>A. alternata</i> 'nın PDA'daki gelişimi (a) spor yapısı (b)	63
Şekil 4.11. Toplam DNA'dan ITS gen bölgesi için gerçekleştirilen PCR analiz sonuçları. W: su kontrol, M: DNA ladder DNA ladder plus mix (MBI Fermentas, Almanya). İzolat kodları: 1. F5 50, 2. F4 31, 3. F4 13, 4. F3 30, 5. F3 29, 6. F2 52, 7. C1 58, 8. F6 52, 9. C1 61, 10. C2 11, 11..C3 111, 12.C4 134, 13. C6 78.....	70

Şekil 4.12. Toplam DNA'dan β -tub gen bölgesi için gerçekleştirilen PCR analiz sonuçları. W: su kontrol, M: DNA ladder DNA ladder plus mix (MBI Fermentas, Almanya). İzolat kodları: 1. F5 50, 2. F4 31, 3. F4 13, 4. F3 30, 5. F3 29, 6. F2 52, 7. C1 58, 8. F6 52, 9. C1 61, 10. C2 11,11.C3 111, 12.C4 134.....	70
Şekil 4.13. Toplam DNA'dan TEF-1 α gen bölgesi için gerçekleştirilen PCR analiz sonuçları. W: su kontrol, M: DNA ladder DNA ladder plus mix (MBI Fermentas, Almanya). İzolat kodları: 1. F5 50, 2. F4 31, 3. F4 13, 4. F3 30, 5. F3 29, 6. F2 52, 7. C1 58, 8. F6 52, 9. C1 61, 10. C2 11,11.C3 111, 12.C4 134.....	71
Şekil 4.14. <i>F. redolens</i> izolatlarının mercimek fidelerinin köklerinde oluşturduğu kahverengi lezyonlar ve çürümeler	80
Şekil 4.15. Çiçeklenme kapsül oluşum döneminde izole edilen <i>F. acuminatum</i> (a) ve <i>S. sclerotiorum</i> (b) fungal etmenlerinin mercimek bitkisinde oluşturduğu lezyonlar	82
Şekil 4.16. <i>F. redolens</i> fungal patojeninin mercimek çeşitlerinde oluşturduğu hastalık indeksi değerleri	85
Şekil 4.17. <i>F. solani</i> fungal patojeninin mercimek çeşitlerinde oluşturduğu hastalık indeksi değerleri	85
Şekil 4.18. <i>F. acuminatum</i> fungal patojeninin mercimek çeşitlerinde oluşturduğu hastalık indeksi değerleri.....	86
Şekil 4.19. <i>M. Phaesolina</i> fungal patojeninin mercimek çeşitlerinde oluşturduğu hastalık indeksi değerleri.....	86
Şekil 4.20. <i>S. sclerotiorum</i> fungal patojeninin mercimek çeşitlerinde oluşturduğu hastalık indeksi değerleri.....	87
Şekil 4.21. <i>R. solani</i> fungal patojeninin mercimek çeşitlerinde oluşturduğu hastalık indeksi değerleri	87
Şekil 4.22. Triticonazole + pyraclostrobin aktif maddeli fungusitin; 25 ml (a), 50 ml (b) ve 75 ml (c) doz uygulamasında bitkide ortaya çıkan <i>F. acuminatum</i> hastalık belirtileri.....	91
Şekil 4.23. Fludioxonil + metalaxyl-M aktif maddeli fungusitin; 150 ml (a), 200 ml (b) ve 250 ml (c) doz uygulamasında bitkide ortaya çıkan <i>F. solani</i> hastalık belirtileri	93
Şekil 4.24. <i>Bacillus subtilis</i> QST 713 aktif maddeli biyolojik preperatın 250 ml (a), 300 ml (b) ve 350 ml (c) doz uygulamasında bitkide ortaya çıkan <i>S. sclerotiorum</i> hastalık belirtileri.....	95

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

°C	: Derece Celsius
Ha	: Hektar
g	: Gram
mg	: miligram
g	: gram
cm	: santimetre
kg	: kilogram
L	: Litre
mL	: mililitre
mm	: milimetre
µl	: mikrolitre
ppm	: part per million (milyon birimde bir birim)
rpm	: rotation per minute (dakikadaki dönme sayısı)

KISALTMALAR

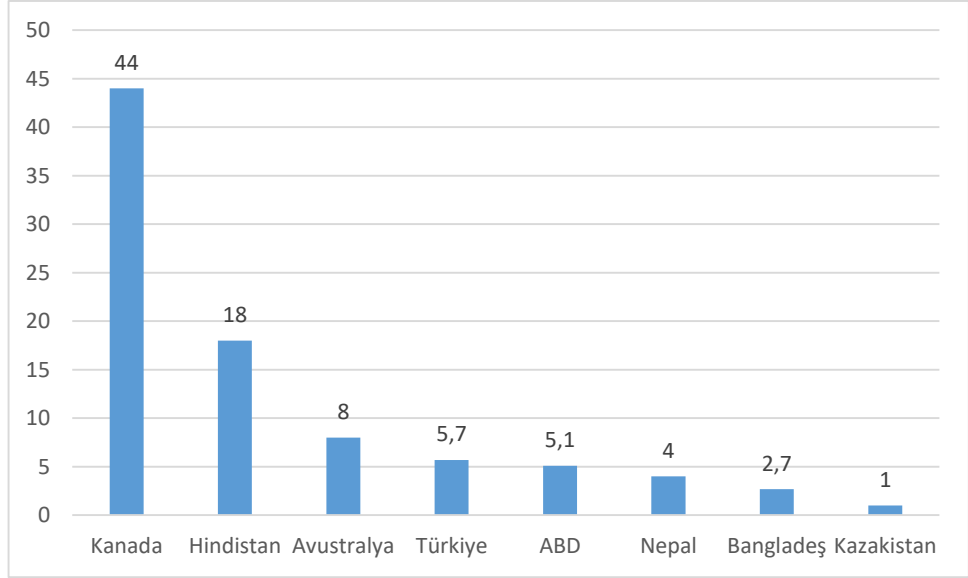
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
FAO	: Food and Agriculture Organization of the United Nations
GAP	: Güneydoğu Anadolu Projesi
PDA	: Patates dekstroz agar
WA	: Su agar

1. GİRİŞ

Baklagiller (*Fabaceae*), insan beslenmesinde tahıllar ve yağlı tohumlarla birlikte 3 temel bitkisel gruptan birisi olan familya olarak bilinmektedir. Dünyada insan beslenmesindeki bitkisel proteinin %22'si, hayvan beslenmesindeki proteinin de %38'i yemeklik tane baklagillerden sağlanmaktadır (Özdem, 2012). Mercimek (*Lens culinaris* Medikus), içerdiği protein (%20-30) ve mineral maddeler ile insan beslenmesinde ve samanı ile hayvan beslenmesinde önemli bir yer tutmaktadır. Tane olarak üretilen mercimek zengin bir protein, vitamin ve lif kaynağı olmakla beraber, aynı zamanda demir, çinko, magnezyum gibi mikro besin elementlerini de içermektedir (Roy ve ark., 2023). Düşük sıcaklığa ve kuraklığa dayanıklı olması, bitki besin elementlerince zengin olmayan topraklarda yetişebilmesi ve kışlık hububat ile ekim nöbetine girmesi nedeniyle mercimek bitkisi, ülkemizde çok geniş coğrafi alanlarda yetiştirilebilmektedir.

Anadolu coğrafyasının Neolitik dönem içerisinde en önemli alanı, Güneydoğu Anadolu Bölgesidir. Bu bölge, Bereketli Hilal olarak bilinen bölgenin bir parçası olmasından dolayı günümüzden on bin yıl önce insanların bu topraklara gelerek yerleşmeye başladıkları bölge olarak tanımlanmaktadır (Sucu, 2019). Mercimek Neolitik dönemden beri yetiştiriciliği yapılan en eski kültür bitkilerinden birisi olup, arkeolojik çalışmalara göre günümüz Türkiye, Suriye ve Irak coğrafyasında M.Ö. 8500-5000'e kadar uzanan tarih sürecinde yetiştiriciliğinin yapıldığı belirtilmektedir (Ford ve ark., 2007). Mercimek bitkisinin kültüre alınması, ilk olarak bu bölgelerde başlamış ve Nil Vadisi, Yunanistan, Orta Avrupa ve Güney Asya'ya yayılarak devam etmiş olup (Nene, 2006), daha sonra Etiyopya, Afganistan, Hindistan, Pakistan, Çin ve Latin Amerika'ya kadar geniş bir coğrafi alana yayılmıştır (Cubero, 1981; Duke, 1981; Ladizinsky, 1979; Laskar ve ark., 2019).

Kırmızı mercimek üretimi yapılan ülkeler dikkate alındığında; Türkiye (%5.7), Kanada (%44) , Hindistan (%18) ve Avustralya (%8)'dan sonra 4. sırada yer almaktadır (Şekil 1.1). Bu ülkelerin yanı sıra mercimek üretimi ABD, Nepal, Bangladeş ve Kazakistan gibi ülkelerde de gerçekleştirilmektedir (FAO, 2022).



Şekil 1.1. Dünya ve ülkemizdeki mercimek üretimi (%) (FAO, 2022)

Türkiye'nin yıllık kırmızı mercimek üretimi 228.000 ton olup, bu üretim miktarının %94.3'ü (Anonim, 2022), Güneydoğu Anadolu Bölgesinden karşılanmaktadır (Çizelge 1.1)

Çizelge 1.1. Türkiye'de son 5 yılda mercimek üretim miktarının (bin ton) illere ve yıllara göre dağılımı

İller	2017	2018	2019	2020	2021
Şanlıurfa	127	72	91	104	105
Diyarbakır	148	125	103	97	46
Batman	26	27	27	28	16
Siirt	10	3	9	15	16
Mardin	51	42	40	31	12
Şırnak	3	4	5	22	8
Konya	2	3	7	6	4
Gaziantep	10	12	9	8	4
Adıyaman	5	2	1	2	4
Kilis	4	4	4	4	3
Diğer	13	16	13	11	9
Toplam	400	310	310	328	228

Nadas alanların daraltılması amacıyla 1980'li yıllarında o dönem adı ile Tarım, Orman ve Köyişleri Bakanlığı tarafından "NAD (Nadas Alanlarının Daraltılması) Projesi"nin uygulamaya konulması sonucunda mercimek üretim miktarında çok hızlı bir artış kaydedilmiştir. Üretim miktarı, 1987-1989 döneminde 862.000 tona ulaşmış ve

Üretim bakımından dünyada birinci sırada yer almıştır (oşkuner ve Karababa, 1998). İzleyen yıllarda çeşitli nedenlerden dolayı, mercimek üretim miktarı hızlı bir şekilde 228.000 ton seviyesine düşmüştür (izelge 1.1).

Türkiye mercimek üretimi bakımından hem ihracatçı hem ithalatçı ülke durumundadır. 2021 yılı verilerine göre, Türkiye yılda 289.000 ton mercimek ihraç etmekte ve 537.000 ton ithal etmektedir. Türkiye dünyada mercimek ihracatı bakımından 4. sırada ithalat bakımından ise 3. sırada yer almaktadır. Türkiye, dünyada mercimek üretimi bakımından ilk sıralarda yer aldığı halde verim bakımından 10. sırada yer almaktadır (Gla, 2022).

Mercimek veriminin düşük olması birçok agronomik, fizyolojik ve biyolojik faktörlerden kaynaklanmaktadır. Mercimek yetiştiriciliğini ve verimini sınırlayan en önemli faktörler, hastalık, zararlı ve yabancı otların neden olduğu ekonomik kayıplardır. Bu kayıpların temel sebeplerinden birisi, fungal bitki patojenlerinin oluşturduğu hastalıklardır. Mercimekte toprak kaynaklı kök ve kökboğazı hastalıkları iklim şartları, üretim teknikleri ve toprak yapısına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu hastalık etmenlerinin doğru, hızlı, güvenilir ve ekonomik bir şekilde tanımlanması, bu tip hastalıklarla mücadelede ilk aşamayı oluşturmaktadır. Ülkemizde bu konuda yapılan çalışmaların sınırlı düzeyde olması nedeniyle çalışmaların detaylı ve mücadeleye yönelik olarak araştırılması büyük önem arz etmektedir.

Dünyada mercimek tarımı üzerine çeşitli biyotik ve abiyotik stres unsurlarının nispi öneme sahip olduğu belirtilmektedir (Saxena, 1993; Johansen ve ark., 1994). Mercimek yetiştiriciliğinde mevcut durumda ve gelecekte aşırı sıcaklık ve nem gibi abiyotik stres faktörlerine ve içerisinde ise öncelikle fungal patojenlere karşı dayanıklılık gibi biyotik stres faktörlerine odaklanılması gerektiği vurgulanmıştır (Erskine ve ark., 1994).

Fungal hastalık etmenleri mercimek bitkisinde, kerten, kök ve kökboğazı rklğ, solgunluk, yanıklık, yaprak leke ve tohum rklğ gibi birçok belirti oluştururlar. Bu çalışmanın da konusu olan toprak kökenli bitki patojenleri, bitkilerde kerten, kök ve kökboğazı rklğ ve gövde çürüklüğüne neden olan en önemli fungal etmenlerdir (Karahana, 1990; Bayaa ve ark., 1998; Grossen ve ark., 2016; Aydın ve ark., 2004; ğt, 2015; Mitiku, 2017). Bu etmenler, toprakta yaşamlarını bir kompleks halinde uzun süre sürdürebildikleri gibi, tohum, bitki artıkları ve hava ile de taşınabilirler. Toprak kökenli bitki patojenleri geniş bir konukçu dizisine sahip olup, çeşitli tarla bitkileri,

sebzeler, süs ve orman bitkileri ile yabancı otlarda hastalık oluşturabilmektedirler (Agrios, 1988; Safariekandari ve ark., 2021). Söz konusu toprak patojenleri arasında *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Botrytis*, *Macrophomina*, *Alternaria*, *Pythium*, *Phoma*, *Sclerotinia* ve *Colletotrichum* cinsine bağlı türler sıklıkla ortaya çıkmaktadır. Toprak patojenleri ile mücadele oldukça zor olup, daha çok kültürel önlemler, dayanıklı çeşit yetiştirme, münavebe ve bazı fungusit uygulamaları, hastalığı kontrol altına alabilmektedir.

Fungal hastalıkların mercimek bitkilerini enfeksiyonu sonucu kök, yaprak, gövde ve baklalarda meydana gelen zarar sonucunda verimde azalmaya neden olduğu belirtilmiştir (Taylor ve ark., 2007). Ayrıca bu hastalıkların verim azalmasının yanı sıra tohum kalitesinin bozulmasına da neden olduğu ifade edilmiştir (Garkoti ve ark., 2013).

Mercimek kök ve kökboğazı çürüklüğü hastalık oranı ve yaygınlığı konusunda Türkiye’de yapılan çalışmalar, sorunun önemli olduğunu vurgulamaktadır. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde mercimekte hastalık yapan fungal etmenlerinin fide döneminde ortalama hastalık oranının %26, çiçeklenme-kapsül döneminde ise %11.4, kök ve kök boğazı çürüklüğü ile solgunluk hastalıklarının yaygınlığının, sırasıyla %56.9 ve %17.3 olduğu bildirilmiştir (Sağır, 1988). Öte yandan, Ankara’da, mercimek yetiştirilen alanların çoğunda kök çürüklüğünün önemli olduğu (Karahana, 1990), bu alanlarda ortalama hastalık oranının fide döneminde %37, çiçeklenme-kapsül döneminde ise %40.7 olarak saptandığını belirtmiştir. Keza Mitiku (2017), Etiyopya’da baklagil yetiştiriciliğini sınırlandıran en önemli faktörlerin başında hastalık, zararlı ve zayıf agronomik uygulamalar olduğunu, kök çürüklüğü hastalıklarının baklagil üretiminde sınırlayıcı önemli bir faktör olduğunu ve verim kayıplarına yol açtığını bildirmiştir. Bununla birlikte Chatterton ve ark. (2019), Kanada’da kök çürüklüğünün incelenen her mercimek tarlasında mevcut olduğunu, hastalık oranının %8-34 arasında değiştiğini, mevsimin yağışlı olduğu dönemlerde hastalık şiddetinin yüksek, kurak geçen dönemlerde ise daha düşük olduğunu belirtmiştir.

Mercimekte çökerten, solgunluk, kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalıklarına neden olan ve en yaygın görülen toprak patojenlerinin başında *Fusarium* türleri gelmektedir. Ülkemizde ve diğer ülkelerde mercimek bitkisinde yapılan çalışmalarda, *Fusarium oxysporum*, *F. acuminatum*, *F. culmorum*, *F. verticillioide*s, *F. solani*, *F. reticulatum*, *F. equiseti*, *F. subglutinans*, *F. graminearum*, *F. avenaceum*, *F. chlamydosporum*, *F.*

redolens, *F. proliferatum* ve *F. sporotrichioides* gibi çok sayıda türün hastalık yaptığı belirtilmiştir (Karahan, 1990; Aydın ve ark., 2004; Riccioni ve ark., 2008; Fletcher ve ark., 2012; Öğüt, 2015; Anderson ve ark., 2021). Ankara’da mercimek üretim alanlarında görülen en yaygın türün *F. graminearum* (%16.2) ve *F. oxysporum* (% 4.9) olduğu (Karahan, 1990), Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde (Aydın ve ark., 2004) ise *F. oxysporum* (%44.4), *F. solani* (%11.1), *F. reticulatum* (%8.1), *F. equiseti* (%6.1), *F. subglutinans* (%4), *F. graminearum* (%3), *F. chlamydosporum* (%2) ve *F. spp.* (%3), yine aynı bölgede (Öğüt, 2015) ise *F. oxysporum* f.sp. *lentis* (%32.3), *F. solani* (%17.3), *F. redolens* (%8.4), *F. proliferatum* (%3.5) *F. acuminatum* (%3.1), *F. verticillioides* (%0.9)’in mercimekte hastalık yaptığı bildirilmiştir. Bu alanlarda *F. oxysporum* f. sp. *lentis* ve *F. redolens* türleri mercimekte solgunluk oluşturduğu halde, diğer *Fusarium* türleri, daha çok çökerten ve kök çürüklüğü şeklinde kayıplara yol açtığı ifade edilmektedir (Aydın ve ark., 2004; Riccioni ve ark., 2008; Öğüt, 2015; Anderson ve ark., 2021). Bunlar içerisinde *Fusarium oxysporum* f.sp. *lentis* hastalık etmeninin mercimek bitkilerinde yaprak sararması, solgunluk, zayıf kök gelişimi, kök çürüklüğü ve bitkilerde bodurlaşma gibi belirtilere neden olduğu, patojenin önemli verim kayıplarına ve bitki ölümlerine neden olduğu tespit edilmiştir (Pouralibaba ve ark., 2017; Soomro ve ark., 2018; Das ve ark., 2022).

Toprakta yaygın görülen bitki patojenlerinden birisi de *Alternaria* cinsine bağlı türlerdir. Aydın ve ark. (2004), Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde mercimekte kök, kökboğazı çürüklüğü ve solgunluğa neden olan toprak kökenli 10 fungal etmenden birisi olan *Alternaria alternata* (%3)’nın virülensilik testlerinde %15 oranında enfeksiyon oluşturduğunu, bu fungusun aynı zamanda ise tohum ile taşındığını (Agarwal ve ark., 2011) kanıtlamışlardır.

İran’da mercimekte, *Macrophomina phaseolina*’nın daha az patojenik olduğu (Kaiser ve Horner, 1980), Pakistan’da *M. phaseolina*’nın mercimekte kuru kök çürüklüğüne neden olduğu (Ullah ve ark., 2019), Cezayir’in kuzey batısında ise mercimek bitkilerinde kömür çürüklüğü belirtilerini gösteren fungusun moleküler tanı yöntemi ile *Macrophomina pseudophaseolina* olduğu (Kouadri ve ark., 2021) bildirilmiştir.

Mercimekte kök, kökboğazı çürüklüğü ve yanıklık hastalığına neden olan diğer bir toprak patojeni *Phoma medicaginis* var. *pinodella*’dır. Bu fungusun önce Ankara’da (Karahan, 1990), izleyen yıllarda Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde mercimekte yanıklık

şeklinde belirtilere neden olduğu (Bayaa ve ark., 1998), Aydın ve ark. (2004) aynı bölgede sonraki yıllarda mercimek kök, kök boğazı çürüklüğü ve solgunluğuna yol açan fungal patojenlerden birisinin *Phoma medicaginis* var. *pinodella* (%13.1), olduğunu belirtmişlerdir.

Mercimekte kök çürüklüğüne neden olan etmenlerden olan *Pythium* türlerinden *P. ultimum* ve *P. aphanidermatum*'un İran'da birincil derecede patojen olduğunu (Kaiser ve Horner, 1980), ayrıca diğer toprak patojenlerinin yanı sıra *Pythium* spp.'nin de mercimekte kök çürüklüğüne neden olduğunu bildirmişlerdir (Grossen ve ark., 2016; Chatterton ve ark., 2019; Anderson ve ark., 2021).

Mercimekte çökerten ve kök çürüklüğü etmenlerinden olan *R. solani*'nin İran'da (Kaiser ve Horner, 1980) düşük seviyede patojen olduğu, Ankara'da mercimek yetiştirilen alanların çoğunda kök çürüklüğünü önemli bir hastalık olduğu (Karahan, 1990); fide döneminde elde edilen izolatların %0.9'u çiçeklenme-kapsül döneminde ise %2'sinin *R. solani* olduğu belirtilmiştir. Keza bu fungusun, Mısır (Monaim ve ark., 2011), Kuzey Amerika'nın geniş ovalarında (Grossen ve ark., 2016), Kanada (Chatterton ve ark. 2019) ve ABD (Anderson ve ark., 2021)'de mercimekte kök çürüklüğüne neden olduğu saptanmıştır. Öte yandan *Rhizoctonia bataticola* ve *Rhizoctonia solani* türlerinin Hindistan (Chaudhary ve ark., 2010) ve Etiyopya (Mitiku, 2017)'de mercimek kök çürüklüğüne neden olduğu bildirilmiştir. *R. solani*'nin Kanada'da çeşitli tarla bitkilerinin (arpa, fasulye, kanola, mısır, bezelye, soya fasulyesi ve buğday) fide döneminde çıkış öncesi ve çıkış sonrası çökerten ile kök çürüklüğü belirtileri şeklinde yaygın bir şekilde görüldüğü ve bu fungusun 6 farklı anastomosis gruplarına (AG 2-1, AG 2-2, AG 4, AG 5, AG 9 ve AG 11) ait izolatlarının elde edildiği bildirilmiştir (Melzer ve ark., 2016).

Mercimek üretim alanlarında sklerot oluşturan toprak kökenli funguslardan *Sclerotium rolfsii* kök boğazı çürüklüğüne, *Sclerotinia sclerotiorum* ise gövde çürümesine neden olmaktadır. Bayaa ve ark. (1998), Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, mercimek kök çürüklüğünün önemli etmenlerinden birinin *S. sclerotiorum* olduğunu, Ioannis (2013) Yunanistan'da *S. Sclerotiorum* 'un çiçeklenme başlangıcından önce ortaya çıktığını, Ahmed ve Akhond (2015) Bangladeş'de bu hastalığın görüldüğünü bildirmişlerdir. Yadav ve ark. (2019), kök boğazı ve gövde çürüklüğü etmenleri *S. rolfsii* ve *S. sclerotiorum* patojenlerinin, dünya genelinde mercimek yetiştirilen alanlarda toprak kaynaklı en tahripkâr hastalık etmenleri arasında yer aldığını kaydetmişlerdir. Kader ve

ark. (2022) Kanada’da *S. sclerotiorum*’un nemli alanlarda mercimek üretimi için sınırlayıcı bir faktör olabileceğini, hastalığın sulanan alanlarda kuru alanlara göre daha şiddetli bir şekilde ortaya çıktığını bildirmişlerdir.

Mercimekte *Botrytis cinerea* ve *Botrytis fabae* funguslarının neden olduğu kurşuni küf hastalığının, Avustralya, Bangladeş, Kanada, Kolombiya, Nepal, Yeni Zelanda ve Pakistan’da bazı dönemlerde %50 veya daha fazla oranında bir verim kaybına neden olabildiği bildirilmiştir (Bayaa ve Erskine, 1998). Bir diğer bitki patojeni olan

Colletotrichum truncatum fungusu, Kanada’nın önemli baklagil ürünü olan mercimekte antraknoz hastalığına neden olduğu, mercimekte tohum verimi ve kalitesi için önemli bir engel teşkil ettiği belirtilmiştir (Fiala ve ark., 2009). Luo ve Jiang (2022), *Colletotrichum* türlerinin oluşturduğu antraknoz hastalığının mercimek dahil olmak üzere baklagillerde yaprak lezyonlarına neden olduğunu ve bitki gelişimini engellediği, Çin’in güney batısındaki Guizhou eyaletinde, mercimek bitkilerinde antraknoz belirtilerinin gözlemlendiğini, yapılan izolasyon ve moleküler tanı yöntemleri sonucunda etmenin *Colletotrichum karsti* olduğu ve bunun dünya için ilk kayıt olduğunu bildirmişlerdir.

Toprak nemi, kökle ilişkili patojen popülasyon dinamiklerinde, özellikle mercimek kök çürüklüğü şiddetinde önemli bir rol oynadığı belirlenmiştir. *R. bataticola*, *R. solani*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *lentis*, *S. rolfsii* ve *Alternaria* sp.’nin tüm nem seviyelerinde bulaştığı bildirilmiştir. Düşük nem koşullarında *F. oxysporum* f. sp. *lentis* popülasyonu daha yüksek oranda görülürken, *R. solani* ve *R. bataticola*’nın ise yüksek toprak nem koşullarını tercih ettiği bildirilmiştir (Chaudhary ve ark., 2010)

Türkiye’de mercimek üretim alanlarının pek çok yerinde toprak kökenli patojen fungusların üretim sürecinde ve dolaylı olarak verimde önemli azalmalara sebep olduğu göz önüne alındığında çiftçilerin ekonomik kaybının oldukça fazla olduğu aşîkârdır. Özellikle aynı alanda sürekli mercimek üretiminin yapılarak rotasyon işleminin ihmal edilmesi, diğer toprak kökenli hastalıkların yaygınlaşmasına fırsat verebilmektedir. Fiziksel, kimyasal ve biyolojik orijinli karmaşık edafik ortam nedeniyle toprak kökenli patojenlerinin neden olduğu hastalıkları kontrol etmek oldukça zordur. Bu yüzden bu hastalığı kontrol etmenin en ekonomik ve etkili yolu, entegre hastalık yönetim stratejileri kapsamında kültürel işlemlerin yanı sıra uygun agronomik özellikler ile birlikte dayanıklı çeşit/genotip yetiştirmektir. Değişik ülkelerde farklı toprak patojenlerine karşı mercimek çeşitleri/genotipleri test edilmiştir. Aydın ve Sağır (2000) *Phoma medicaginis* var.

pinodella fungusuna karşı 120 mercimek hattını, Sağır ve ark. (2003) ise aynı etmene karşı mercimek bitkisinin 3 çeşidinin ve 26 hattının reaksiyonlarını araştırmışlardır. Aydın ve Koç (2008) 6 mercimek çeşidinin doğal tarla koşullarında farklı hastalık etmenlerine (*F. oxysporum*, *F. solani*, *Phoma medicaginis* var. *pinodella*, *Alternaria* spp., *Fusarium* spp.) karşı, Asghar ve ark. (2018), 466 mercimek genotipini *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea*, *Sclerotium rolfsii*'e karşı ve Kader ve ark. (2022) ise 10 mercimek çeşidini *Sclerotinia sclerotiorum* ve *Botrytis cinerea*'ya karşı, Wang ve ark (2006) sera ve tarla koşullarında 14 mercimek genotipini *R. solani*'ye karşı test etmişlerdir. Yapılan çalışmalarda mercimek çeşit ve genotiplerinin, mercimekte çökerten, kök ve gövde çürüklüğü ile solgunluk hastalığına neden olan patojenlere karşı farklı düzeylerde reaksiyon gösterdikleri bildirilmiştir (Stoilova ve Chavdarov, 2006; Mohammadi ve ark., 2011; Pouralibaba ve ark. 2015; Hiremani ve Dubey, 2018).

Ülkemizde, mercimekte hastalık yapan toprak patojenlerine karşı, ruhsatlı bir bitki koruma ürünü bulunmamaktadır. Diğer ülkelerde bu konuda değişik biyolojik ajanlar, bitkisel ekstraktlar, biyolojik ajan-fungusit kombinasyonu ve farklı aktif maddelerin etkinlikleri araştırılmış ve bazı biyolojik ajanların ve fungusitlerin etkili olduğu belirlenmiştir (De ve Chaudhary, 1999; Khalequzzaman, 2008; Tozlu ve Demir, 2011; Garkoti ve ark., 2014; Hoque ve ark., 2014; Çetinkaya, 2015; Shahiduzzaman, 2015; Khalequzzaman, 2016; Yaday ve ark., 2019; Kumari ve ark., 2020; Arya ve ark., 2021; Campanella, 2021; Mahato ve ark., 2022). İran'da yürütülen bir araştırmada, *Trichoderma* (*T. harzianum*, *T. asperellum*, *T. virens*) türlerinin *F. oxysporum*'un misel gelişimini azalttığı ve hastalık şiddetini %20-44 arasında düşürdüğünü bildirmişlerdir (Akrami, ve ark., 2011).

Bu çalışmanın amacı, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Diyarbakır, Mardin ve Şanlıurfa illerini kapsayan mercimek üretim alanlarında görülen toprak kökenli fungal hastalık etmenlerinin moleküler tekniklerle tanısı, yaygınlıkları ve patojenisiteleri ile bu etmenlerle mücadele olanaklarının geliştirilmesi için önemli bulunan patojenlere karşı mercimek çeşit reaksiyonlarını ortaya koymak ve tohum uygulaması şeklinde bazı fungusitlerin etkinliğini belirlemektir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Claudius ve Mehrotra (1973), sağlıklı ve hastalıklı mercimek bitkilerinin köklerinden elde edilen amino asit ve şeker materyallerinin, *Fusarium oxysporum* f.sp. *lentis*' in neden olduğu solgunluk hastalığı ile ilişkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar, patojenin spor çimlenmesi üzerine, 21 günlük bitkilerin kök salgısının inhibe edici olduğunu, 21 günlük bitkilerin kök salgılarında, glisin ve fenilalanin tespit edildiğini ve bu salgıların patojenin sporların çimlenmesi üzerinde inhibe edici bir etkiye sahip olduğunu belirlemişlerdir. Bununla birlikte aynı araştırmacılar, 3 haftadan daha yaşlı bitkilerin patojen ile inokule edilmesinde, hastalık oranının daha az ortaya çıkmasının kısmen açıklanabildiğini bildirmişlerdir.

Kaiser ve Horner (1980), İran'da, mercimekte kök çürüklüğüne neden olan etmenlerden *Pythium ultimum* ve *Pythium aphanidermatum*'un birincil derecede patojen olduğunu, *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora* sp. ve *Macrophomina phaseolina*'nın daha az patojenik olduğunu, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium roseum* ve *Fusarium solani* etmenlerinin ise hastalığa neden olmadıklarını bildirmişlerdir.

Sağır (1988), Adıyaman, Diyarbakır, Mardin ve Şanlıurfa illerinde 1985-1986 yıllarında mercimek bitkisinde hastalık yapan fungal etmenleri ve yaygınlık oranlarını belirlemek amacıyla sürveyler yapmıştır. Çalışma sonucunda fide döneminde ortalama hastalık oranı %26, çiçeklenme-kapsül döneminde ise %11.4 olarak belirlenmiştir. Hastalık yaygınlık oranlarının ise, %56.9 ile kök ve kök boğazı çürüklüğü, %17.3 ile solgunluk, %46.2 ile dal nekrozları ve %89.9 ile yaprak leke hastalıkları olduğu ayrıca patojenisite testleri sonucunda *Cladosporium* sp. ve *Helminthosporium* sp. dışındaki diğer türlere bağlı izolatların patojen olduğu bildirilmiştir.

Karahan (1990), Ankara'da mercimeklerde görülen fungal hastalıkların tespiti ve yayılış oranlarının saptanması ile ilgili yaptığı bir çalışmada, mercimek yetiştirilen alanların çoğunda kök çürüklüğünü önemli bir hastalık olarak kaydetmiştir. Ortalama hastalık oranı (%) fide döneminde %37 ve çiçeklenme-kapsül döneminde %40.7 olarak bulunmuştur. Fungusların izole edilme sıklıkları: fide döneminde sırasıyla *F. graminearum* (%16.2), *F. oxysporum* (%9.3), *Alternaria alternata* (%7.5), *F. solani* (%4.9), *Helminthosporium* sp. (%4.7), *Cladosporium* sp. (%4.5), *Fusarium equiseti*, (%4.2) *Rhizoctonia solani* (%0.9) şeklinde bildirilirken çiçeklenme-kapsül döneminde *A. alternata* (%16.8), *F. graminearum* (%10.8), *Cladosporium* sp. (%7.2),

Helminthosporium sp. (%6.9), *F. oxysporum* (%6), *Phoma medicaginis* (%4.9), *F. equiseti* (%3), *F. solani* (%2.7), *R. solani* (%2) ve *Ulocladium atrum* (%2.9) olarak hesaplanmıştır. *Cladosporium* sp. ve *Helminthosporium* sp. dışındaki bütün funguslar mercimeklerde patojen olarak bulunmuştur.

Bayaa ve ark. (1998), Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, 1996 yılının Mayıs ayında 47 mercimek tarlasında, yürütmüş oldukları sörvey çalışması sonucunda 6 fungal etmen belirlemişlerdir. Fungal hastalıklar arasında en yaygın tespit edilenlerin, solgunluk (*Fusarium oxysporum* Schlecht. emend. Snyder et Hansen f. sp. *lentis* Vasud. et Srin.), Phoma yanıklığı (*Phoma medicaginis* Malbr. et Roum.) ve kök çürüklüğü (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary).) olduğunu bildirmişlerdir.

De ve Chaudhary (1999), Hindistanda *Fusarium oxysporum* f. sp. *lentis*'in neden olduğu solgunluk hastalığına karşı farklı biyolojik mücadele etmenleri ile tekli veya kombinasyon halinde fungusit kullanarak tohum uygulamalarının etkisini değerlendirmek için 1995/96 ve 1996/97 üretim sezonunda tarla denemeleri gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada iki farklı mercimek çeşidi olan PDL 2 ve Sehore 74-3 kullanılmıştır. Elde edilen verilere göre, PDL 2 çeşidinde *Bacillus subtilis* + carboxin (Vitavax) uygulamasının solgunluk hastalığını %66 oranında kontrol ettiği ve verimde %145 oranında artışa neden olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bu fungusitin tekli ve *Gliocladium virens*, *Trichoderma harzianum* ve *Trichoderma viride* ile kombinasyon halinde solgunluk oluşum düzeyini, %79 seviyesinde azalttığı ve verimi, sırasıyla %140, %224 ve %241 düzeylerinde arttırdığı tespit edilmiştir. *Pseudomonas fluorescens*, *T. viride* ve carboxin (Vitavax) kombinasyonunda hastalık oluşum düzeyi %65 azalırken, verimin %229 arttığı kaydedilmiştir. Sehore 74-3 çeşidinde ise carbendazim (Bavistin) uygulamasının, hem %56 seviyesinde bir hastalık kontrolü hem de %92'lik bir verim artışı sağladığı bildirilmiştir.

Aydın ve Sağır (2000), Güneydoğu Anadolu Bölgesi kökenli 120 mercimek hattının kökboğazı çürüklüğü hastalığı (*Phoma medicaginis* var. *pinodella*)'na karşı reaksiyonlarını sera koşullarında araştırmışlardır. Denemeye alınan bu mercimek hattının tümünün enfeksiyon belirtileri gösterdiği, hatların ortalama hastalık indeksinin 0.6- 3.3, hastalık oranları ise %30.8-92.9 arasında değiştiğini kaydetmişlerdir. İZ-138, BM-462, BM-746, BM-456, RR-45, BM-170, İZ-135'in hastalıktan düşük düzeyde etkilendiği; öte

yandan RR-4, İZ137, BM-711, İZ-57 BM-508 hatlarının en çok hastalanan hatlar olduğu bildirilmiştir.

Bailey ve ark. (2000), 1992'den 1995'e kadar sıfır toprak işleme ve geleneksel toprak işleme ile münavebenin bitki hastalıklarına etkisini belirlemek amacıyla münavebede yetiştirilen yazlık buğday, mercimek ve bezelyede hastalık şiddeti ve yaygınlığını izlemişlerdir. Araştırmacılar buğday kök çürüklüğü hastalık şiddetinin, sıfır toprak işlemede geleneksel toprak işlemeye göre daha az olduğu, ancak yaprak lekesi şiddetinin değişmediğini bildirmişlerdir. Köklerde oluşan hastalık şiddetinin değişken olduğunu, öyle ki *Fusarium* cinsine bağlı türlerin sıfır toprak işleme uygulamasında konvansiyonelden daha yüksek ve *Bipolaris sorokiniana*'nın daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. *Pyrenophora tritici repentis*'in sıfır toprak işlemede konvansiyonelden daha yaygın olan tek yaprak patojeni olduğunu ve rotasyonun kök hastalığına neden olan patojenleri etkilemediğini bildirmişlerdir. Ayrıca ürün rotasyonu ve toprak işleme uygulamasının hiçbirinin mercimek hastalıkları üzerinde ölçülebilir bir etkisi olmadığını, ancak *Ascochyta lentis* ve *Botrytis cinerea* salgınlarının yoğun bitki sıklığında en yüksek seviyede olduğunu bildirmişlerdir.

Siddiqui ve ark. (2001), Pakistan'da maş fasulyesinin kök çürüklüğü hastalığının kontrolünde kök bakterilerinin kullanımı ile ilgili yapmış oldukları çalışmada, 32 *Pseudomonas aeruginosa* izolatu ve bir *Bacillus subtilis* türünü, dört yabancı ot ve 15 kültür bitkisinin rizosferinden izole etmişlerdir. Araştırmacılar, bakteri izolatlarının biyolojik kontrol ve büyümeyi teşvik edici potansiyellerini laboratuvar, sera ve tarla koşullarında test etmişlerdir. Sonuçta bakteri izolatlarının, *Macrophomina phaseolina*, *Fusarium solani* ve *Rhizoctonia solani*'nin miselyal gelişimini inhibe ettiğini bildirmişlerdir. Ayrıca *P. aeruginosa* ve *B. subtilis* bakteri izolatlarının sera ve tarla koşullarında kök çürüklüğünü önemli ölçüde baskıladığını ve maş fasulyesinin bitki gelişimini ve verimini arttırdığını bildirmişlerdir.

Sağır ve ark. (2003) bazı mercimek hat ve çeşitlerinin kök boğazı çürüklüğü hastalığı (*Phoma medicaginis* var. *pinodella*)'na karşı reaksiyonları ile verim ve verim öğelerinin belirlenmesi amacıyla, 26 hat ve 3 çeşit kullanarak, Mardin (Nusaybin) ve Diyarbakır (Merkez)'da 1999-2000 yetiştirme mevsiminde tarla koşullarında bir araştırma yürütmüşlerdir. Sonuçta Diyarbakır lokasyonunda kök boğazı çürüklüğü gözlenmezken Mardin'de, fide ve bakla bağlama döneminde tüm hatlarda enfeksiyon

gözlenmiş olup, fide döneminde hastalık şiddeti 0.6-2, bakla bağlama döneminde ise 1.4-3 arasında değişiklik göstermiştir. Bitki boyları ve birim alandaki dane verimleri, sırasıyla Mardin’de 27.6 cm ve 133.2 kg/da ve Diyarbakır’da, 26.8 cm ve 138.9 kg/da olarak kaydedilmiştir.

Zirek ve Sağır (2003), Mardin’de *Phoma* kök ve kökboğazı çürüklüğü hastalığına karşı bazı mercimek çeşit ve hatların reaksiyonlarını belirlemek amacıyla, Güneydoğu Anadolu Bölgesi kökenli olan 26 mercimek hattı ve 3 mercimek çeşidini hastalık ile doğal olarak bulaşık olan tarla koşullarında bir deneme yürütmüşlerdir. Araştırma sonucunda mercimek hat ve çeşitlerinin tamamı, hem fide hem bakla bağlama döneminde hastalık belirtileri göstermişlerdir. Fide döneminde hastalık indeksi, 0.5-2, hastalık oranı ise %23.3-76.7 arasında, bakla bağlama döneminde ise hastalık indeks değerleri 1.1-3, hastalık oranı ise %47.7-96.7 arasında değişiklik göstermiştir. Hastalıktan en az etkilenen hat ve çeşitler sırasıyla İZ-10, İZ-3, İZ-31, İZ-166, BM-332 hatları ve Kışlık Kırmızı çeşidi olarak belirlenmiştir.

Aydın ve ark. (2004), Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde mercimekte kök, kökboğazı çürüklüğü ve solgunluğa neden olan toprak kökenli fungal etmenlerin belirlenmesi amacıyla yapmış oldukları sürveylerde, 10 farklı fungus türüne ait 99 izolat elde etmişlerdir. Bu izolatların %81.1’i *Fusarium* türlerine ait olup bunlar; *Fusarium oxysporum* (%44.4), *Fusarium solani* (%11.1), *Fusarium reticulatum* (%8.1), *Fusarium equiseti* (%6.1), *Fusarium subglutinans* (%4), *Fusarium graminearum* (%3), *Fusarium chlamydosporum* (%2), *Fusarium spp.* (%3) olarak saptamışlardır. *Fusarium* cinsine bağlı türlerin yanısıra araştırmacılar, *Phoma medicaginis* var. *pinodella* (%13), *Alternaria alternata* (%3) ve *Ulocladium atrum* (%2) türlerini tespit etmişlerdir. Serada saksı denemeleri ile yapılan patojenisite testlerinde ise *F. oxysporum*’un 5 izolatı bitkide %33.3-70 arasında hastalık oluştururken. *F. solani*’nin 2 izolatı %30.2-80; *Phoma medicaginis* var. *pinodella*’nın 2 izolatı %97.5-100; *F. reticulatum*’un 2 izolatı %33.3-66.6; *F. equiseti* %30; *A. alternata* %15; *F. gramineum* %10.3 oranında enfeksiyon oluşturmuştur. Yapılan re-izolasyon sonucunda *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. reticulatum*, *F. equiseti* ve *Phoma medicaginis* var. *pinodella*’nın izolatları elde edilmiştir. Diğer fungus izolatları ise re-izole edilememiştir. *F. chlamydosporum* ve *U. atrum* türlerinin ise bitkilerde herhangi bir belirtiye neden olmadığı gözlenmiştir. Bununla birlikte patojen olan fungusların, bitkilerde gelişme geriliğine, yapraklarda sararma ve kuruyup

dökülmelere, kök ve kök boğazında kahverengileşmeye, kökte incelmeye, saçak kök ve nodozite sayısında azalmalara neden oldukları ifade edilmiştir.

Stoilova ve Chavdarov (2006), Bulgaristan'da mercimek veriminin düşük olmasında *Ascochyta* yanıklığı ve solgunluk gibi hastalıkların önemli rol oynadığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar 2003-2004 yılları arasında Sadovo Bitki Genetik Kaynakları Enstitüsü'nün sera koşullarında farklı coğrafi kökene sahip 32 mercimek genotipinin *Fusarium oxysporum* f. sp. *lentis*'e karşı reaksiyon çalışmaları sonucunda incelenen genotiplerde 3 tanesinin (91-001, 91-028 ve 98-001), solgunluk hastalığına karşı %45-50 arasındaki seviyelerde duyarlı olduğunu bildirmişlerdir.

Wang ve ark (2006), Kanada'da 2003 ve 2004 yıllarında 14 mercimek çeşidinin *Rhizoctonia solani*'nin neden olduğu *Rhizoctonia* fide yanıklığı ve kök çürüklüğüne karşı hem sera hem de tarla koşullarında reaksiyon çalışmalarını yürütmüşlerdir. Yapılan inokulasyonlar sonucunda bitkilerde yüksek düzeyde enfeksiyon gözlenmiş ve sera koşullarında %56-96, tarla şartlarında ise %54-88 oranında bitki kaybının ortaya çıktığı ifade edilmiştir. Araştırmacılar hastalık reaksiyonu açısından çeşitler arasında küçük ama tutarlı farklılıklar meydana geldiğini, "Laird" hattının en yüksek dayanıklılık seviyesine sahip olduğu, "CDC Milestone", "CDC LeMay" ve "CDC Plato" hatlarının ise diğer hatlara oranla daha az duyarlı olduğunu, "Indianhead" ve "CDC Richlea" hatlarının ise oldukça duyarlı olduklarını bildirmişlerdir.

Aydın ve Koç (2008), Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde mercimekte toprak kökenli fungal hastalık etmenlerine karşı bazı mercimek çeşitlerinin reaksiyonlarının belirlenmesi amacıyla sera ve tarla koşullarında çalışmalar yürütmüşlerdir. Serada kontrollü koşullarda *Fusarium oxysporum*'un iki izolatına (A-3-2, A-3-4), doğal koşullarda ise *F. oxysporum*, *F. solani*, *Phoma medicaginis* var. *pinodella*, *Alternaria* spp., *Fusarium* spp. gibi farklı hastalık etmenleri ile bulaşık topraklara ekimi yapılan altı farklı mercimek çeşidinin reaksiyonu belirlenmiştir. Kontrollü koşullarda denemeye alınan mercimek çeşitlerinin hastalığa yakalanma oranları %15-69.3, doğal koşullarında ise %10.3-47.6 arasında değişiklik göstermiştir. Mercimek çeşitleri arasında Çağır (F 95-30L), Şakar (BM-76) ve Fırat-87 çeşitleri dayanıklı ya da orta derecede dayanıklı görülmüştür. Diğer çeşitler Yerli Kırmızı, Seyran-96, Siyah çeşit ise hassas veya çok hassas bulunmuşlardır.

Khalequzzaman (2008), mercimek ve nohutta kök çürüklüğüne neden olan *Fusarium* spp. ve *Sclerotium rolfsii* etmenlerine karşı ekim öncesi tohum uygulaması

olarak Vitavax 200, Bavistin 50 WP fungusitleri ile biyolojik gübre (*Rhizobium*)'nin etkinliğini araştırmak için yaptığı çalışmada hastalık kontrolü açısından en başarılı uygulama 3 saat boyunca %0.25 Vitavax 200 süspansiyonunda tohumların bekletilmesi ile elde edilmiş olup, Bavistin 50 WP % 0.15 ile 3 saat boyunca yapılan süspansiyon uygulamasında da benzer sonuçlar elde edilmiştir. En az etkili tedavi yöntemi tohumların *Rhizobium*'larla bulaştırılması şeklinde kaydedilmiştir.

Riccioni ve ark. (2008), İtalya'da mercimek üzerinde *Fusarium redolens*'in vasküler solgunluğa neden olduğunu ilk kez bildirmişlerdir. Sicilya'da 5 mercimek tarlasından solgunluk belirtisi gösteren örneklerden yapılan izolasyonlar sonucunda *Fusarium oxysporum*'un morfolojik özelliklerine sahip izolatlarla fungus geri elde edilmiştir. Moleküler tanımlama için 5 izolatin elongation factor EF-1 alfa gen bölgesinin amplifikasyonu sonucunda fungus, *F. redolens* dizileri ile %99-100 seviyelerinde uyumlu bulunmuştu. Genetik olarak *F. redolens* olarak tanımlanan ER1274 ve ER1276 izolatlarının patojenisite denemelerinde fidelerin $2,5 \times 10^6$ konidi/ml spor süspansiyonuna 10 dakika süreyle daldırılarak inokulasyonu ile gerçekleştirilmiştir. Fideler, inokulasyondan bir hafta sonra solmaya başlamış, daha sonra kök çürüklüğü ve iletim demeti kahverengileşmesi meydana gelmiştir. *F. redolens*, solmuş bitkilerin gövdelerinden sürekli olarak yeniden izole edilmiştir. Şimdiye kadar sadece *F. oxysporum* f. sp. *lentis* fungusunun mercimek *Fusarium* solgunluğunun nedeni olarak bildirilmiştir. Yapılan bu çalışma ile *F. redolens*'in mercimek üzerinde bir patojen olduğu ilk kez rapor edilmiştir.

Chaudhary ve ark. (2010), Hindistan' da mercimek solgunluk ve kök çürüklüğü hastalığına neden olan etmenler olarak *Fusarium oxysporum* f.sp. *lentis*, *Rhizoctonia bataticola*, *Sclerotium rolfsii* ve düşük oranlarda ise *Fusarium* spp. ve *Rhizoctonia solani* türlerini kaydetmişlerdir.

Agarwal ve ark. (2011), Hindistan'da Rajasthan'ın yerel bölgelerinden toplanan nohut ve mercimek tohumları ile ilişkili patojenik fungusları izole etmişler ve izole edilen bu funguslara karşı potansiyel bir biyolojik mücadele etmeni olan *Gliocladium virens*'i değerlendirmişlerdir. *G. Virens*'in bu tohumlardan izole edilen patojen fungal türlerden *Alternaria alternata*, *Chaetomium* spp, *Penicillium citrinum*, *Aspergillus niger*, *A. flavus*, *Rhizopus nigricans* ve *Fusarium oxysporum*'un radyal gelişimini önemli ölçüde engellediğini bildirmişlerdir.

Akrami ve ark. (2011), İran'ın farklı bölgelerinde son yıllarda *Fusarium oxysporum*'un neden olduğu hastalığın gözlemlendiğini bildirmişlerdir. Mevcut biyolojik kontrol çalışmalarında, *Trichoderma* türlerinin birçok fungal patojene karşı etkin olduğunu, kendilerinin yapmış oldukları bu çalışma ile *Trichoderma* izolatlarının tek başına ve kombinasyon halinde *F. oxysporum* patojenine karşı biyolojik kontrol etkinliklerini değerlendirmişlerdir. Bu çalışma ile topraktan izole edilmiş *Trichoderma harzianum* izolatlarının mercimek köklerinden izole edilen, *Fusarium* izolatlarına karşı kombinasyonu ile karşılaştırılmıştır. Çalışmalarda kullanılan üç izolat T1 (*T. harzianum*), T2 (*T. asperellum*), T3 (*T. virens*), serada *Fusarium* hastalığı patojenine karşı antifungal kombinasyon etkileri için yapılan tarama testlerinden sonra iyi antagonist etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Yapılan ikili kültür testlerinde, *T. harzianum*'un 3 izolatının (T1, T2 ve T3) *F. oxysporum* hifleri etrafında hiperparazitizm meydana getirdiğini bildirmişlerdir. Kullanılan bütün *T. harzianum* izolatlarının *Fusarium* patojeninin misel gelişimini azalttığını, T1 ve T2 izolatları ve bunların kombinasyonunun, hastalığın kontrolünde diğer uygulamalara göre daha etkili olduğunu ve hastalık şiddetini %20-44 arasında düşürdüğünü bildirmişlerdir.

Mohammadi ve ark (2011), *Fusarium oxysporum* f. sp. *lentis*'in, mercimek bitkisinin fide aşamasında ve gelişimin sonraki döneminde zarar yaptığını, özellikle İran'ın kuzeybatısındaki Mugan bölgesinde verimde önemli düşüşlere neden olduğunu bildirmişlerdir. ICARDA'dan temin edilen iki izolat ile ülkenin farklı bölgelerinden patojenin 45 izolatının toplandığını, Nelson (1981) *Fusarium* tanı anahtarı kullanılarak tür tanımlamalarının yapıldığını ve toplanan bu izolatların patojenite çalışmalarının yürütüldüğünü bildirmişlerdir. Sera koşullarında yapılan denemelerde hassas çeşit olan ILL 4605 çeşidinin kullanıldığını ve patojenisitede aralarında önemli farklar bulunduğunu bildirmişlerdir. Doğu Azerbaycan (EA 30), Erdebil (Ar 3) ve Horasan (Kh 45)'dan elde edilen en virülen 3 izolata karşı geliştirilen 55 mercimek hattı sera ve tarla koşullarında denemeye alınmıştır. Serada yapılan çalışmada kullanılan bitkilerin kök uçları spor süspansiyonuna daldırılarak ve önceden bulaştırılmış saksı toprağına tohum ekilerek inokulasyonlar yapılmış, tarla denemeleri ise doğal olarak yüksek oranda bulaşık olan bir çiftlikte gerçekleştirilmiştir. Sera ve tarla verilerinin küme analizleri sonrasında, sera ve tarla koşullarında dayanıklı olan üç hattın (81S15, FLIP2007-42 L ve FLIP2009-18 L) belirlendiği saptanmıştır.

Monaim ve ark. (2011), Mısır'da mercimeklerde görülen kök çürüklüğü ve çökerten hastalığına *Rhizoctonia solani* ve *Fusarium solani*'nin neden olduğunu bildirmişlerdir. Bu hastalıkların baskı altına alınmasına yönelik olarak mercimek öncesi ön bitki olarak ekilen susam, sorgum, soya fasulyesi, mısır, yerfıstığı, bamya ve börülcenin hastalık yüzdesinin azalmasına yönelik başarılı sonuçlar alındığını belirtmişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre, ön bitki olarak yetiştirilen börülcenin *Rhizoctonia solani* popülasyonunu %73.8, sorgumun ise *Fusarium solani*'nin popülasyonunu %72.3 oranında azalttığını bildirmişlerdir.

Shaban ve El-Bramawy (2011), Mısır'da *F. oxysporum*, *F. solani*, *M. phaseolina*, *R. solani* ve *S. rolfii* fungal patojenlerinin mercimek bitkisinde önemli verim kayıplarına neden olduğunu, *Rhizobium* spp. ve *Trichoderma* sp.'nin bazı toprak kaynaklı fungal hastalıklarının biyolojik kontrolünde kullanılabileceklerini bildirmişlerdir.

Tozlu ve Demir (2011), Erzurum ili Pasinler ilçesinde ayçiçeğinde *Sclerotinia sclerotiorum* ve *S. minor* türlerine karşı potansiyel biyokontrol organizmaların belirlenmesi amacıyla yürütmüş oldukları çalışmada; ayçiçeği alanlarından elde edilen bazı fungus ve bakteri izolatlarının ayçiçeğinde gövde çürüklüğü hastalığına neden olan *S. sclerotiorum* ve *S. minor* etmenleri üzerinde antogonistik etkilerinin belirlenmesini amaçlamışlardır. Yapılan *in-vitro* ve *in-vivo* denemeler sonucunda *S. sclerotiorum*'a karşı *Alternaria alternata*, *Penicillium canescens*, *Penicillium jensenii*, *Trichoderma harzianum*, *Ulocladium atrum* ve *Verticillium tenerum* funguslarına ait izolatlar ile *Bacillus lentimorbus*, *Bacillus subtilis*, *Enterobacter pyrinus* ve *Staphylococcus cohnii-cohnii* bakterilerine ait izolatlar etkili olarak belirlenmiştir. *S. minor*'a karşı ise *T. harzianum* başta olmak üzere *U. atrum* ve *A. alternata* izolatları etkili bulunmuştur.

Fletcher ve ark. (2012), Yeni Zelanda'nın Güney Adası'ndaki ticari hastalıklı mercimek bitkilerinden *Fusarium oxysporum*, *Fusarium avenaceum*, *Fusarium culmorum* ve *Fusarium acuminatum* türlerini izole etmişlerdir. İzole edilen 4 türden *Fusarium avenaceum*'un sera denemelerinde mercimek ve bezelye için oldukça patojenik olduğunu, sera denemelerinde mercimek üzerinde elde edilen belirtilerin tarlada gözlemlenen belirtilerle aynı olduğunu bildirmişlerdir.

Garkoti ve ark. (2013), Hindistan'da solgunluk, pas, kurşuni küf ve *Ascochyta* yanıklığının mercimek verimini kısıtlayan önemli fungal hastalıklar arasında yer aldığını, solgunluk hastalığına neden olan *Fusarium oxysporum* f.sp. *lentis*'in toprak kaynaklı bir

patojen olduğunu, ksilem borularında tıkanmalara neden olarak, bitkide solgunluk meydana getirdiğini bildirmişlerdir.

Ioannis (2013), Yunanistan’da *Sclerotinia sclerotiorum*’un neden olduğu mercimek *Sclerotinia* kök çürüklüğünün tarladaki belirtileri, tanımlanması ve mücadelesine yönelik çalışmaları yürütmüştür. Araştırmacı, tarladaki bitkilerin başlangıçta çiçeklenmeden önce sarardığını daha sonra kök boğazının kahverengileştiğini ve zamanla çürüyen bitkilerin kurduğunu ve gövdenin tamamen yan yattığını belirtmiştir. Bununla birlikte hastalıklı bitki dokusu üzerinde, gövde kısmında fungusun tipik, kabarık beyaz miselyum gelişimi olduğunu, bu miselyum kitlesinin zamanla dayanıklı yapı olan sklerotlara dönüştüğünü belirtmiştir. Ayrıca fungusitlerin değerlendirilmesine ilişkin olarak, *S. sclerotiorum* izolatlarının, thiophanate-methyl ve triazol grubu fungusitlere karşı duyarlı olduğu, thiophanate-methyl ve triazol etken maddelerinin miselyum veya sklerottan kaynaklanan hastalığın kontrolünde en etkili olduğunu ortaya koymuştur.

Altaf ve ark. (2014), Pakistan’da mercimek solgunluğu etmeni *Fusarium oxysporum* f. sp. *lentis* fungusunu morfolojik olarak karakterize etmişler ve teşhisi yapılan *Fusarium* izolatlarının virülensliğini belirlemek amacıyla patojenisite çalışmalarını yürütmüşlerdir. Bu çalışma, ILL-4605 hattı ve Masoor-93 çeşidi ile 15 *Fusarium oxysporum* f sp. *lentis* (Fol) izolatını kullanarak sera koşullarında gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar, Masoor-93 çeşidinde yürütülen patojenisite denemesinde, ortalama hastalık indeksinin 0 (Fol-1, Fol-8 ve Fol-11) ile %0.7 (Fol-3) ; ILL 4605 hattında ise hastalık indeksinin 0 (Fol-1, Fol-3, Fol-5, Fol-8, Fol-10 ve Fol-13) ile %0.7 (Fol-2) arasında olduğunu bildirmişlerdir. ILL 4605 hattının, Masoor-93 hattından daha dayanıklı olduğu bu çalışma ile kanıtlanmıştır.

Garkoti ve ark. (2014), Hindistan’da mercimek *Fusarium* solgunluk hastalığına karşı biyolojik preperatlar ve organik katkı maddelerinin etkilerine yönelik yaptıkları çalışmada, Pant L-639 mercimek çeşidini kullanarak iki sezon boyunca tarla denemesi yürütmüşlerdir. *Trichoderma harizanum* + *Pseudomonas fluorescens* uygulamasının *Fusarium* solgunluğunun hastalık şiddetini her iki yetiştirme döneminde, sırasıyla %1.7 ve %1.9 oranında düşürdüğünü bildirmişlerdir. Yine aynı şekilde tane veriminde, sırasıyla 507.6 kg/ha ve 1.496 kg/ha artış olduğunu bildirmişlerdir. Çiftlik gübresi + kompost uygulamasının ise solgunluk hastalığını ilk dönemde %1.7; ikinci dönemde ise

%1.8 oranında düşürdüğünü, en yüksek dane veriminin de ilk sezon 496.3 kg/ha, ertesi sezon ise 1.484/ ha olduğunu bildirmişlerdir.

Hoque ve ark. (2014), Bangladeş'te mercimekte kök ve gövde çürüklüğüne neden olan *Fusarium oxysporum* f.sp. *lentis* ve *Sclerotium rolfsii* etmenlerine karşı tarla koşullarında farklı ilaç uygulamalarının etkinliklerini araştırmışlardır. Yapılan çalışmada, 4 farklı etken madde (iprodione, fenamidone + mancozeb, carbendazim, captan) ve kontrol olmak üzere bitkilere uygulamalar yapılmıştır. Yapılan bu çalışma sonucuna göre uygulanan fungusitlerin, mercimekte kök çürüklüğü oranını önemli ölçüde azalttığı ve verimi arttırdığı belirlenmiştir. Kullanılan bu etken maddeler arasında en yüksek performans fenamidone + mancozeb uygulamasıyla elde edilmiştir.

Sarr ve ark. (2014), kömür çürüklüğüne neden olan *Macrophomina phaseolina*'daki genetik çeşitlilik ile ilgili yapmış oldukları çalışmada, *M. phaseolina*'nın toprak ve tohum kaynaklı önemli bir patojen olduğunu, geniş bir coğrafi dağılıma ve geniş bir konukçu dizisine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışma ile 15 ülkede 23 konukçudan ve 30 toprak örneğinden izole edilen 189 *M. phaseolina* izolatından oluşan genetik varyasyonu belirlemeyi amaçladıklarını bildirmişlerdir. Bunun için de çoklu gen DNA analizinde ITS, TEF, ACT, CAL ve TUB primerlerini kullanmışlardır. Çalışma sonucuna göre *Macrophomina phaseolina* ve *Macrophomina pseudophaseolina* türleri tanımlanmıştır. *M. pseudophaseolina* sadece Senegal'de bamya, yer fıstığı, hibiskus (gül hatmi), börülce bitkilerinde tanımlanmış olup elde edilen bu sonuç; genotip, konukçu ve coğrafi konum arasında tutarlı bir ilişkinin olmadığını ve her iki türün de aynı konumdaki aynı konukçu üzerinde meydana gelebileceğini bildirmişlerdir. *M. pseudophaseolina* şu anda sadece Senegal'den bildirilmiş olup, *M. phaseolina* ile karşılaştırıldığında virülensliğini ve coğrafi dağılımını belirlemek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulduğunu ifade etmişlerdir.

Ahmed ve Akhond (2015), Bangladeş'de 5 dekarlık mercimek alanında bitkilerinin %80'inde gövde, yaprak ve çiçeklerde yeni bir hastalık belirtisi tespit etmişlerdir. Bitki dokularından yapılan izolasyonlar sonucunda PDA besi ortamında 11 günün sonunda ortamda 6 mm çapında siyah yuvarlak sklerotlar gelişmiştir. Gelişen sklerotların morfolojik olarak yapılan teşhis sonucunda *Sclerotinia sclerotiorum* etmenine ait olduğu ve aynı zamanda yürütülen moleküler çalışmalar sonucunda da etmenin *S. sclerotiorum* olduğu sonucuna varılmıştır.

Çetinkaya (2015), nohut ve mercimek bitkilerinde antraknoz ve kök boğazı çürüklüğüne karşı yaygın olarak kullanılan fungisitlerden thiram, tebuconazole %50 + trifloxystrobin %25 ve fosforoz asitin, nohut ve mercimek bitkilerinde Arbüsküler Mikorizal Fungus- AMF (*Glomus mosseae*, *Glomus intraradices*, *Gigaspora margarita*) ve *Rhizobium* sp. (*Rhizobium leguminosarum*, *Rhizobium cicer*) oluşumuna etkilerini araştırmıştır. Thiram'ın tohum ilacı olarak uygulandığı nohut ve mercimek bitkilerinde, AMF kolonizasyon oranının kontrol grubuna göre yüksek çıktığı, ayrıca mercimek bitkisinin kolonizasyon dışındaki diğer parametrelerde de (spor yoğunluğu, nodül sayısı, yaş ağırlık ve kuru ağırlık, boy uzunluğu) arttırıcı etki gösterdiğini bildirmiştir. Araştırmacı, tebuconazole + trifloxystrobin (tohum ilacı) ve fosforoz asitin (sistemik etkili) ise AMF, *Rhizobium* sp. ve bitki gelişimi üzerine olan etkilerinin net olarak ortaya konulmadığını bildirmiştir.

Shahiduzzaman (2015), Bangladeş' te mercimekte kök ve gövde çürüklüğüne neden olan *Fusarium oxysporum* f. sp. *lentis* ve *Sclerotium rolfsii* etmenlerine yönelik yapmış olduğu bir çalışmada; hem kimyasal hem de biyolojik preparatların etkinliklerini araştırmıştır. Çalışmada, kimyasal tohum fungisiti olarak carbendazim ve thiram + carboxin etken maddeleri, biyolojik preparat olarak da *Trichoderma* kompostu, Neem yağı ekstraktı, sarımsak özü ve Allamanda yaprak özütü kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre hastalık oranında en düşük azalmanın Allamanda yaprak özütünde kaydedildiği, bunu sarımsak özü ve Neem yağı ekstraktının izlediği, carbendazim etken maddesiyle *Trichoderma* kompostunun hastalık oranındaki azalmanın da benzer olduğu belirlenmiştir. Kontrole göre kıyaslama yapıldığı zaman en yüksek ve önemli azalmanın carboxin + thiram uygulamasıyla elde edildiği tespit edilmiştir.

Öğüt (2015), Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde mercimekte kök çürüklüğü ve solgunluk etmeni bazı *Fusarium* türlerinin patojenik ve moleküler karakterizasyonu ile çeşit reaksiyonlarını belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada, Diyarbakır, Şanlıurfa ve Mardin illerinde hastalıklı bitki örneklerinden izolasyonlar gerçekleştirmiştir. Elde edilen 226 *Fusarium* izolatının toplamda 148'i, yapılan denemeler sonucunda patojen olarak tespit edilmiştir. Bu izolatların morfolojik, moleküler ve patojenik karakterizasyonu sonucunda 73 izolatın *Fusarium oxysporum* f. sp. *lentis* (Fol), 39 izolatın *F. solani*, 19 izolatın *F. redolens*, 8 izolatın *F. proliferatum*, 7 izolatın *F. acuminatum*, 2 izolatın *F. verticillioides* olduğu belirlenmiştir. Yeşil ve kırmızı mercimeklerden oluşan toplam 16

çeşidin reaksiyonlarını belirlemek amacı ile kurulan solgunluk ve kök çürüklüğü denemeleri birlikte ele alındığında: Meyveci, Gümrah ve Çağıl çeşitlerinin hastalık şiddeti bakımından en düşük; Yusufhan ve Fırat-87 çeşitlerinin ise her iki denemede de en yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca her iki denemede de yüksek düzeyde dayanıklı veya tolerant kategorisinde hiçbir çeşidin yer almadığı tespit edilmiştir.

Pouralibaba ve ark. (2015), mercimek bitkilerinde *Fusarium oxysporum* f. sp. *lenticis*'in neden olduğu solgunluk hastalığına karşı, 196 yerel mercimek çeşidinin kontrollü ve tarla koşullarında reaksiyonlarını değerlendirmişlerdir. Kontrollü koşullar altında bu patojene karşı dayanıklılığı değerlendirmek için ayrıntılı bir yöntem geliştirilerek, haftalık aralıklarla her bir yapraktaki belirtiler ayrı ayrı değerlendirilip hastalıklı doku alanlarının hesaplamasının yapıldığını ve saha çalışması ile de sonuçların doğrulandığını bildirmişlerdir. Sonuçta, solgunluk hastalığına dayanıklı olduğu tespit edilen 12 mercimek çeşidi belirlenmiştir.

Grossen ve ark. (2016), baklagillerin (bezelye, mercimek, kuru fasulye ve nohut), son 30 yılda Kuzey Amerika'nın kuzeyindeki büyük ovalarda bitkisel üretim sisteminin önemli bir bileşeni haline geldiğini bildirmişlerdir. Pek çok alanda söz konusu bitkilerde, çökerten, fide yanıklığı, kök çürüklüğü ve erken olgunlaşma sorunlarının artmaya başlamasıyla birlikte tüm bunların verimde düşüşe neden olmaya başladığını bildirmişlerdir. Bunlar arasında *Fusarium* spp., *Pythium* spp. ve *Rhizoctonia solani* etmenlerinin, kök çürüklüğü hastalığı kompleksinin önemli bileşenleri olduğunu bildirmişlerdir. Bu hastalık kompleksi içerisinde yer alan patojenlerin çoğuna karşı kısmi direnç tespit edildiğini bildirmişlerdir. Kültürel uygulamalar içerisinde yer alan farklı ürünlerle yapılan ekim nöbeti, sık ve erken tohum ekiminden kaçınılması gibi önlemlerin de kök çürüklüğü ile mücadelede önemli bir rolü olduğunu bildirmişlerdir.

Khalequzzaman (2016), Bangladeş'te mercimekte kök ve kök boğazı çürüklüğüne karşı kimyasal, bitkisel ve biyolojik mücadele etmenlerinin etkinliklerini araştırmıştır. En düşük kök ve kökboğazı çürüklüğü %21.7 ile carboxin + thiram (2.5 g/kg) tohum uygulamasından elde edilirken bunu, *Trichoderma harzianum* kompostu (1.5) uygulaması izlemiştir. Öte yandan araştırmacı, en yüksek bakla sayısı/bitki (45.3), tohum sayısı /bitki (87.8), tohum ağırlığı/bitki (2.4 g) ve verim (1845 kg/ha) değerlerinin, carboxin + thiram (2.5 g/kg) ile yapılan tohum uygulamasından elde edildiğini bildirmiştir.

Pouralibaba ve Rubiales (2016), *Fusarium oxysporum* f. sp. *lentis* (Fol)'in virölenslik düzeyindeki farklılıkları ortaya koymayı ve virölens modellerini ayırt edebilen farklı bir mercimek çeşit seti geliştirmeyi amaçlamışlardır. İlk aşamada, daha önce dayanıklı olduğu bildirilen 28 mercimek çeşidi, farklı coğrafi kökenlere sahip 6 Fol izolatu ile inokule edilerek oldukça önemli bir izolat x çeşit etkileşiminin ortaya çıktığını bildirmişlerdir. İkinci aşamada, virölens modelini karakterize ederek İran, Suriye ve Cezayir'den 52 Fol izolatının farklı setini kullandıklarını ifade etmişlerdir. Belirlenen 7 virölens grubu, patotip 1-7 olarak adlandırılmıştır. Patotip 7'nin, çalışılan tüm çeşitlerde öldürücü etkiye sahip olduğu, izolatların patotipi ile coğrafi orijini arasında ilişki bulunmadığını ve Fol'de patotiplerin varlığına ilişkin ilk rapor olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre; Fol etmenine karşı dayanıklı mercimek çeşit ıslah stratejilerinin, bölgede yaygın mevcut patotipe göre planlanmasının uygun olacağını bildirmişlerdir.

Al-Husien ve ark. (2017), Suriye'de *Fusarium solgunluğu* (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lentis* Fol)'nun, ülkede mercimek verimi sınırlayan önemli bir faktör olduğunu bildirmişlerdir. Fol popülasyonunun genetik çeşitliliği, moleküler belirteçler kullanılarak ülkenin farklı yerlerinden toplanan 96 Fol izolat ile değerlendirilmiştir. RAPD, SSR ve ISSR gibi belirteçler ile birlikte toplam 16 markör kullanılmış ve 218 skorlanabilir polimorfik bant elde edilmiştir. Küme ve yapı analizleri, izolatları patojen popülasyonlarında yüksek genetik çeşitliliğe işaret eden üç ana grup ve alt grup halinde gruplandırılmıştır. Popülasyon içindeki moleküler varyans, toplam varyasyonun %87'sini oluşturmuş ve bu da popülasyon içinde coğrafi konumlardan daha fazla çeşitlilik olduğunu göstermiştir. Bu çalışmanın sonucunda, hiçbir alelin belirli bir bölgeye bağlı olmadığını göstermiş ve bu nedenle virulent izolatlar kullanılarak bir lokasyonda *Fusarium solgunluğu* için tarama yapılması, zamandan ve kaynaklardan tasarruf etmek için yeterli olabileceği ifade edilmiştir.

Mitiku (2017), Etiyopya'da baklagillerin tarımsal üretimdeki payının yaklaşık olarak yüzde %10 oluşturduğunu ve baklagil yetiştiriciliğini sınırlandıran en önemli faktörlerin hastalık, zararlı, zayıf agronomik uygulamalar ve dayanıklı çeşit yetersizliği gibi faktörlerin olduğunu bildirmiştir. Kök çürüklüğünün, baklagil üretiminde önemli bir sınırlayıcı faktör olduğunu, fidelerin çimlenmesini engellediğini, çıkış sonrası çökertene neden olduğunu, bunun sonucu olarak da verim kayıplarının meydana geldiğini

kaydetmiştir. Kök çürüklüğü hastalığına nohut ve baklada *Rhizoctonia bataticola*, *Rhizoctonia solani* ve *Fusarium solani*'nin, mercimekte ise *R. bataticola* ve *R. solani* 'nin neden olduğunu bildirmiştir. Bu hastalık ile uygun mücadele yöntemi yapılmadığı takdirde bakla ve nohutta %45-50 verim kaybının ortaya çıkabileceği belirtilmiştir. Bu hastalıklarla mücadelede *Trichoderma viride* ve *Bacillus megaterium* biyolojik mücadele etmenlerinin kullanımının büyük bir payı olduğu ifade edilmektedir.

Tekeoğlu ve ark. (2017), Türkiye'de nohutta solgunluğa neden olan *Fusarium* spp.'nin moleküler tanımlaması ve *Fusarium redolens*'in tespiti ile ilgili yaptıkları çalışmada, nohutta solgunluğa neden olan *Fusarium* spp.'nin 45 izolatının tür seviyesinde tanımlamalarını, spesifik PCR primerleri ve TEF 1- α (Ef-1 α) gen bölgesinin sekanslanması ile gerçekleştirmişlerdir. Teşhis sonucunda *F. oxysporum* f. sp. *ciceris* ve *F. redolens* türlerini tanımlamışlardır. Sonuçta, 8 izolat *F. redolens* ve 11 izolat *F. oxysporum* f. sp. *ciceris* olarak tanımlanmıştır. Bu çalışma ile Türkiye'de nohutta solgunluğa neden olan *F. redolens*'in ilk raporu olduğu bildirilmiştir.

Yadav ve ark. (2017), mercimekte *Fusarium* solgunluğu ve *Stemphylium* yanıklığına karşı dayanıklılık kaynaklarının belirlenmesi amacıyla Nepal'de yapmış oldukları çalışmada, mercimek verimini etkileyen iki önemli patolojik faktörün olduğunu bunlardan birinin *Fusarium oxysporum* f. sp. *lentis*'in neden olduğu mercimek solgunluğu, bir diğ erinin ise *Stemphylium botryosum*'un neden olduğu *Stemphylium* yanıklığı olduğunu bildirmişlerdir. Solgunluk ve *Stemphylium* yanıklığını incelemek için 185 genotip ile tarla denemelerini yürütmüşlerdir. Çalışma sonucunda *Fusarium* solgunluğuna karşı 16 genotipin dayanıklı ve 23 genotipin orta derecede dayanıklı olduğu, *Stemphylium* yanıklığına karşı ise 87 genotipin dayanıklı ve 36 genotipin ise orta derecede dayanıklı olduğunu ortaya koymuşlardır.

Asghar ve ark. (2018), Pakistan'da mercimekte bazı olası fungal hastalıklara karşı çoklu dayanıklılık kaynağının belirlenmesine yönelik 466 mercimek genotipinin, *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea*, *Sclerotium rolfsii* ve *Uromyces viciae-fabae* etmenlerine karşı duyarlılıklarını araştırmışlardır. Çalışmada kullanılan genotiplerin çoğunun, tüm hastalıklara karşı oldukça hassas olduğunu, LPP 12089 genotipinin *F. oxysporum*'a oldukça dayanıklı, LPP 11002 genotipinin ise *B. cinerea* ve *U. viciae-fabae* etmenlerine karşı oldukça dayanıklı olduğunu bildirmişlerdir. *S. rolfsii* etmenine karşı hiçbir genotipin yüksek düzeyde dayanıklı olmadığı, 60 adet genotipin dayanıklı olduğu

kaydedilmiştir. Ayrıca 23 genotipin ise birden fazla hastalığa karşı dayanıklı olduğunu belirlemişlerdir.

Duarte ve ark. (2018), mercimek bitkilerinin kök ve kök boğazından izole edilen *Rhizoctonia solani*'nin patojen olduğunu, Brezilya'da ilk kez kaydetmişlerdir. Bitki örneklerinin laboratuvar koşullarında yapılan izolasyonları sonucunda, izolatların hif yapıları ve koloni özelliklerine bakarak patojenin morfolojik özellikleri ve moleküler tanımlanması yapılarak bunların, *R. solani*'nin AG4-HG-I grubunda yer aldığını bildirmişlerdir.

Hiremani ve Dubey (2018), *Fusarium oxysporum* f. sp. *lentis*'in (Fol) neden olduğu mercimek solgunluğunun, Hindistan da dahil olmak üzere dünya çapında mercimek yetiştirilen alanlarında yaygın bir etmen olduğunu bildirmişlerdir. 2012-2013 döneminde 89 mercimek genotipinin, ırk/patotip tayini için bir dizi farklı özellikte çeşit oluşturmak üzere patojenin virulent izolatu olan FLS 75'e karşı taramalar gerçekleştirmişlerdir. Araştırma sonucunda; solgunluk oranı, %6.7-92.9 arasında oldukça değişkenlik göstermiş olup, 7 genotip dayanıklı, 3 genotip orta düzeyde dayanıklı ve geri kalan genotipler ise duyarlı olarak belirlenmiştir. Çalışmalardan elde edilen sonuçlar doğrultusunda JL 3, L 4149, PL 4, PL 101, DPL 62, K 75, MC 6, L 6183, Sehore 74-3 ve Vidhokar local olmak üzere 10 genotipin, ırk/patotip profillemesi için farklı çeşitler olarak seçildiğini bildirmişlerdir. Virulent olan 50 Fol izolatu, 2013-2014 ve 2014-2015 yıllarında bu farklılıklar üzerinde analiz edilmiştir. Ülkenin farklı bölgelerine ait izolatların ortaya koyduğu hastalık oranı, %0-100 arasında belirgin değişkenlik göstermiş olmasına rağmen, ancak reaksiyon durumu her iki yılda da aşağı yukarı aynı olmuştur. Farklı çeşitlerin dayanıklı ve duyarlı reaksiyonlarına dayanarak, izolatlar sekiz ırk/patotip halinde gruplandırılmış ve her ırk/patotip için farklı çeşit tanımlanmıştır. Fol için bir dizi farklı özelliği olan çeşidi standartlaştırmanın yanı sıra, bu çalışma ayrıca, daha önce eksik olan Hindistan'dan Fol ırklarının varlığını da bildirmiştir; bu ırka özgü solgunluğa dayanıklı mercimek çeşitlerinin geliştirilmesinde fayda sağlayacak ve dünyadaki diğer mercimek yetiştiren ülkelerde yaygın olan ırkların/patotiplerin tanımlanmasına yardımcı olacağını bildirmişlerdir.

Kumari ve ark. (2018), Hindistan'da nohut çürüklüğüne neden olan *Sclerotium rolfsii* ve *Macrophomina phaseolina*'nın kültürel ve patojenik varyasyonunu araştırmışlardır. İzolatların patojenisitesi, duyarlı genotipleri kullanılarak yapay

inokulasyon testi ile doğrulanmıştır. *S. rolfsii* ve *M. phaseolina*'nın hastalık indeks değerleri, sırasıyla %24.9–68.8 ve %20–64 olarak belirlenmiştir. *S. rolfsii* 'nin 12 izolatu arasında BAUSr4 ve Ag2, genotip L550'de en yüksek enfeksiyonu meydana getirirken, *M. Phaseolina* 'nın 21 izolatu arasında DarkMP4J'yi ve ardından DarkMP1J ve Jute1 izolatları, genotip K850'de maksimum enfeksiyon şiddeti sağlamıştır.

Aydın (2019), nohut solgunluk hastalığına neden olan *Fusarium oxysporum*'a karşı bazı *Trichoderma* türlerinin etkinliğini *in-vivo* ve *in-vitro* koşullarda araştırmıştır. *F. oxysporum*'un N5 ve N7 izolatlarına karşı PDA besi ortamında ikili kültür testine göre yürütülen denemede, en etkili izolatlar, sırasıyla *T. hamatum* ÖT 16, *T. asperellum* ÖT1, *T. strigosum* LO43, *T. gamsii* VG47 ve *T. gamsii* VG48 olarak belirlenmiştir. Saksı koşullarında nohut tohumlarına antagonist uygulayarak yürütülen çalışmada ise *Trichoderma*'ların nohut solgunluk patojenlerini farklı oranlarda etkilediği, en etkili izolatların ise, sırasıyla *T. hamatum* ÖT16, *T. viride* VG18 ve *T. gamsii* VG47 olduğu tespit edilmiştir.

Chatterton ve ark. (2019), Kanada'nın üç farklı ilinde 2014-2017 yılları arasında bezelye ve mercimek kök çürüklüğü hastalığının dağılımını belirlemek amacıyla yürüttükleri sorvey sonucunda, bu hastalığın incelenen her tarlada mevcut olduğunu ve bezelyede görülme oranının %22-99, mercimekte ise %8-34 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Her iki kültür bitkisinde de mevsimin yağışlı olduğu dönemlerde hastalık şiddetinin yüksek olduğu, kurak geçen dönemlerde ise daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bezelyede kök çürüklüğüne *Aphanomyces euteiches*'in, mercimekte ise *Fusarium avenaceum*, *Fusarium* spp., *Pythium* spp. ve *Rhizoctonia solani*'nin neden olduğu bildirilmiştir.

Das ve ark. (2019), Bangladeş' te kümes hayvanlarının gübresi ile *Trichoderma harzianum* izolatu (Pb-7) karışımının, mercimekte çökerten, kök ve kökboğazı çürüklüğü ve solgunluk hastalıklarına neden olan etmenlere karşı etkinliklerini araştırmışlardır. Çalışmada, *Rhizoctonia solani* izolatu (Rs-3), *Sclerotium rolfsii* izolatu (Sr-3), *Fusarium oxysporum* f. sp. *lentis* izolatu (Fo-3) kullanılmıştır. Ekimden 5-6 saat önce mercimek tohumları, hazırlanan *T. harzianum* Pb-7 izolatu ve kümes hayvanları gübresi karışımında oluşan süspansiyonda bekletilmiştir. Tarlaya mercimek tohumlarının ekimi sonrası yapılan değerlendirme sonucunda en düşük hastalık indeksi, *Fusarium* solgunluğundan elde edilmiştir.

Kushwaha ve ark. (2019), Hindistan'da farklı besi ortamı, pH ve sıcaklığın mercimekte gövde/kök çürüklüğüne neden olan *Sclerotium rolfsii*'nin gelişimine ve sklerotlara olan etkisini araştırmışlardır. *In-vitro* koşullarda yapılan çalışmalarda, 30 °C'de *S. rolfsii*'nin miseliyal gelişim ve sklerot üretiminin maksimum seviyede olduğu, 25 °C ve 35 °C'de ise önemli ölçüde düşüş meydana geldiğini bildirmişlerdir. Öte yandan pH 6.5'da, misel ve sklerot üretiminin en yüksek seviyede olduğunu kaydetmişlerdir. Denemeye alınan 7 farklı katı ve sıvı besi ortamları arasında, PDA'nın katı ortamlar arasında en iyi sonucu verdiği ve patates dekstroz broth'un sıvı ortamlar arasında *S. rolfsii*'nin misel büyümesi ve biyokütle üretimi bakımından en başarılı sonucu verdiği belirlenmiştir.

Pouralibaba ve ark. (2019), İran, Suriye ve Cezayir'den toplanan *Fusarium oxysporum* f. sp. *lentis* (Fol) izolat koleksiyonunun genetik yapısını, SSR belirteçlerini kullanarak araştırmışlar ve sonuçta, bölgeler içinde yüksek bir moleküler varyasyon olduğunu ve Kuzey Batı İran'dan gelen izolatların en yüksek genetik çeşitliliği gösterdiğini ve İran'da bölgeler arasında da farklılıklar olduğunu bildirmişlerdir. Elde edilen bu sonuçlara göre İran'ın, Fol için bölgesel bir gen merkezi olabileceğini düşündüklerini ifade etmişlerdir.

Ullah ve ark. (2019), Pakistan'da, *Macrophomina phaseolina*'nın mercimekte kuru kök çürüklüğü neden olduğunu ve hastalıklı bitkilerin ana kök ve yan köklerinde koyu siyah lezyonlara neden olduğunu bildirmişlerdir. Yüzeyden dezenfekte edilen hastalıklı bitki dokuları PDA besi ortamında 26°C'de inkubasyona bırakılmıştır. İnkubasyon sonrasında gelişen hifler, sıkı dokulu olup, bol miktarda siyah veya koyu kahverengi mikrosklerot gelişmiştir. Morfolojik olarak yapılan değerlendirmede, bu sklerotların *M. phaseolina*'ya ait olduğu belirlenmiştir. ITS primeri kullanılarak yapılan moleküler tanı çalışması sonucunda etmen, *M. phaseolina* olarak doğrulanmıştır.

Yadav ve ark. (2019), Hindistan'da mercimekte toprak kaynaklı hastalık etmenleri olan *Fusarium oxysporum* f. sp. *lentis*, *Sclerotium rolfsii* ve *Sclerotinia sclerotiorum* funguslarına karşı biyolojik preperatların etkinliklerini araştırmışlardır. *In-vitro* koşullarda yürütülen çalışmalarda, kullanılan bütün preperatların *S. rolfsii*'nin gelişimini inhibe ettiği, *Trichoderma* spp. TS007 izolatının en yüksek inhibisyonu (%62.2) ve *Pseudomonas fluorescense* Pf008'in %60.7 oranında başarı sağladığı bildirilmiştir. *S. sclerotiorum* fungusunun miseliyal gelişim inhibisyonunda, *Pseudomonas fluorescense*

Pf008 (%95.6) izolatının başarılı olduğunu, *F. oxysporum* f. sp. *lentis*'in miselyal gelişimini, %77.5 ile *Trichoderma* spp.'nin engellediğini bildirmişlerdir.

Ali ve ark. (2020), Irak'ta buğday bitkisinden elde edilen FIR 16 ITS izolatının, *Fusarium brachygibbosum* olduğunu, moleküler tanı ve filogenetik analiz için ITS primeri kullanarak tanımlamışlardır. PCR ürünlerinin DNA dizileme işlemi yapıldıktan sonra elde edilen veriler ile NCBI veri tabanında yapılan analizler sonucu izolatın, *F. brachygibbosum* olduğunu bildirmişlerdir.

Koshariya ve ark. (2020), Hindistan'da *Sclerotium rolfsii*'nin neden olduğu mercimek kök ve kökboğazı çürüklüğüne karşı mercimek genotiplerinin duyarlılık durumları tarla koşullarında 2018-2019 ve 2019-2020 yetiştirme döneminde değerlendirilmiştir. 2018-2019 sezonunda 139, 2019-2020 sezonunda ise 132 olmak üzere, toplam 271 mercimek örneği *S. rolfsii* etmenine karşı taranmıştır. İkinci yıl yapılan testlemelerde, bütün mercimek genotiplerinin kök çürüklüğüne karşı hassas oldukları belirlenmiştir.

Kumari ve ark. (2020), mercimek bitkisinin potansiyel bakliyat ürünü olarak, Rajasthan'ın çeşitli yerlerinde önem kazandığını bildirmişlerdir. Son yıllarda Rajasthan'da ve diğer mercimek alanlarında *Fusarium oxysporum* f. sp. *lentis*'in neden olduğu solgunluk hastalığından kaynaklanan önemli bir sorun yaşandığını ve şiddetli verim kayıplarına neden olduğunu bildirmişlerdir. Mercimek *Fusarium* solgunluğu üzerine 2016-17 ve 2017-18 yetiştirme sezonunda yürütülen tarla denemelerinde, carbendazim ve *Trichoderma harzianum* ile tohum uygulaması, tek başına toprağı ıslatma şeklinde kimyasal uygulaması, kombinasyon halinde ilaç uygulamaları ve organik gübreler ile ilaç kombinasyonlarının etkinlikleri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre maksimum ortalama tohum çimlenme yüzdesi %98.7, maksimum yüzde ortalama hastalık kontrolü %85.5 olarak kaydedilmiştir. Her 2 yılda yapılan toprak uygulamasında FYM (çiftlik gübresi, 6 t/ha) + *T. harzianum* (2.5 kg/ha) + carbendazim (2g/kg) tohum uygulaması ile yüzde %40.7 ortalama solgunluk şiddeti, ortalama hastalık kontrolü %34.2 ve ortalama çimlenme oranı %90.8 olarak kaydedilmiştir.

Rafique ve ark. (2020), Pakistan'da mercimek yetiştirilen 4 tarlada iletim demetinde enfeksiyon sonucu solgunluk olduğunu, bitkilerde bodurlaşma, sararma, gövde ve kök dokularında iletim borularında renk değişikliği olduğunu bildirmişlerdir. Her tarladan hastalık belirtisi gösteren 30'ar bitki örneği alınmış ve fungusların

morfolojik olarak tanımlamaları yapılmıştır. Morfolojik olarak tanımlamada *Fusarium oxysporum* olduğuna karar verilmiştir. TEF-1 α ve ITS primerleri kullanılarak yapılan DNA dizi analizi sonucuna göre ise *F. oxysporum*'un yanı sıra FWN2 kodlu izolatin *Fusarium redolens* olduğu moleküler olarak belirlenmiştir.

Safarieskandari ve ark. (2020), Kanada'nın Alberta eyaletinde bezelye kök çürüklüğü ile ilişkili *Fusarium* türlerinin patojenisitesi ve konukçu dizisine yönelik yaptıkları çalışmada; ticari bezelye tarlalarında daha önce yapılan araştırmalardan toplanan *Fusarium* türlerinin patojenisitesini ve konukçu dizisini değerlendirmişlerdir. *Fusarium* cinsinin 6 türüne ait 45 izolat ile sera koşullarında patojenisite çalışmaları yürütülmüştür. Bu deneme sonucunda *Fusarium solani* f. sp. *pisi* ve *F. avenaceum*'un en virülent türler olduğunu, bunu *F. oxysporum*, *F. culmorum* ve *F. redolens*'in izlediğini bildirmişlerdir. *F. solani* f. sp. *pisi* ve *F. avenaceum* türleri, bezelyede şiddetli virülent olması nedeniyle Alberta'da yetiştirilen diğer rotasyon ürünleri üzerinde bu iki izolat ile 10 tahıl, yağlı tohum ve bakliyat bitkilerine inokulasyon gerçekleştirilmiştir. Hem *F. solani* f. sp. *pisi* hem de *F. avenaceum* bezelye, nohut, kuru fasulye ve baklada önemli hastalık lezyonlarına neden olurken, tahıl ürünleri, soya fasulyesi, yeşil mercimek veya kanola'da herhangi bir belirtiye neden olmamıştır. *F. solani* f. sp. *pisi*, hastalık şiddeti düşük olmasına rağmen kırmızı mercimekte önemli kök çürüklüğü belirtilerine neden olmuştur.

Anderson ve ark. (2021), Amerika Birleşik Devletleri'nde mercimek kök çürüklüğü hastalığına *Fusarium* cinsine bağlı türlerle birlikte *Aphanomyces euteiches*, *Rhizoctonia solani* ve *Pythium* türlerini içeren bir patojen kompleksinin neden olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, Kuzey Dakota'da 2016 ve 2018 yıllarında mercimek tarlalarındaki *Fusarium* türlerini belirlemek için yaptıkları sürveylerde 114 mercimek tarlasından 391 *Fusarium* izolatı elde etmişlerdir. Bu izolatların, morfolojik ve moleküler tanımlama teknikleri sonucunda; *F. oxysporum*, *F. graminearum*, *F. sporotrichioides*, *F. equiseti*, *F. acuminatum*, *F. redolens*, *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. verticillioides* ve *F. solani* olmak üzere 10 adet fungal patojen tespit edilmiştir.

Arya ve ark. (2021), Hindistan'da mercimekte kök çürüklüğüne neden olan *Sclerotium rolfsii*'nin mücadelesine yönelik yapmış oldukları çalışmada; fungisit ve biyolojik preperat kullanımının karşılaştırmalı etkisini araştırmışlardır. Biyolojik preperatlar arasında en yüksek inhibisyon oranı, *Chaetomium globosum* (%83.2) ile elde

edilirken, bunu *Pseudomonas fluorescens* (%76) ve *Trichoderma viride* (%71.9) izlemiştir. Fungusit uygulamasında coymoxanil + mancozeb ve tebuconazole + trfloxystrobin ile 96 saatlik uygulamadan sonra miselyal gelişimde azalma olduğu kaydedilmiştir. Araştırmacılar, entegre hastalık yönetimi değerlendirmesinde; en düşük hastalık çıkış yüzdesi ile maksimum verim, *Trichoderma* ve *Pseudomonas* tohum uygulamasından elde edildiğini bildirmişlerdir.

Campanella ve ark. (2021), İtalya'da mercimekte *Fusarium solgunluğunun* biyolojik kontrolüyle ilgili yapmış oldukları çalışmada antagonist organizmaları içeren üç ticari preperatı; Cilus Plus (*Bacillus velezensis*), Micostat F (*Glomus* spp., *Trichoderma* spp., *Streptomyces* spp., *Bacillus subtilis* ve *Pichia pastoris*) ve Mycostop (*Streptomyces griseoviridis*) kullanmışlardır. Mercimek *Fusarium solgunluğunun* kontrolü için 2 yıllık süre boyunca iki ayrı alanda çalışmaları yürütmüşlerdir. İlk yıl, A tarlasında Mycostop ve B tarlasında Cilus Plus'ın, *F. oxysporum* inokulum yoğunluğunu sırasıyla %44 ve %37.5 oranında önemli ölçüde azalttığını bildirmişlerdir. İkinci yılda, Mycostop'un *F. oxysporum* inokulum yoğunluğunu azaltmada en başarılı olduğunu A tarlasında %58.4 ve B tarlasında %51.4 oranında etkili olduğunu bildirmişlerdir. Mercimek tane verimi değerlendirildiği zaman, ilk yılda A tarlasında Micostat F uygulamalarını takiben ortalama %37.5 oranında önemli ölçüde artma meydana geldiğini B tarlasındaki Mycostop ve Cilus Plus uygulamalarının her ikisinin ortalama olarak %13'lik bir artış sağladığını bildirmişlerdir. İkinci yılda A tarlasında Micostat ve Micostat F ile uygulamasından sonra mercimek tane veriminde her ikisinin ortalamasının %58.7 arttığını, B tarlasında da Cilus Plus'tan sonra ortalama %66.7 tane veriminde artış olduğunu bildirmişlerdir.

Iqbal ve ark. (2021), *Fusarium solgunluğu* hastalığına karşı, 30 mercimek genotipini değerlendirmişlerdir. Hastalığa karşı dayanıklı/tolerant genotipleri bulmak için çeşitli çok değişkenli yaklaşımlar kullanılmıştır. Birlikte analizinin sonuçları, bitki boyu ile bakla sayısı ve bitki başına verim arasında pozitif anlamlı ilişki ve hastalık yüzdesi ile negatif yüksek derecede anlamlı ilişki göstermiştir. Bitki başına ortalama minimum ve maksimum verim değeri, 4-28.7 g arasında değişmiştir. Hastalık oranı, %10.1-99.6 olarak belirlenmiştir.

Kouadri ve ark. (2021), Cezayir'in kuzeybatısındaki tarlalarda 2019 ve 2020 yıllarında mercimek bitkilerinde kömür çürüklüğü belirtileri gözlemişlerdir. Elde ettikleri

iki izolatın hem morfolojik hem de ITS primeri kullanılarak sekans analizi ile moleküler tanımlaması sonucunda izolatların *Macrophomina pseudophaseolina* olduğunu belirlemiş ve bunu patojenisite testleri ve Koch postulatı ile doğrulamışlardır. Araştırmacılar, *M. pseudophaseolina*'nın mercimek kömür çürüklüğünün dünyada ilk rapor olduğunu bildirmişlerdir.

Kuchuran ve ark. (2021), Kanada'da mercimekte *Botrytis cinerea*'nın neden olduğu kurşuni küf hastalığının mücadelesine yönelik Boscalid fungusit uygulamasının etkisini araştırmışlardır. Morfolojik özellikleri ve sekans analiz sonuçlarına göre yerel mercimek alanlarından elde edilen izolatların *B. cinerea* olduğu tespit edildikten sonra 'CDC Grandora' mercimek çeşidinde kurşuni küf hastalığının kontrolü için Boscalid fungusitinin optimal zamanlamasını değerlendirmek üzere iki sezon boyunca 2 tarla denemesi yürütülmüştür. Bütün denemelerde erken çiçeklenme veya çiçeklenme ortasında yapılan tek bir uygulamanın Boscalid'in ikili veya üçlü uygulaması kadar etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Lavkor ve Onat (2021), soyada kömür çürüklüğü hastalığına neden olan *Macrophomina phaseolina*'ya karşı bazı soya çeşitlerinin reaksiyonlarının belirlenmesi amacıyla, *in vivo* koşullarda çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada, ülkemizde yetiştiriciliği yapılan 20 soya çeşidi ile soya deneme alanlarından izole edilen patojenisitesi ve tanısı yapılan C-M17 kodlu *M. phaseolina* izolatı kullanılmıştır. *M. phaseolina* spor süspansiyonu, ekim sırasında soya tohumlarına daldırma yöntemi ile inokule edilmiştir. Sonuçta, Atakişi, Arısoy, Lider, Altınay, Adasoy, Atlas 3616, Umut-2002, Asya çeşitleri hassas olarak bulunurken, Sa-88, İlksoy, Çetinbey, Ataem-7, Mona, Yeşilsoy, Altınsoy, Türksoy, Çevik, Blaze, Cinsoy ve Sarıgelin çeşitleri çok hassas olarak belirlenmiştir.

Mondal ve ark. (2021), Hindistan'da yapmış oldukları çalışmada mercimekte *Sclerotium rolfsii* kök çürüklüğüne karşı çeşit reaksiyonu ve farklı biyolojik preparatlarla hastalığın mücadelesine yönelik çalışmaları yürütmüşlerdir. Çeşit reaksiyon çalışmaları 11 çeşit kullanılarak (PL -639, LL-56, NDL-11-1, PL-406, KLS-218, KLS-107, RANJAN, WBL-77, NATALIA, RL-12-176 ve WBL-8) saksı denemesi şeklinde yürütülmüştür. Araştırmacılar, çeşit reaksiyon çalışmalarında en yüksek hastalık indeksini WBL-81 (%37.9) çeşidi ile en düşük hastalık indeksini de LL-56 (%3.3) çeşidi kullanılarak elde edildiğini bildirmişlerdir. Hastalığın mücadelesine yönelik yapılan

çalıřmalarda ise en dūřuk hastalık indeksinin kullanılan biyolojik preperatlar içerisinde *Bacillus* sp. ile elde edildiđini ifade etmiřlerdir.

Moparthi ve ark. (2021), Kanada, Montana’da mercimek, bezelye ve nohut bitkilerinin kōklerinden ve tohumlarından elde ettikleri *Fusarium* izolatlarını, EF-1 ile dizi analizlerine tabi tutmuřlar ve *Fusarium* ID veri tabanındaki tūrlerle kıyaslanması yapılarak teřhisleri kesinleřtirilmiřtir. En çok bulunan tūr, *Fusarium avenaceum* (%28) olurken, bunu sırasıyla *F. acuminatum* (%21), *F. poae* (%13), *F. oxysporum* (%8), *F. culmorum* (%6), *F. redolens* (%6), *F. sporotrichioides* (%6), *F. solani* (%4), *F. graminearum* (%2), *F. torulosum* (%2) ve *F. tricinctum* (%0.9) takip etmiřtir.

Nisa ve ark. (2021), *Fusarium* solgunluğunun mercimek veriminin azalmasında önemli rol oynayan ciddi bir hastalık olduğunu, hastalık gelişiminin uygun olduğu koşullarda, ürünün tamamının bozulmasına neden olabileceği ve belirli coğrafı bōlgelerde mercimek yetiştiriciliği için önemli derecede sınırlayıcı bir sorun olabileceğini bildirmişlerdir. Bu alışma ile izole edilmiş biyolojik mücadele etmeni 70 izolat ve 2.500 ppm oranında bakır oksiklorür ile modifiye edilerek PDA besiyerinde gelişimleri sağlanarak etkinlikleri araştırılmıştır. H10 (*Trichoderma harzianum*) ve C9 (*Penicillium crysogenum*) izolatları, bakır oksiklorür fungusiti ile etkili bir sonuç elde edilmiştir. H10 ve C9 izolatları *Fusarium oxysporum* f. sp. *lentis*’e karşı, sırasıyla %84.3 ve %83.9 oranlarında engelleme sağlamıştır. Ayrıca araştırmacılar, saksı denemelerinde de tohumlara tek başına veya bakır oksiklorür fungusiti ile kombinasyonunda H10 ve C9 izolatu ile muamele edildiğinde, bu izolatlardan hastalık oranı ve şiddetini azaltmada önemli ölçüde başarı elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Saeedi ve ark. (2021), 2015-2017 yılları arasında İran’ın batısındaki Kirmanřah eyaletinin farklı bōlgelerinden tipik siyah kōk rklđ belirtileri gōsteren nohut bitkilerinin kōklerinden ve ekilmemiş topraktan toplam 80 *Fusarium* izolatu elde etmişlerdir. Koloni morfolojisi, büyüme şekli ve mikromorfolojik özelliklerine gōre, ekilmemiş topraktan elde edilen en yaygın *Fusarium* tūrleri, 38 izolat ile *F. redolens*, ardından 12 izolat ile *F. oxysporum*, 7 izolat ile *F. solani*, ve 3 izolat ile *Neocosmospora vasinfecta* olarak tespit edilmiştir. Kōk rklđ belirtisi gōsteren nohut bitkilerinden elde edilen izolatların hepsi morfolojik ve moleküler olarak *F. redolens* olarak tanımlanmıştır.

Tarannum ve ark. (2021), Hindistan’da mercimek bitkilerinin çeşitli biyotik ve abiyotik streslerden ciddi şekilde etkilendiğini, biyotik stresler arasında, *Fusarium oxysporum* f. sp. *lentis* (Fol)’in neden olduğu Fusarium solgunluğunun, önemli fungal hastalıklarından biri olduğunu ve fide döneminden olgunlaşma dönemine kadar önemli ölçüde verim kaybına yol açan önemli bir hastalık olduğunu bildirmişlerdir. Fol izolatının, tarımsal iklim koşullarına bağlı olarak büyük değişkenlik ve agresiflik sergilediğini, elde edilen AGLF-11 Fol izolatının, önceki çalışmalara göre oldukça agresif olduğu belirlemişlerdir. Bunun için sera koşullarında 50 farklı genotipin bu izolata karşı tarandığını ve bunlardan 14 genotipin, yüksek düzeyde duyarlılık gösterdiğini, 29 genotipin orta düzeyde duyarlılık gösterdiğini, 5 genotipin ise orta düzeyde dayanıklılık ve sadece 2 genotip (L 7920 ve DPL 58)’in dayanıklı reaksiyonu gösterdiğini bildirmişlerdir.

Ali ve ark. (2022), mercimekte Fusarium solgunluğunun şiddetini tahmin etmek için minimum ve maksimum sıcaklıklar, yağış ve bağıl nem gibi meteorolojik değişkenlere dayanan bir hastalık tahmin modeli geliştirmek üzere yapmış oldukları çalışmada, tüm meteorolojik değişkenler ile mercimek solgunluk şiddeti arasında anlamlı bir ilişki bulmuşlardır. Maksimum sıcaklık negatif korelasyon gösterirken, minimum sıcaklık, yağış ve bağıl nem mercimek solgunluğu şiddeti ile pozitif korelasyon göstermiştir. Maksimum ve minimum sıcaklıklar, yağış ve bağıl nem, hastalık gelişimine önemli ölçüde katkıda bulunmuş ve hastalık şiddetindeki değişkenliği %94.4 oranında açıklanmıştır. Mercimek solgunluğunun şiddetinin, sırasıyla maksimum (17–25 °C) ve minimum sıcaklıkta (9.5–15.1 °C), yağışta (4.5–6.5 mm) ve bağıl nemde yüksek seviyede (%55–85) olduğu belirlenmiştir.

Arya ve ark. (2022), Hindistan’da yapmış oldukları çalışmada *Fusarium oxysporum* f. sp. *lentis*’in neden olduğu mercimek solgunluğu hastalığının ciddi verim kayıplarına neden olan en önemli mercimek hastalıklarından biri olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışma ile araştırmacılar, 2017–2019 yılları arasında Uttarakhand ve Uttar Prades’in mercimek yetiştirilen alanlarından toplanan 22 patojen izolatın, 8 ISSR ve 5 SSR primeri kullanılarak genetik ve morfolojik değişkenliğini araştırmışlardır. İzolatların, konidilerin rengine, pigmentasyonuna ve şekline bağlı olarak büyük morfolojik değişkenlik gösterdiğini ve moleküler varyasyon üzerine yapılan çalışma ile farklı patojen izolatların genomundaki çok yönlülüğün ortaya çıktığını bildirmişlerdir.

Chekali ve ark. (2022), Tunus'ta *Fusarium redolens*'in mercimekte solgunluk hastalığına neden olduğunu ilk kez bildirmişlerdir. Tunus'un çeşitli bölgelerinde, 2016 yılından bu yana mercimeklerde gövde ve kök dokularında sararma ve renk değişikliği gibi solgunluk belirtileri olduğunu, enfekteli bitkilerin yıllık ortalama hastalık oranının %10-15 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. 2019 ve 2020 yetiştirme döneminde güney Tunus'taki 2 tarladan ve kuzeybatı Tunus'taki bir tarladan hastalık belirtileri görülen yetişkin bitkilerden yapılan izolasyonlar sonucunda morfolojik olarak *F. redolens*'e benzeyen bol miselyum oluşturan, beyaz- menekşe renkli izolatlar, hem gövde hem de kök izolasyonundan elde edilmiştir. Tür tespiti için moleküler çalışmalar yapılmıştır. İzolatların TEF primeri kullanılarak yapılan dizi analizleri sonucunda, Güney Tunus'taki 2 tarladan alınan mercimek köklerinden elde edilen toplam 9 izolattan 4 izolatin (Z2P6, Z2P7, Z3P2 ve Z3P5) sekansları, *F. redolens* NRRL25600'in epitip kültürünün TEF sekansları ile %100 benzerlik gösterdiğini bildirmişlerdir. *F. redolens*'in 4 izolatinın patojenisitesi, 'Kef' mercimek çeşidi üzerinde değerlendirilmiştir. *F. redolens*'in 4 izolatu ile inokule edilen bitkilerin %60'ında solma, sararma ve kök çürümesi hastalık belirtileri gösterilmiş ve ayrıca Z2P6 ve Z2P7 izolatları ile inokule edilen bitkilerin %17'si ölmüştür. *F. redolens*, inokule edilen bitki köklerinin hepsinden tekrar geri izole edilmiştir.

Das ve ark. (2022), Hindistan'ın Batı Bengal Bölgesinde mercimekte *Fusarium* solgunluğu ile ilgili yapmış oldukları çalışmada *Fusarium* solgunluğunun önemli bir hastalık olduğunu, mercimeğin verim potansiyelinde biyotik ve abiyotik stres koşullarına bağlı olarak azalmaların meydana geldiğini bildirmişlerdir. Mercimek veriminin önemli ölçüde azalmasına neden olan biotik faktörlerden birinin *Fusarium oxysporum* f.sp *lentis* olduğunu, hastalığın hem fide hem de yetişkin dönemde ortaya çıktığını ve fide döneminde tarlalarda yer yer sararmaların meydana geldiğini bildirmişlerdir. Batı Bengal Bölgesinde 2017 ve 2018 yıllarında yapılan sörveylerde; ilk yıl hastalık şiddetinin %17.6-28,1 ertesini yıl ise %6.4-25.4 arasında meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Heineck ve ark. (2022), mercimekte *Fusarium avenaceum*'un neden olduğu kök çürüklüğüne karşı yeni yöntemleri kontrollü koşullarda denemişlerdir. Bu çalışma ile etkili ve tohum açısından güvenli bir sterilizasyon tekniği bulmak, inokulasyon tekniğini ve mercimek yetiştirme ortamını optimize etmek ve görsel ve otomatik hastalık puanlama sistemleri geliştirmek hedeflenmiştir. Çalışma sonucunda tohum sterilizasyonunda

kullanılan deterjan ve düşük konsantrasyonlu (%0.1) NaOCl'ün tohum çimlenmesini etkilemediği ve tohumlar üzerindeki bakteri ve fungus kontaminasyonunu etkili bir şekilde ortadan kaldırdığını bildirmişlerdir. Etanol gibi diğer uygulanan yöntemler, tohum çimlenmesini azaltmış veya *Fusarium* türleri gibi patojenik fungusları öldürmede başarısız bulunmuştur.

Kader ve ark. (2022), Kanada'da *Sclerotinia* beyaz küfü (SWM) ve *Botrytis* kurşuni küf (BGM) hastalıklarının, daha nemli alanlarda mercimek üretimini sınırlayıcı faktörler olabileceğini bildirmişlerdir. Mercimek çeşitlerinin SWM ve BGM'ye tepkisini ve verim etkilerini değerlendirmek için 2013-2015 yılları arasında tarla denemesi yürütmüşlerdir. 10 mercimek çeşidini, iki dikim yoğunluğuna sahip (120 ve 160 bitki/m²) sulu ve kuru arazi koşullarında değerlendirmişlerdir. Yıl ve sulama, hastalık şiddeti üzerinde en büyük etkiye sahipken, en yüksek SWM şiddeti 2013'te, ardından 2014 ve 2015'te sulama koşullarında meydana geldiğini bildirmişlerdir. Sulama altındaki BGM şiddetinin 2015'te en yüksek ve 2013'te en düşük olduğunu belirtirken, hastalık şiddetinin SWM'de daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Kuru alanlarda hastalık şiddetinin daha düşük olduğu buna karşın sulu alanlarda verim yüksek olurken hastalık şiddetinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Khan ve Singh (2022), Hindistan'da, Rajasthan eyaletinin 18 ilçesinde mercimek yetiştiriciliğinin yapıldığını ve mercimek *Fusarium* solgunluğu (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lentic*) hastalığının son yıllarda ürünü yetiştirmede sınırlayıcı olduğunu ve şiddetli bir şekilde ortaya çıktığını bildirmişlerdir. Rajasthan'ın 18 ilçesine ait 150 tohum örneğinin Standart Blotter Method (SBM) yöntemiyle, ön uygulamalı ve klor uygulamadan, 46 tohum örneği ise PDA besi yerinde tohumlardan izolasyonlar yoluyla gerçekleştirilmiştir. Blotter ve PDA testleri sonucunda, mercimek tohumlarından toplam 26 farklı türün izole edildiğini bildirmişlerdir.

Mahato ve ark. (2022), Hindistan'da mercimekte *Fusarium oxysporum* f. sp. *lentic*'in mücadelesine yönelik kimyasal, bitkisel ve biyolojik olmak üzere 9 farklı uygulamanın etkilerini araştırmışlardır. Bu uygulamalar; *Trichoderma viride* (4 gms/kg tohum), *Bacillus subtilis* (10 gms/kg tohum), *Pseudomonas fluorescens* (4 gm/kg tohum), soğan suyu özü (%10), Sarımsak (%10), Neem yaprağı ekstraktı (%10), propiconazol (%0.2), azoxystrobin (%0.2) ve kontrol uygulamasıdır. 30, 45 ve 60 günlük yapılan gözlemlerde hastalık şiddeti ayrı ayrı kaydedilmiştir. Hastalık çıkışı, en düşük propiconazole

uygulamasıyla elde edilirken, azoxystrobin ile eşit düzeyde bir etkinin elde edildiğini bildirmişlerdir. Çalışmanın 60. gününde yapılan değerlendirmede en düşük hastalık çıkışı propiconazole uygulamasından elde edilirken (%15.3), bunu sırasıyla azoxystrobin (%18.3), *T. viride* (%32.2), *P. fluorescens* (%39.9) ve *B. subtilis* (%43.1) uygulamaları izlemiştir. Bitki ekstraktları arasında ise en düşük hastalık çıkışı, sarımsak özü (%49.6) ile elde edilmiştir. Biyolojik preperat ve bitkiler söz konusu olduğunda, en iyi performansı *T. viride* (%56.4) ve sarımsak ekstraktı (%32.6) göstermiştir.



3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Tez çalışmasının ana materyalini Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü'nden temin edilen Fırat-87, Yerli Kırmızı, Seyran-96, Çağıl, Altıntoprak ve Tigris mercimek çeşitlerine ait tohumlar ile farklı firmalardan temin edilen, Maxim XL 035 FS (fludioxonil 25g + metalaxyl-M 10 g) ve Insure Perform (triticonazole 80g + pyraclostrobin 40g) kimyasal fungusitleri ile Serenade SC (*Bacillus subtilis* QST 713 ırkı, %1.34 min. 1×10^9 cfu/ml) biyolojik preparatı oluşturmuştur.

3.2. Yöntem

3.2.1. Sörvey Çalışmaları

Mercimekte görülen ve hastalığa neden olan toprak kökenli hastalık etmenlerinin belirlenmesi ve örneklenmesi amacı ile Diyarbakır, Şanlıurfa ve Mardin illerinde yer alan mercimek ekim alanlarında 2020-2021 üretim sezonunda fide (Şubat, Mart, Nisan) ile çiçeklenme ve kapsül oluşum (Nisan, Mayıs) dönemlerinde sörveyler gerçekleştirilmiştir. Örnek alma işlemi Bora ve Karaca (1970) tarafından önerilen tesadüfi örnekleme yöntemine göre yapılmıştır. Örneklemeler 3 ili temsil edecek şekilde, ilçeler düzeyinde ekiliş alanlarının %0.5'i esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Her bir tarladan kök ve kökboğazı çürüklüğü, gövde çürüklüğü ve solgunluk gibi gözle görülebilir belirtiler gösteren bitki örnekleri alınıp kese kâğıdına konularak ve üzerine, her bir örnek için tarlanın GPS koordinatları, yetiştiriciliği yapılan mercimek çeşidi ve önceki yıllarda yetiştirilen kültür bitkileri kaydedilmiştir. Diyarbakır, Şanlıurfa ve Mardin illerinde yer alan farklı üretim alanlarından alınan hastalıklı bitki örnekleri, saprofitik mikroorganizma gelişmesini önlemek için buz kabında muhafaza edilerek laboratuvara transfer edilmiştir. Hastalıklı bitki örnekleri, izolasyonlar yapılncaya kadar +4°C'de buzdolabında muhafaza edilmiştir.

Diyarbakır, Şanlıurfa ve Mardin illerine bağlı ilçelerinde mercimek üretim alanlarında yürütülen sörveyler kapsamında, fide ve çiçeklenme-kapsül bağlama dönemlerinde olmak üzere, ilk dönemde 127 ikinci dönemde ise 161 tarla incelenerek

hastalık belirtileri ve diğer faktörler yönünden değerlendirilmiş ve hastalık görülen tarlalardan örnekler alınarak (Şekil 3.1) izolasyon yapmak üzere laboratuvara getirilmiştir.



Şekil 3.1. Sörveylerde inceleme ve gözlemler sonrası toplanan mercimek bitki örnekleri

3.2.2. Fungal Etmenlerin İzolasyonu

Diyarbakır, Mardin ve Şanlıurfa illeri mercimek üretim alanlarında yapılan sörveyler sırasında hastalık belirtisi görülen bitkilerin kök, kökboğazı, dal ve gövdesinde hasta ve sağlam kısmı içerecek şekilde 4-5 mm uzunluğunda alınan parçalar (Şekil 3.2) musluk suyu altında birkaç kez yıkandıktan sonra %3'lük sodyum hipoklorit (NaOCl) çözeltisinde bir dakika süreyle yüzeysel olarak dezenfeksiyona tabi tutulmuştur.



Şekil 3.2. Hastalıklı olduklarından kuşkuylanılan mercimek bitki örneklerinden alınan lezyonlu ve nekrotik doku kesitleri

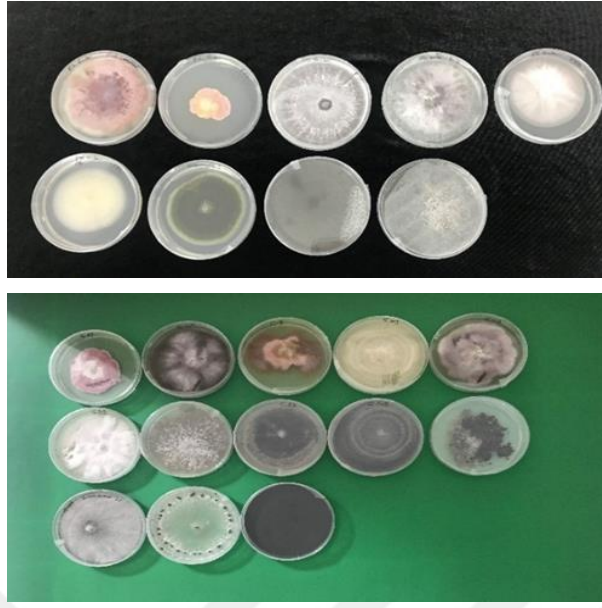
Daha sonra saf sudan geçirilip durulandıktan sonra steril kurutma kağıdında kurumaya bırakılan doku örnekleri, içerisinde PDA ve su agar besi ortamları bulunan 9 cm çaplı steril plastik Petri kaplarının her birine 4'er parça olacak şekilde aktarılmıştır. (Şekil 3.3). Bu işlem sırasında bakteriyel bulaşmaları önlemek besi ortamlarının içine streptomisin sülfat (500 mg/L) eklenmiştir. Ekimden sonra, Petri kapları, 24 ± 2 °C sıcaklığa ayarlı inkübatörde 12 saat aydınlık ve 12 saat karanlıkta 5-7 gün boyunca inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonucu gelişme gösteren fungal kolonilerin uç kısımlarından miselyal kitleler alınmış ve saf kültür elde etmek amacıyla PDA ortamı içeren 6 cm çaplı steril plastik Petri kaplarına aktarılmıştır. Saflaştırılan kültürler Tez çalışmasının diğer aşamalarında kullanılmak üzere +4°C'de buzdolabı koşullarında saklanmıştır.



Şekil 3.3. Bitki doku örneklerinin besiyerine aktarılması ve saflaştırma çalışmaları

3.2.3. Elde Edilen Fungus İzolatlarının Gruplandırılması

Diyarbakır, Mardin ve Şanlıurfa illerinde mercimek bitkilerinin fide döneminde 127 tarlada, çiçeklenme ve kapsül bağlama döneminde ise 161 tarladan alınan hastalıklı bitki örneklerinden izolasyonlar yapılmıştır. Elde edilen izolatların koloni rengi, şekli, koloni kenar özellikleri, stroma rengi ve spor özellikleri, eşeyli veya eşeysiz üreme şekilleri, dayanıklı yapıları gibi kültürel, morfolojik ve mikroskopik özellikleri, esas alınarak funguslar cins düzeyinde gruplandırmalar yapılmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Mercimek bitkilerinde fide ve çiçeklenme kapsül oluşum döneminde elde edilen farklı fungal kültürlerin PDA besiyerinde genel görünümü

3.2.4. Fungal Kültürlerin Moleküler Olarak Tanımlanması

3.2.4.1. DNA İzolasyonu

Mercimekten izole edilen toprak kökenli fungal hastalık etmenlerinin morfolojik tanı sonuçlarını doğrulamak ve kesin tür teşhislerini ortaya koymak için moleküler çalışmalar yapılmıştır. Bu amaçla,

PDA besi yerinde 5-7 gün boyunca geliştirilen fungal tek spor kültürlerinden Qiagen DNeasy Plant Mini Kit (Cat. No. 69106, Almanya) kullanılarak DNA izolasyonları gerçekleştirilmiştir. Bu işlem için izlenen aşamalar, aşağıda detaylı olarak verilmiştir.

1. PDA besi yerinden alınan yaklaşık 1 g fungus hifi hassas terazide tartıldıktan sonra sıvı azot yardımıyla ezilmiş ve bundan 0,1 g alınarak 1,5 ml'lik ependorf tüplere aktarılmıştır. Bunun üzerine 400 µl AP1 buffer ve 4 µl RNase A ilave edilerek, 65 °C'de 10 dk kuru blok ısıtıcıda inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra 130 µl AP2 buffer ilave edilmiş ve karıştırıldıktan sonra buzda 5 dk. tekrar inkübe edilmiştir.
2. İnkübasyondan sonra 14.000 rpm'de 5 dk santrifüj edilmiştir.

3. 2 ml'lik collection tüpüne pembe kolonlar (QIAshredder spin colon) yerleştirildikten sonra, karışım kolona aktarılmış ve 14.000 rpm'de 2 dk santrifüj edilmiştir.
4. AW1 bufferdan 1.5 hacim ilave edilmiş ve pellet, pipetaj ile iyice eritilmiştir.
5. Yeni collection tüpüne beyaz kolon (DNeasy Mini spin colon) yerleştirilmiştir. Kolona yaklaşık 650 µl olan sıvı eklendikten sonra, 8.000 rpm'de 1 dk santrifüj edilmiştir.
6. Beyaz kolona (DNeasy Mini spin colon) temiz bir collection tüpü yerleştirilmiştir. Üzerine 500 µl AW2 bufferdan ilave edilip, 14.000 rpm'de 1 dk santrifüj edilmiştir.
7. Collection tüpünde toplanan sıvı uzaklaştırılmış, 500 µl AW bufferdan ilave edildikten sonra 14.000 rpm'de 1 dk santrifüj edilmiştir.
8. Öte yandan yeni bir eppendorf tüpüne (1,5 ml'lik) kolon yerleştirilmiştir.
9. 100 µl AE bufferden ilave edilip 5 dk oda sıcaklığında inkübasyona bırakıldıktan sonra 8000 rpm'de 1 dk santrifüj edilmiştir.

Kolon atılmış ve eppendorf tüpün içinde toplanan 100 µl DNA solüsyonu, testler yapılınca kadar -20°C'de muhafaza edilmiştir.

Fungal DNA ekstraksiyonunun kalite ve miktar tayinleri için spektrofotometre (uDrop™ Plate, Thermo) kullanılmıştır. Fungal DNA ekstraktları 260 nm, 280 nm, 260 nm/280 nm ve 260 nm/230 nm değerlerinde ölçülmüş ve DNA konsantrasyonları ng/µl olarak belirlenmiştir.

DNA kalite ve miktarı iyi olan izolatlar seçilerek PCR aşamasına geçilmiştir. Mercimek bitkisinde olası fungal bitki patojenlerinin tür tanımlarında yürütülecek olan PCR işlemlerinde aşağıdaki evrensel primerler kullanılmıştır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. PCR işlemleri için kullanılan evrensel primerler

Hedef Gen veya bölge	Primer Adı	Primer Dizisi (5'-3')	Bağ. Sıc.	Literatür
Internal Transcribed Spacer (ITS)	ITS4 ITS6	TCCTCCGCTTATTGATATGC GAAGGTGAAGTCGTAACAAGG	55 °C	Cooke ve ark., 2000
Beta-tubulin (β-tub)	Bt2a Bt2b	GGTAACCAAATCGGTGCTGCTTTC ACCCTCAGTGTAGTGACCCTTGGC	56 °C	Glass ve Donaldson, 1995
Elongation factor (EF-1α)	EF 728 EF 926	CAT CGA GAA GTT CGA GAA GG TAC TTG AAG GAA CCC TTA CC	57.5 °C	Carbone ve ark., 1999

Elde edilen genomik DNA'ların farklı gen bölgeleri PCR yöntemi kullanılarak çoğaltılmıştır. PCR koşulları ve programı Camele ve ark. (2005)'e göre gerçekleştirilmiştir (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. PCR reaksiyon karışımının içerikleri ve miktarları

İçerik	1 reaksiyon
Steril H ₂ O	16,375 µl
10X PCR buffer	2,5 µl
MgCl ₂	2 µl
dNTP's	2 µl
Primerler F	0,5 µl
Primerler R	0,5 µl
Taq DNA polymerase	0.125 µl
Hedef DNA	1 µl
Toplam hacim	25 µl

PCR uygulaması her bir örnek için 25 µl olacak şekilde hazırlandıktan sonra PCR uygulama programı aşağıdaki gibi ayarlanmıştır (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3. PCR koşullarında sıcaklık döngüleri ve döngü sayısı

	Sıcaklık Döngüleri	Döngü Sayısı
PCR	94°C 3 dk	1
	94°C 30 dk	
	55-57.5°C 30 sn	40
	72°C 30 sn	
	72°C 10 dk	1

Elde edilen ampliconların dizileme işlemleri hizmet alımı yolu ile İstanbul Labosis Medikal Sistemleri San. Tic. Ltd. Şti.'nde gerçekleştirilmiştir. Firma tarafından gönderilen ampliconlara ait DNA nükleotid dizileri düzenlenmiş, NCBI (National Center for Biotechnology Information)-BLAST analizleri yapılmış ve gen bankasında yer alan izolatlar ile karşılaştırılarak moleküler tür teşhisleri yapılmıştır. BLAST analizleri sonucunda kesin tanısı yapılan ve farklı primerler ile aynı türe ait sonucu veren fungal izolatlar için, NCBI Gen Bankası kütüphanesinden erişim numaraları alınmıştır.

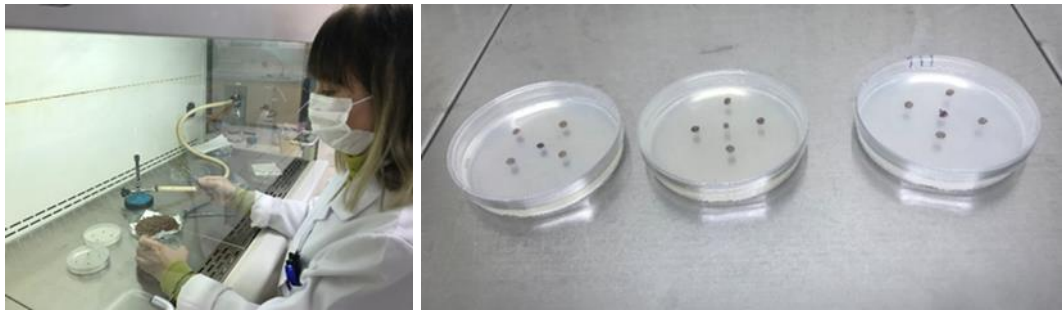
3.2.5. Ön Patojenisite Çalışmaları

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yaygın olarak yetiştirilen Seyran 96 kırmızı mercimek çeşidini kullanarak toplanan çok sayıdaki fungal izolatlar için ön virülenslik testi uygulanmıştır. Ayrıca denemede PDA besi yerini içeren 9 cm çapında steril plastik Petri kapları kullanılmıştır. Denemeler her bir Petri bir tekerrür olacak şekilde 3 tekrarlı olarak kurulmuş ve her Petri kabına 4 adet sağlıklı mercimek tohumu ekilmiştir. Ekimden önce mercimek tohumlarının yüzeysel dezenfeksiyonu gerçekleştirilmiştir. Bunun için mercimek tohumları %1'lik NaOCl içerisinde 3 dk. bekletildikten sonra 2 defa steril saf sudan geçirilmiş ve daha sonra kurutma kağıdı üzerinde 4 saat süreyle kurumaya bırakılmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Mercimek tohumlarının yüzeysel dezenfeksiyonu ve steril kurutma kağıdı üzerinde kurutulması

Ön patojenisite çalışmasında fide dönemine ait 65, çiçeklenme-kapsül oluşum dönemini temsilen 118 olmak üzere toplam 183 izolat kullanılmıştır. Fungal kültürler, daha önce PDA besi yerinde 5-7 gün geliştirilerek inokulum hazırlanmıştır. Bu amaçla bir mantar delici yardımıyla her bir izolata ait 4-5 mm çapındaki agar diskisi PDA besi ortamı içeren Petri kabının ortasına aktarılmıştır. Daha sonra fungal diskin etrafına eşit mesafede olacak şekilde 4 adet mercimek tohumu yerleştirilmiştir (Şekil 3.6). Bu işlemlerden sonra hem mercimek tohumlarının çimlenmesi hem de fungus gelişimi için Petri kapları 24 °C’de 7-10 gün süreyle inkubasyona bırakılmıştır.



Şekil 3.6. Petri kaplarına izolatlara ait fungal diskler ve mercimek tohumlarının aktarılması

Mercimek tohumları, 4. günden itibaren çimlenmeye başlamıştır. Ekimden 10 gün sonra tüm Petri kapları kontrol edilerek, tohumların hipokotillerinde oluşan lezyonlara bakılarak hasta-sağlam şeklinde sayım yapılmıştır (Şekil 3.7). Değerlendirme sonunda hastalık oranı hesaplanarak, izolatların virülenslik düzeyleri belirlenmiştir.



Şekil 3.7. Ön patojenisite denemesi sonucunda mercimek tohumlarının hipokotillerinde meydana gelen lezyonlar

3.2.6. Patojenisite Çalışmaları

Patojenisite çalışmalarında, sürveyler sonucunda elde edilen fungal izolatların virülenslik düzeyini belirlemek için bölgede ekimi yapılan ve toprak kaynaklı fungal hastalıklara karşı duyarlı olduğu bilinen Seyran 96 mercimek çeşidi kullanılmıştır. Denemelerde, fide ve çiçeklenme-kapsül bağlama döneminde elde edilen ve ön patojenisite testlerinde enfeksiyona neden olan farklı gruplara ait toplam 32 izolat kullanılmıştır (Çizelge 3.4 ve 3.5).

Çizelge 3.4. Mercimek bitkilerinin fide döneminde toplanan ve virülenslik testleri uygulanan fungal izolatlar ve elde edildiği lokasyonlar

İl	İlçe	Fungal Türler ve Grup Kodları	İzolat No
Şanlıurfa	Haliliye	<i>Fusarium redolens</i> (F5)	50
		<i>Alternaria alternata</i>	44
	Ceylanpınar	<i>Fusarium acuminatum</i> (F 2)	6
	Eyyübiye	<i>Fusarium acuminatum</i> (F 2)	52
		<i>Fusarium solani</i> (F 6)	52
	Suruç	<i>Alternaria alternata</i>	79
Mardin	Mazıdağ	<i>Fusarium oxysporum</i> (F 4)	13
		<i>Fusarium solani</i> (F 2)	14
	Kızıltepe	<i>Alternaria alternata</i>	23
	Artuklu	<i>Fusarium oxysporum</i> (F 3)	30
		<i>Fusarium redolens</i> (F 4)	31
	Midyat	<i>Alternaria chlamydosporigena</i> (B)	57
Diyarbakır	Sur	<i>Alternaria alternata</i> (A)	29
		<i>Fusarium oxysporum</i> (F 3)	29
Toplam			14

Çizelge 3.5. Mercimek bitkilerinin çiçeklenme-kapsül bağlama döneminde toplanan ve virülenslik testleri uygulanan fungal izolatlar ve elde edildiği lokasyonlar

İl	İlçe	Fungal Türler ve Grup Kodları	İzolat No
Şanlıurfa	Haliliye	<i>Rhizoctonia solani</i> (C12)	93
		<i>Sclerotium</i> sp.(Ç11)	108
	Hilvan	<i>Fusarium acuminatum</i> (Ç 2)	112
		<i>Fusarium culmorum</i> (Ç 3)	111
	Viranşehir	<i>Fusarium redolens</i> (Ç 6)	78
		<i>Fusarium redolens</i> (Ç 1)	84
	Suruç	<i>Fusarium acuminatum</i> (Ç 1)	58
	Siverek	<i>Fusarium acuminatum</i> (Ç 2)	11
	Bismil	<i>Fusarium acuminatum</i> (Ç 3)	126
		<i>Macrophomina phaseolina</i> (Ç 13)	132
Diyarbakır	Silvan	<i>Fusarium solani</i> (Ç 1)	135
		<i>Fusarium oxysporum</i> (Ç 2)	140
		<i>Fusarium acuminatum</i> (Ç 3)	18
		<i>Fusarium oxysporum</i> (Ç 4)	134
	Ergani	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Ç 14)	151
	Sur	<i>Fusarium redolens</i> (Ç 6)	93
	Çınar	<i>Botrytis cinerea</i> (Ç 7)	146
Mardin	Artuklu	<i>Fusarium acuminatum</i> (Ç 1)	61
Toplam			18

Mercimekte kök ve kökboğazı çürüklüğüne neden olan funguslar (*Fusarium redolens*, *Fusarium solani*, *Fusarium acuminatum*, *Macrophomina phaseolina*, *Rhizoctonia solani*) için yüzey sterilizasyonu yapılmış Seyran 96 kırmızı mercimek tohumları kullanılmıştır (Öğüt, 2015). Tohumlar, %1'lik NaOCl çözeltisi içerisinde 3 dakika süreyle yüzeysel dezenfeksiyona tabi tutulduktan sonra, 2 defa steril saf sudan geçirilmiştir. Bu arada steril kurutma kağıtları içeren Petri kapları (9 cm çapında) 15-20 ml steril saf su ilavesi ile nemlendirilmiştir. Nemlendirilmiş kurutma kağıtlarının üzerine dezenfekte edilmiş olan mercimek tohumları yerleştirilerek, 18°C'ye ayarlanmış inkubatör içerisinde 12 saat aydınlık ve 12 saat karanlık koşullarda çimlenmeye bırakılmıştır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Nemlendirilmiş kurutma kağıtları içeren Petri kapları içerisinde çimlenmiş olan mercimek tohumları

Tohumların çimlendirme işleminden sonra, tek spor kültürleri kullanılarak, PDA besi yeri üzerinde geliştirilen fungal izolatlardan her biri için ayrı ayrı konidi ve miselyumdan oluşan inokulum süspansiyonu hazırlanmıştır. İnokulum süspansiyonları 2 kat tülbentten geçirildikten sonra mikroskop altında Thoma lamı (Hemositometre) yardımıyla 1×10^6 konidi/ml yoğunlukta olacak şekilde her izolat için 20 ml'lik inokulum süspansiyonu hazırlanmıştır. Hazırlanan bu inokulum süspansiyonları, Petri kaplarında çimlendirilen mercimek tohumlarına uygulanarak fungal inokulasyonlar gerçekleştirilmiştir (Onan, 1987; Eğerci, 2019). İnokulasyon ve enfeksiyon aşamalarının başarı ile gerçekleşmesi için inokule edilmiş olan tohumlar, 24 saat süreyle 18 °C'de inkübatörde gelişmeye bırakıldıktan sonra, saksılarda ekim işlemi gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.9).



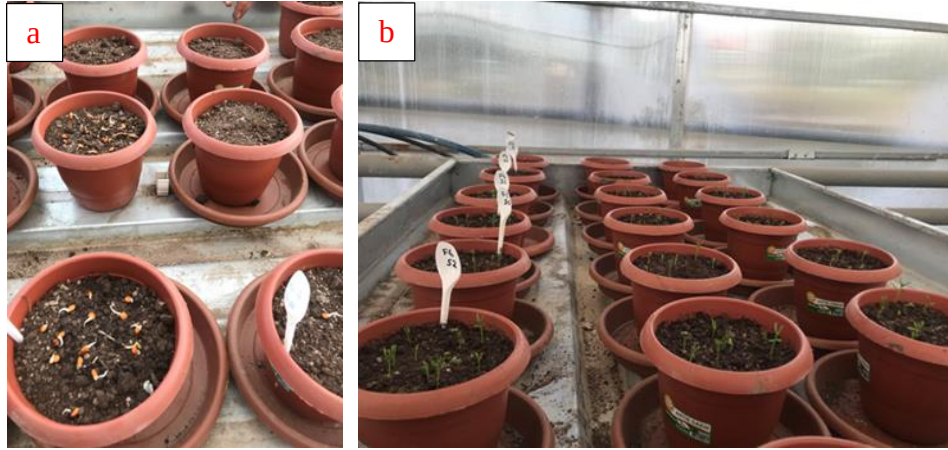
Şekil 3.9. Fungal inokulumlar ile inokule edilen mercimek tohumlarının inkubasyon süreci

Denemeler, Diyarbakır Zirai Mucadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü sera koşullarında saksı çalışması şeklinde, tesadüf parselleri deneme desenine göre her bir saksı bir tekerrür olacak şekilde 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denemelerde, dere kumu, torf ve bahçe toprağından (1:1:2, v/v/v) oluşan harç, etüvde 121 °C’de 180 dakika süreyle steril edildikten sonra plastik saksılara (21 cm çaplı) aktarılmıştır.

Steril toprak ile 2/3 oranında doldurulan saksıların her birine 15 adet çimlendirilmiş ve inokule edilmiş mercimek tohumları ekilmiştir (Şekil 3.10). Ekimden sonra tohumların üzeri 2-3 cm kalınlığında steril toprak ile kapatılmış ve ekimden hemen sonra saksılara su verilmiştir.

Mercimekte gövde çürüklüğüne neden olan *Sclerotinia sclerotiorum*’un virülenslik denemesi için saksıda yetiştirilen bitkiler 10-15 cm boylandıktan sonra, hazırlanmış olan miselyal süspansiyon bitkilerin kökboğazı üzerindeki 10 cm’lik gövde kısmına püskürtülmüştür. Bu işlem 10’ar gün arayla 3 kez tekrarlanmıştır. İnokulasyon işleminden sonra bitkilerin üzeri, polietilen torbalar ile kapatılarak 6 hafta süreyle inkubasyona bırakılmıştır.

Patojenisite testleri süresince değerlendirme yapılmaya kadar bitkilerin normal bakım işlemleri sürdürülmüştür.



Şekil 3.10. Saksılara tohum ekimi (a) ve çimlenen tohumlar (b)

İnokulasyondan 4 hafta sonra *F. redolens*, *F. solani*, *F. acuminatum*, *M. phaseolina* ve *R. solani* ile inokule edilen tüm bitkiler sökülerek 0-5 skalasına göre değerlendirilmiştir (Çizelge 3.6).

Çizelge 3.6. Mercimek bitkilerinde kök ve kökboğazı çürüklüğü enfeksiyonlarını değerlendirmek için kullanılan 0-5 skalası

Skala Değeri	Enfeksiyon Tanımı
0	Sağlıklı bitki
1	Bitki kökboğazında 1-5 mm uzunluğunda lezyon
2	Bitki kökboğazında 6-15 mm uzunluğunda lezyon
3	Bitki kökboğazında 16-30 mm uzunluğunda lezyon
4	Bitki kökboğazında 31-50 mm uzunluğunda lezyon
5	Bitki kökboğazında 51 mm'den fazla lezyon

İnokulasyondan 6 hafta sonra ise *S. sclerotiorum* ile inokule edilen tüm bitkiler gövde çürüklüğü hastalık belirtilerine göre modifiye edilmiş, 0-5 skalasına göre değerlendirilmiştir (Çizelge 3.7).

Çizelge 3.7. Mercimek bitkilerinde Sclerotinia gövde çürüklüğü enfeksiyonlarını değerlendirmek için kullanılan 0-5 skalası

Skala Değeri	Enfeksiyon Tanımı
0	Sağlıklı bitki
1	Bitki gövdesinde 1-10 mm uzunluğunda lezyonlar
2	Bitki gövdesinde 11-25 mm uzunluğunda lezyonlar
3	Bitki gövdesinde 26-40 mm uzunluğunda lezyonlar
4	Bitki gövdesinde 41-60 mm uzunluğunda lezyonlar
5	Bitki gövdesinde 61-80 mm uzunluğunda lezyonlar

Patojenisite denemeleri sonucunda yukarıda verilen skala değerleri üzerinden bitkilerde meydana gelen hastalık şiddeti değeri, aşağıdaki indeks formülü yardımıyla indeks değerleri şeklinde hesaplanmıştır (Karman, 1971).

$$\text{Hastalık İndeks Değeri} = [(n \times 0) + (n \times 1) + (n \times 2) + \dots + (n \times 5)] N^{-1}$$

n: Her bir skala değerine (0-5) giren bitki sayısı

N: Toplam gözlem yapılan bitki sayısı

3.2.7. Mercimek Çeşitlerinin Seçilen Fungal Türlerle Karşı Reaksiyonları

Çalışmanın bu aşamasında, Fırat-87, Yerli Kırmızı, Seyran-96, Çağıl, Tigris ve Altıntoprak kırmızı mercimek çeşitleri ile *Fusarium redolens*, *Fusarium solani*, *Fusarium acuminatum*, *Macrophomina phaseolina*, *Rhizoctonia solani* ve *Sclerotinia sclerotiorum* fungal etmenlerine ait birer izolat kullanılmıştır.

3.2.7.1. Mercimek Tohumlarının Petri Kaplarında Çimlendirilmesi

Çeşit reaksiyon çalışmalarında kullanılan mercimek tohumlarının petri kaplarında çimlendirilme işlemi, 3.1.6. Patojenisite Testleri Bölüm'ünde belirtildiği şekilde yapılmıştır.

3.2.7.2. Çimlendirilmiş Mercimek Tohumlarına Fungal İnokulasyonlar

Çeşit reaksiyon çalışmalarında kullanılan mercimek tohumlarına fungal inokulasyon işlemi, 3.1.6. Patojenisite Testleri Bölüm'ünde belirtildiği şekilde *F. redolens*, *F. solani*, *F. acuminatum*, *M. phaseolina* ve *R. solani* fungusları için tohum inokulasyonu, *S. sclerotiorum* için gövde inokulasyonu yapılmıştır.

3.2.7.3. Sera Koşullarında Saksı Denemelerinin Kurulması

Çeşit reaksiyon denemeleri, Diyarbakır Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü bünyesinde bulunan sera koşullarında tesadüf parselleri deneme desenine göre saksı denemesi şeklinde, her bir saksı bir tekerrür olacak şekilde 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Toprak harcı hazırlanışı, toprak sterilizasyonu, kullanılan tohum miktarı, inokulasyon yöntemi, inokulum miktarı ve kullanılan hastalık değerlendirme skalaları 3.1.6. Patojenisite Testleri Bölüm'ünde belirtildiği şekilde yapılmıştır.

3.2.8. Seçilmiş Bazı Fungisitlerin Sera Koşullarında Mercimekte Toprak Kaynaklı Önemli Fungal Patojenlere Karşı Etkinlikleri

İlaç denemelerinde çeşit reaksiyon denemelerinde olduğu gibi bu aşamada *Fusarium redolens*, *Fusarium solani*, *Fusarium acuminatum*, *Macrophomina phaseolina*, *Rhizoctonia solani* ve *Sclerotinia sclerotiorum*'dan oluşan 6 adet fungus izolatu, 2 adet kimyasal ve bir adet biyolojik olmak üzere 3 farklı fungisit ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yaygın olarak yetiştirilen Seyran 96 mercimek çeşidi kullanılmıştır.

3.2.8.1. Fungal İnokulumların Hazırlanması

Farklı fungal türlere ait inokulumları hazırlamak için cam kavanozlar (1 L) içerisine yerleştirilen buğday besi ortamı [buğday (200 g) buğday + patates suyu (150 ml) + glikoz (20 g)] kullanılmıştır. Bu besi ortamı otoklavda steril edilip bekletildikten sonra PDA besi yerinde 22 ± 24 °C’de 7-10 gün boyunca gelişen fungus kültürlerinden alınan agar diskleri ile inokule edilmiştir. İnokule edilen cam kavanozlardaki besi ortamında fungusların gelişimini sağlamak için 24 ± 2 °C’deki inkübatör içerisinde 12 saat aydınlık ve 12 saat karanlık ortamda 2 hafta boyunca inkübasyona bırakılmıştır (Şekil 3.11)



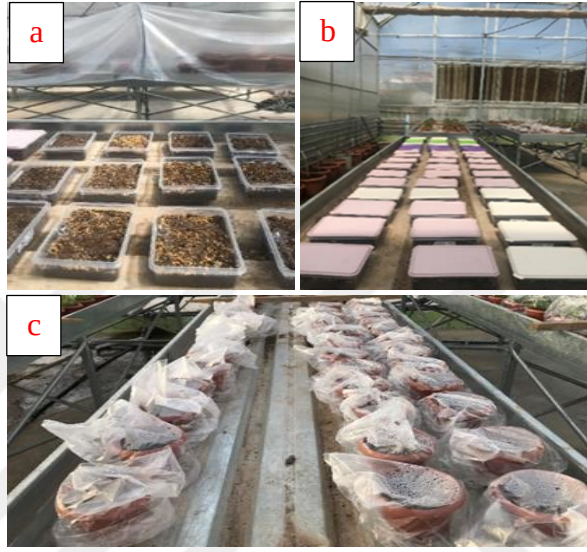
Şekil 3.11. Buğday besi yeri üzerinde inkube edilen farklı türlere ait gelişen fungus kültürleri

3.2.8.2. Plastik Kaplar ve Saksı Toprağına Buğday İnokulumunun Karıştırılması

Çalışmanın bu aşamasında dikdörtgen plastik saklama kapları (15 x 7 x 20) ve plastik saksılar (10 x 5 x 30) kullanılmıştır (Şekil 3.12). *F. redolens*, *F. solani*, *F. acuminatum*, *M. phaesolina* ve *R. solani* etmenlerinin değerlendirmeleri kök ve kök boğazı lezyonlarına göre yapıldığı için 10 cm derinliğindeki plastik kaplar tercih edilmiştir. *S. sclerotiorum* değerlendirmesinde ise hastalık belirtileri gövde ve yeşil aksamda meydana geldiğinden dolayı bitki gelişiminin çiçeklenme süresine kadar devam etmesi sebebiyle 21 cm çaplı plastik saksılar kullanılmıştır.

Denemelerde kullanılan, dere kumu, torf ve bahçe toprağı (1:1:2) karışımı, etüvde 121 °C’de 180 dakika süreyle steril edildikten sonra 10 cm derinliğindeki plastik kaplara ve 21 cm çaplı plastik saksılara doldurulmuştur.

Fungusların buğday besi ortamı içerisinde gelişiminden sonra bir spatül yardımıyla inokulum parçalanmıştır. Hazırlanan inokulum her bir saksıya ve her bir plastik kaba 100 g olacak şekilde saksı toprağının 2-3 cm derinliğine karıştırıldıktan sonra 250 ml saf su ile sulanmıştır. Plastik kapların üzeri her kabın kendi kapağıyla kapatılmış ve plastik saksıların üzerleri ise temiz polietilen poşetlerle kapatılarak 7 gün boyunca 24 °C’de inkubasyona bırakılarak fungusların toprakta gelişmesi ve kolonize olması sağlanmıştır (3.12).



Şekil 3.12. Toprağa buğday besi ortamında geliştirilen fungal inokulumun karıştırılması (a), inokulasyon sonrası kapakları kapatılan plastik kaplar (b), inokulum için polietilen torbalarla kapatılan saksılar (c)

3.2.8.3. Tohumların Fungisitlerle Muamele Edilmesi

Mercimek alanlarında bitkilerde patojen olduğu tespit edilen fungal türlere karşı bir biyolojik ve iki kimyasaldan oluşan 3 preparatın biyolojik etkinliği sera koşullarında araştırılmıştır (Çizelge 3.8)

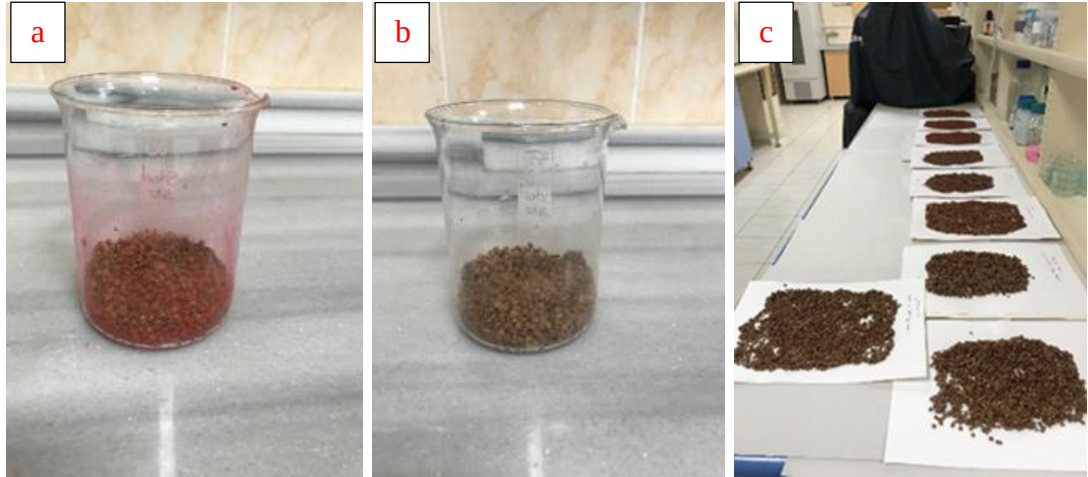
Çizelge 3.8. Denemede kullanılan preparatlar, etkili madde miktarı ve uygulama dozları

Etkili Madde Adı ve Miktarı	Ticari Adı ve Formülasyonu	Firma Adı	Uygulama Dozları (ml/100 kg tohum)
Fludioxonil (25g) + metalaxyl-M (10 g)	Maxim XL 035 FS	Syngenta	150 200* (ruhsatlı doz), 250
Triticonazole (80g) + pyraclostrobin (40g)	Insure Perform FS	BASF	25 50* (ruhsatlı doz) 75
Bacillus subtilis QST 713 ırkı (% 1,34 min. 1x10 ⁹ cfu/ml)	Serenade SC	Bayer Crop Science	250 300* (ruhsatlı doz) 350

* Farklı kültür bitkilerinde ruhsatlı dozlar

Her bir ilaç 3 farklı doz şeklinde uygulanmıştır. Ruhsatlı dozun yanı sıra bir alt ve bir üst doz kullanılmıştır.

Her bir ilaç için ayrı ayrı hazırlanan ilaç solüsyonundan 1 ml alınarak 100 g mercimek tohumunun üzerine eklenmiştir. İlaç dağılımının iyi olması için 1 ml steril saf su eklendikten sonra bir spatül yardımıyla 80-100 kez karıştırılmıştır. Daha sonra tohumlar steril kurutma kağıdının üzerine serilerek laboratuvar koşullarında 24 °C’de kurumaya bırakılmıştır (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. İlaçlanan tohumlar (a,b,), İlaçlı tohumların steril kurutma kağıdı üzerinde kurutulması (c)

3.2.8.4. İlaçlı Tohumların Plastik Kaplara ve Saksılara Ekimi

F. redolens, *F. solani*, *F. acuminatum*, *M. phaseolina* ve *R. solani* izolatlarının ilaçlı mercimek tohumlarının ekimi 10 cm derinliğindeki plastik kaplara, *S. sclerotiorum* izolatının ilaçlı tohumu ise 21 cm çapındaki plastik saksılarda yapılmıştır.

İlaç denemeleri 3 tekerrür olarak kurulmuştur. *S. sclerotiorum* için her bir saksı bir tekerrür olarak alınmıştır. Diğer funguslar için ise bir plastik kapta her bir ilaç dozu için üç tekerrür olacak şekilde ilaçlı tohumların ekimi gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Fungusitlerle muamele edilmiş olan mercimek tohumların plastik küvetlere (a) ve saksılara (b) ekimi işlemi

3.2.9. Değerlendirme

Patojenisite, çeşit reaksiyonu ve ilaç denemelerinde elde edilen verilerin değerlendirilmeleri yapılarak istatistik analizleri gerçekleştirilmiştir. Her bir hastalık etmeni için hesaplanan hastalık indeks değerleri üzerinden SPSS v11 istatistiksel yazılım programı ile varyans analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen ortalama değerler, Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ($p \leq 0.05$) ile karşılaştırılmıştır ve Tawsend Heuberger formülü kullanılarak yüzde hastalık indeksi hesaplanmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Sörvey Çalışmaları

Ülkemizde kırmızı mercimek bitkisinin yaygın olarak yetiştirildiği, Diyarbakır, Mardin ve Şanlıurfa illerindeki, üretim alanlarında toprak kökenli fungal patojenlerin neden olduğu kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalıklarının yaygınlığını, hastalık oranlarını ve etmenlerini belirlenmek amacıyla, bölgede mercimek yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı Diyarbakır'a bağlı 8, Şanlıurfa'ya ait 8 ve Mardin'e bağlı 7 ilçede incelemeler yapılmıştır. Sörvey sonucunda kök ve kökboğazı çürüklüğü belirtileri yönünden fide döneminde (Şubat, Mart, Nisan) 127, çiçeklenme ve kapsül oluşum döneminde (Nisan, Mayıs) ise 161 tarla değerlendirilerek örneklemeler yapılmıştır (Çizelge 4.1 ve 4.2).

Çizelge 4.1. Diyarbakır, Şanlıurfa ve Mardin illerinde fide döneminde sörvey yapılan mercimek ekim alanları, incelenen tarla sayıları ve hastalıklı tarla sayıları

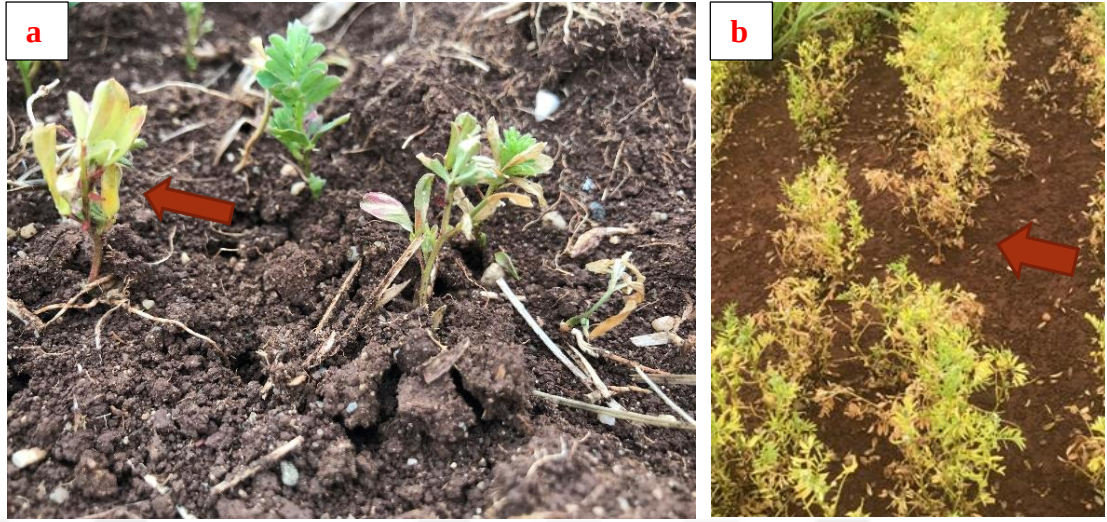
İller	İlçeler	Sörvey Yapılan Alan (da)	İncelenen Tarla Sayısı	Hastalıklı Tarla Sayısı
Diyarbakır	Bağlar	150	2	0
	Bismil	2.240	16	3
	Çermik	75	2	0
	Çınar	700	4	2
	Ergani	285	5	4
	Kocaköy	150	2	0
	Silvan	700	6	2
	Sur	1.230	6	2
Toplam		5.530	43	13
Şanlıurfa	Ceylanpınar	500	2	1
	Eyyübiye	310	3	2
	Haliliye	615	8	8
	Hilvan	1.515	14	10
	Karaköprü	255	4	1
	Siverek	450	6	2
	Suruç	500	9	6
	Viranşehir	400	5	3
Toplam		4.545	51	33
Mardin	Artuklu	530	5	5
	Derik	700	6	3
	Kızıltepe	510	3	3
	Mazıdağ	1.180	7	4
	Midyat	205	5	1
	Nusaybin	280	5	4
	Savur	80	2	1
Toplam		3.485	33	21
Genel Toplam		13.560	127	67

Fide ve çiçeklenme kapsül oluşum döneminde sörvey yapılan toplam 288 tarlanın 136'sında (%47.2) fungal kökenli etmenler saptanmıştır. Hastalıklı tarlaların dağılımı incelendiğinde yaygınlık (%), en yüksek %62.2 (60 tarla) ile Şanlıurfa'da belirlenirken bunu, %39.4 (41 tarla) ile Diyarbakır ve %56.9 (33 tarla) ile Mardin izlemiştir.

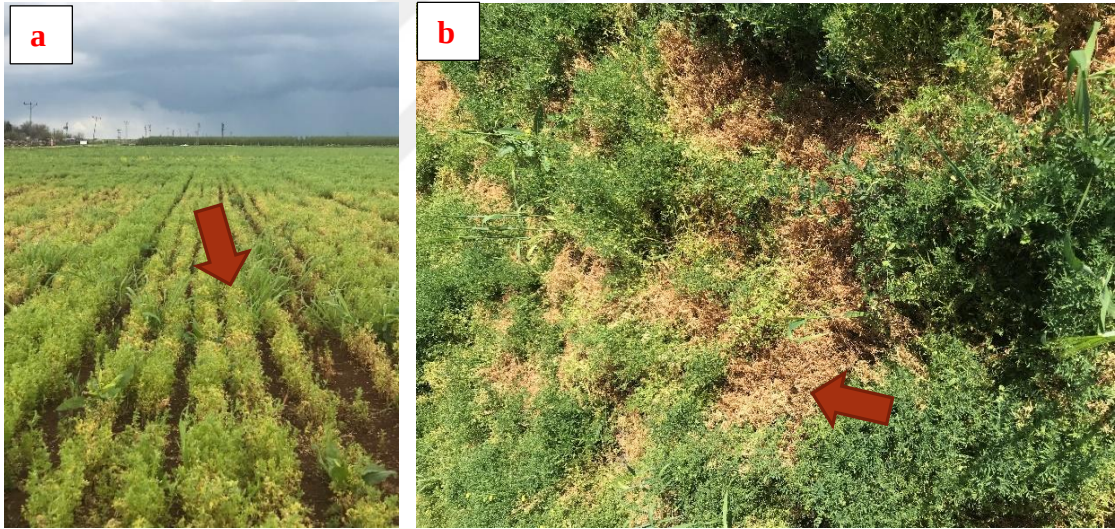
Çizelge 4.2. Diyarbakır, Şanlıurfa ve Mardin illerinde çiçeklenme kapsül oluşum döneminde sörvey yapılan mercimek ekim alanları, incelenen tarla sayıları ve hastalıklı tarla sayıları

İller	İlçeler	Sörvey Yapılan Alan (da)	İncelenen Tarla Sayısı	Hastalıklı Tarla Sayısı
Diyarbakır	Bağlar	120	2	0
	Bismil	990	9	2
	Çermik	75	2	0
	Çınar	485	8	3
	Ergani	995	16	7
	Kocaköy	140	2	1
	Silvan	1.760	21	12
	Sur	890	13	3
Toplam		5.455	73	28
Şanlıurfa	Ceylanpınar	380	3	1
	Eyyübiye	360	3	0
	Haliliye	505	7	3
	Hilvan	830	9	4
	Karaköprü	210	2	0
	Siverek	1.540	21	13
	Suruç	345	7	1
	Viranşehir	700	9	7
Toplam		4.870	61	29
Mardin	Artuklu	255	5	2
	Derik	120	3	1
	Kızıltepe	105	2	1
	Mazıdağ	130	2	1
	Midyat	975	11	7
	Nusaybin	125	2	0
	Savur	100	2	0
Toplam		1.810	27	12
Genel Toplam		12.135	161	69

Örneklerin elde edildiği Diyarbakır, Mardin ve Şanlıurfa illerinin farklı lokasyonlarındaki mercimek bitkilerinde makroskobik olarak genellikle kök ve kök boğazında kahverengi-siyah lezyonların meydana geldiği, yapraklarda ve bitki genelinde sararmaların olduğu, özellikle çiçeklenme dönemine gelen bitkilerde hastalığa bağlı olarak solma, sararma gibi lezyonlar ile yatmaların meydana geldiği gözlenmiştir (Şekil 4.1 ve 4.2).



Şekil 4.1. Fide döneminde mercimek yaprak ve dallarında meydana gelen sararma ve kurumalar (a, b)



Şekil 4.2. Çiçeklenme döneminde mercimek bitkilerinde oluşan genel solgunluk (a) ve gövdelerde kurumalar (a ve b)

Diyarbakır, Mardin ve Şanlıurfa’da mercimek ekim alanlarında yapılan sörveylerde fide ve çiçeklenme kapsül oluşum dönemlerinde belirlenen hastalık oranları Çizelge 4.3 ve 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Diyarbakır, Şanlıurfa ve Mardin illerinde fide döneminde, belirlenen kök ve kökboğazı çürüklüğü hastalık oranı (%) ve yaygınlık oranı (%)

İl	İlçe	İncelenen Tarla Sayısı	Hastalıklı Tarla Sayısı	Hastalık Oranı (%)	Yaygınlık Oranı (%)
Diyarbakır	Bağlar	2	0	0.0	0.0
	Bismil	16	3	28.0	18.7
	Çermik	2	0	0.0	0.0
	Çınar	4	2	23.0	50.0
	Ergani	5	4	22.8	80.0
	Kocaköy	2	0	0.0	0.0
	Silvan	6	2	17.7	33.3
	Sur	6	2	7.0	33.3
Toplam		43	13		
Ortalama				12.3	26.9
Şanlıurfa	Ceylanpınar	2	1	41.4	50.0
	Eyyübiye	3	2	53.1	66.6
	Haliliye	8	8	13.3	100.0
	Hilvan	14	10	21.6	71.4
	Karaköprü	4	1	2.7	25.0
	Siverek	6	2	25.0	33.3
	Suruç	9	6	20.7	66.6
	Viranşehir	5	3	22.0	60.0
Toplam		51	33		
Ortalama				24.9	59.1
Mardin	Artuklu	5	5	37.4	100.0
	Derik	6	3	37.0	50.0
	Kızıltepe	3	3	35.3	100.0
	Mazıdağı	7	4	24.0	57.1
	Midyat	5	1	22.8	20.0
	Nusaybin	5	4	17.7	80.0
	Savur	2	1	8.0	50.0
Toplam		33	21		
Ortalama				26.0	65.3
Genel Toplam		127	67		
Genel Ortalama				21.0	50.4

Çizelge 4.3’de görüleceği gibi mercimek alanlarında fide döneminde tespit edilen en yüksek kök kökboğazı çürüklüğü hastalık oranı Diyarbakır Bismil’de %28, en düşük oran ise Sur’da %7 olarak tespit edilirken Bağlar, Çermik ve Kocaköy ilçelerinde hastalık tespit edilmemiştir. Şanlıurfa’da en yüksek hastalık oranı Eyyübiye’de %53.1, en düşük hastalık oranı ise Haliliye’de %13.3 olarak tespit edilmiştir. Mardin ilinin Artuklu

ilçesinde en yüksek hastalık oranı %37.4, en düşük hastalık oranı ise Savur ilçesinde %8 oranında tespit edilmiştir. Fide döneminde Diyarbakır, Şanlıurfa ve Mardin'in ortalama hastalık oranları sırasıyla %12.3, %24.9 ve %26 olarak belirlenmiştir. Aynı sıraya göre illerin ortalama hastalık yaygınlık oranları ise sırasıyla %26.9, %59.1 ve %65.3 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Diyarbakır, Şanlıurfa ve Mardin illerinde çiçeklenme kapsül oluşum döneminde, belirlenen mercimek kök ve kökboğazı çürüklüğü hastalık oranı (%) ve yaygınlık oranı (%)

İl	İlçe	İncelenen Tarla Sayısı	Hastalıklı Tarla Sayısı	Hastalık Oranı (%)	Yaygınlık Oranı (%)
Diyarbakır	Bağlar	2	0	0.0	0.0
	Bismil	9	2	16.3	22.2
	Çermik	2	0	0.0	0.0
	Çınar	8	3	44.2	37.5
	Ergani	16	7	21.3	43.7
	Kocaköy	2	1	9.5	50.0
	Silvan	21	12	24.2	57.1
	Sur	13	3	28.8	23.0
Toplam		73	28		
Ortalama				18.0	29.2
Şanlıurfa	Ceylanpınar	3	1	9.2	33.3
	Eyyübiye	3	0	0.0	0.0
	Haliliye	7	3	22.8	42.8
	Hilvan	9	4	15.9	44.4
	Karaköprü	2	0	0.0	0.0
	Siverek	21	13	10.9	61.9
	Suruç	7	1	2.8	14.2
	Viranşehir	9	7	41.3	77.7
Toplam		61	29		
Ortalama				12.8	34.2
Mardin	Artuklu	5	2	40.0	40.0
	Derik	3	1	3.4	33.3
	Kızıltepe	2	1	11.1	50.0
	Mazıdağı	2	1	11.6	50.0
	Midyat	11	7	57.2	63.6
	Nusaybin	2	0	0.0	0.0
	Savur	2	0	0.0	0.0
Toplam		27	12		
Ortalama				17.6	33.8
Genel Toplam		161	69		
Genel Ortalama				16.1	32.4

Çizelge 4.4 incelendiğinde görüleceği gibi mercimek alanlarında çiçeklenme kapsül oluşum döneminde tespit edilen en yüksek kök ve kökboğazı hastalık oranı Diyarbakır'ın Çınar ilçesinde %44.2, en düşük oran ise Kocaköy'de %9.5 tespit edilirken Bağlar ve Çermik ilçelerinde ise hastalık tespit edilmemiştir. Şanlıurfa'da en yüksek hastalık oranı Viranşehir ilçesinde %41.3, en düşük hastalık oranı Suruç'da %2.8 olarak tespit edilirken Eyyübiye ve Karaköprü ilçelerinde hastalık tespit edilmemiştir. Mardin'de en yüksek hastalık oranı Midyat ilçesinde %57.2, en düşük hastalık oranı ise Derik ilçesinde %3.4 oranında saptanırken Nusaybin ve Savur ilçelerinde hastalık tespit edilmemiştir. Çiçeklenme kapsül oluşum döneminde Diyarbakır, Şanlıurfa ve Mardin'in ortalama hastalık oranları sırasıyla %18.0, %12.8 ve %17.6 olarak saptanmıştır. Aynı sıraya göre illerin ortalama hastalık yaygınlık oranları ise sırasıyla %29.2, %34.2 ve %33.8 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.3 ve 4.4 incelendiğinde anlaşılabileceği gibi sörvey yapılan il ve ilçelerin hastalık oranları farklılık göstermiştir. Aynı farklılık fide dönemi ile çiçeklenme kapsül oluşum dönemleri arasında da görülmektedir. Fide döneminde Diyarbakır'da kök ve kökboğazı hastalık oranı %12.3 iken Mardin'de %26.0 olarak bulunmuştur. Şanlıurfa'da fide döneminde hastalık oranı %24.9 iken çiçeklenme kapsül oluşum döneminde %12.8 olarak saptanmıştır.

Fide döneminde Diyarbakır'ın Bağlar, Çermik ve Kocaköy ilçelerinde, çiçeklenme kapsül oluşum döneminde ise Diyarbakır'ın Bağlar ve Çermik, Mardin'in Nusaybin ve Savur ile Şanlıurfa'nın Eyyübiye ve Karaköprü ilçelerinde incelenen tarlalarda hastalık saptanmamıştır. Diğer taraftan fide döneminde en yüksek hastalık oranı Şanlıurfa'nın Eyyübiye (%53.1) ve Ceylanpınar (%41.4) ilçelerinde, çiçeklenme ve kapsül oluşum döneminde ise Mardin'in Midyat (%57.2) ve Diyarbakır'ın Çınar (%44.2) ilçesinde belirlenmiştir.

Toprak patojenlerinin bitkilerde hastalık oluşturmalarını etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörlerin başında münavebe, kullanılan tohumun çeşidi, yağış, toprak nemi ve sıcaklığı, toprağın yapısı ve besin içeriği, organik madde miktarı ve mikroorganizma popülasyonu gelmektedir. Özellikle uzun süreli uygun bir münavebe sisteminin uygulandığı alan ve tarlalarda hastalık ya görülmemekte ya da düşük düzeyde ortaya çıkmaktadır. Aksi durumda ise hastalık daha yüksek oranda ve her zaman ortaya çıkmaktadır. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde mercimek kuru alanlarda susuz olarak

yetiştirilmekte ve genellikle buğday ve arpa ile dönüşümlü münavebe sistemi uygulanmaktadır. Mercimek hasadı makine ile yapıldığından dolayı tohum kayıpları yaşanmaktadır. Bu gibi alanlarda ertesi yıl hububat yetiştirildiği halde, daha önce ekili alana dökülmüş olan mercimek tohumları çimlenerek hububat tarlasında kendiliğinden gelişmektedir. Böylece mercimekte hastalık yapan toprak patojenleri sürekli olarak konukçu bulmakta ve yaşamlarını sürdürebilmektedirler. Bu gibi alanlarda söz konusu etmenler daha çok görülmekte ve zarar yapmaktadır. Mercimekte kök ve kökboğazı çürüklüğü hastalığına neden *Fusarium acuminatum*, *F. culmorum*, *F. oxysporum*, *F. redolens*, *F. solani* gibi bazı fungusların aynı şekilde buğdayda enfeksiyonlara neden olduğu kaydedilmektedir (Ünal ve ark., 2012).

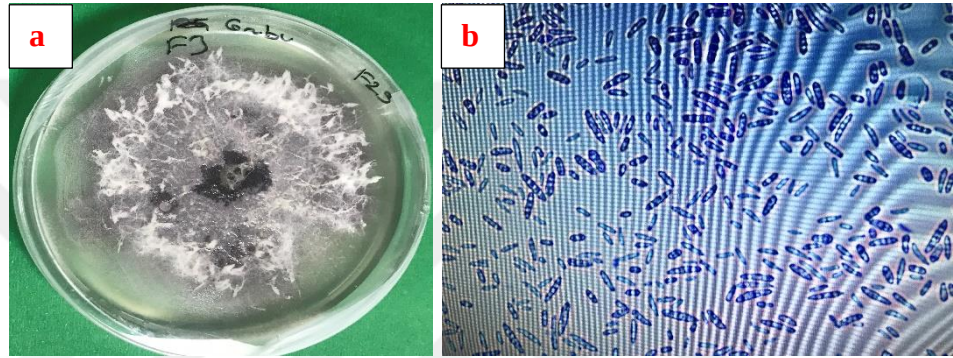
Gerek ülkemizde gerekse diğer ülkelerde mercimek bitkisinde toprak kökenli bitki patojenlerinin neden olduğu kök ve kökboğazı çürüklüğü konusunda yapılan çalışmalarda farklı sonuçlar elde edilmiştir. Yapmış olduğumuz bu çalışmada üç ilin fide dönemindeki ortalama hastalık oranı %21, yaygınlık oranı ise %50.4, çiçeklenme kapsül oluşum döneminde ise hastalık oranı %16.1, yaygınlık oranı ise %32.4 olarak saptanmıştır. Nitekim elde edilen bu veriler, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde mercimek kök ve kökboğazı çürüklüğü ile solgunluk hastalıklarının yaygınlığının sırasıyla %56.9 ve %17.3 olduğunu bildiren Sağır (1988) ve Ankara’da mercimek yetiştirilen alanların çoğunda kök çürüklüğünün önemli olduğunu, ortalama hastalık oranının fide döneminde %37, çiçeklenme-kapsül döneminde ise %40.7 olduğunu bildiren Karahan (1990)’ın bulguları ile uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir. Keza Mitiku (2017) Etiyopya’da kök çürüklüğü hastalıklarının baklagil türlerinin üretiminde sınırlayıcı bir faktör olduğunu, Chatterton ve ark. (2019) Kanada’da mercimek kök çürüklüğünün incelenen her tarlada mevcut olduğunu, hastalık oranının %8-34 arasında değiştiğini, mevsimin yağışlı olduğu dönemlerde hastalık şiddetinin yüksek, kurak geçen dönemlerde ise daha düşük olduğunu gözlemlemişlerdir.

4.2. Fungal Etmenlerin İzolasyonu ve Elde Edilen Fungus İzolatlarının Gruplandırılması ve Tanılarının Yapılması

Diyarbakır, Mardin ve Şanlıurfa ilçelerindeki mercimek üretim alanlarında yapılan arazi sörveyleri esnasında, hastalık belirtisi gösteren bitkilerin kök, kökboğazı, dal ve gövdesinden izolasyonlar yapılarak saf fungus kültürleri elde edilmiştir. Elde edilen

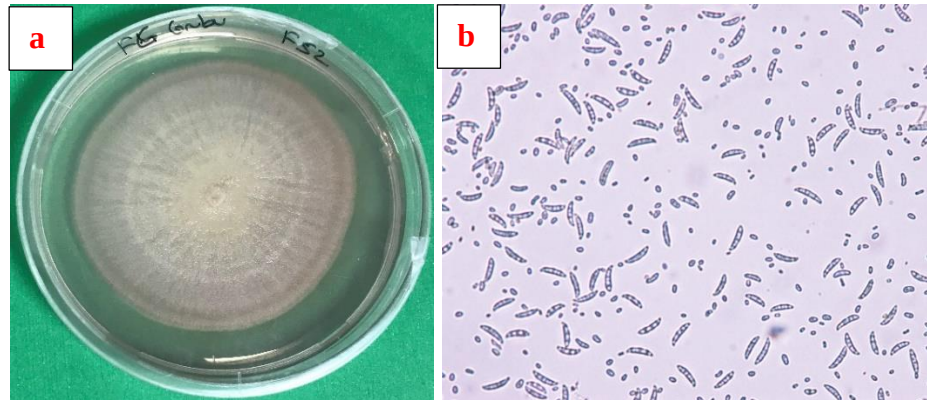
fungus izolatların koloni rengi, şekli, kenar özellikleri, stroma rengi ve spor özellikleri, eşeyli veya eşeysiz üreme şekilleri, dayanıklı yapıları gibi kültürel, morfolojik ve mikroskopik özellikleri esas alınarak kültürler cins düzeyinde gruplandırılmıştır. Daha sonra bu grupları temsilen seçilen fungus izolatların, moleküler tanı yöntemleri kullanılarak tür tanıları gerçekleştirilmiştir.

***Fusarium acuminatum*:** Havai misel oluşturmakta, renk değişken olup beyazımsı pembe, mor, soluk turuncu, olabilmektedir. Yalnız makrokonidi gözlenmiş olup, çoğunlukla 3-5 bölmelidir. Klamidospor zincir veya demet şeklinde gözlenmiştir (Şekil 4.3).



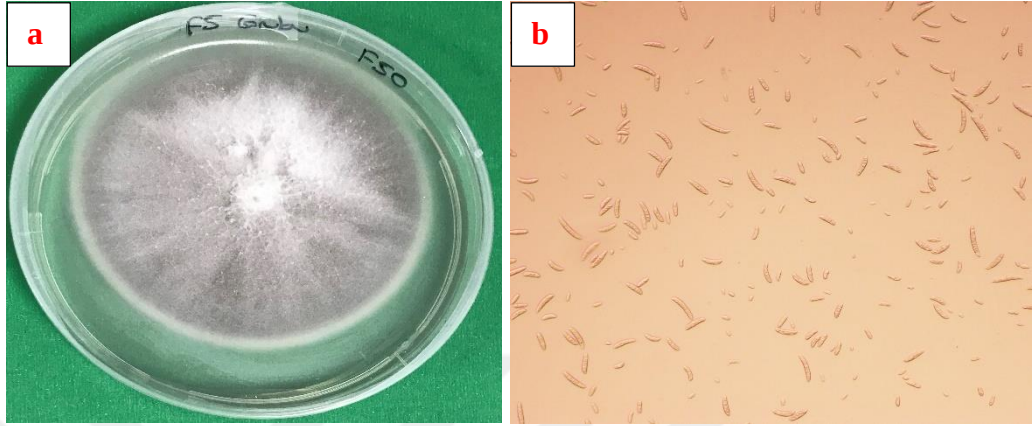
Şekil 4.3. *F. acuminatum*'un PDA'daki gelişimi (a), makrokonidileri (b)

***Fusarium solani*:** Kolonilerinin gelişimi başlangıçtan pembe ve sonrasında halka şeklinde beyaz renkten sonra kenarlara doğru pembe renkli ve tam kenarlarda ise beyaz pamuğumsu gelişim gözlenmiştir. Mikrokonidiler 1-2 bölmeli, oval, silindirik şekilde, makro konidiler ise 5-7 bölmeli gözlenmiştir (Şekil 4.4).



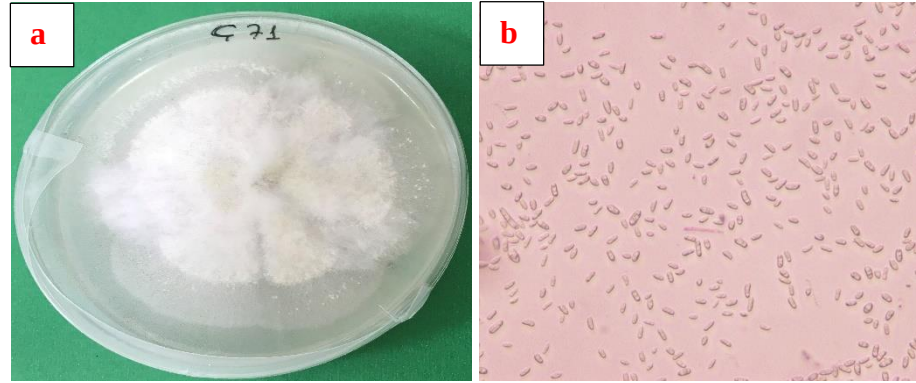
Şekil 4.4. *F. solani*'nin PDA'daki gelişimi (a), makrokonidi ve mikrokonidileri (b)

***Fusarium redolens*:** Koloni rengi genellikle beyazımsı pembedir. Makrokonidiler genellikle 3-5 bölmeli, mikro konidi oval, klamidosporlar bol miktarda genellikle terminal veya intercalar şeklinde gözlenmiştir (Şekil 4.5).



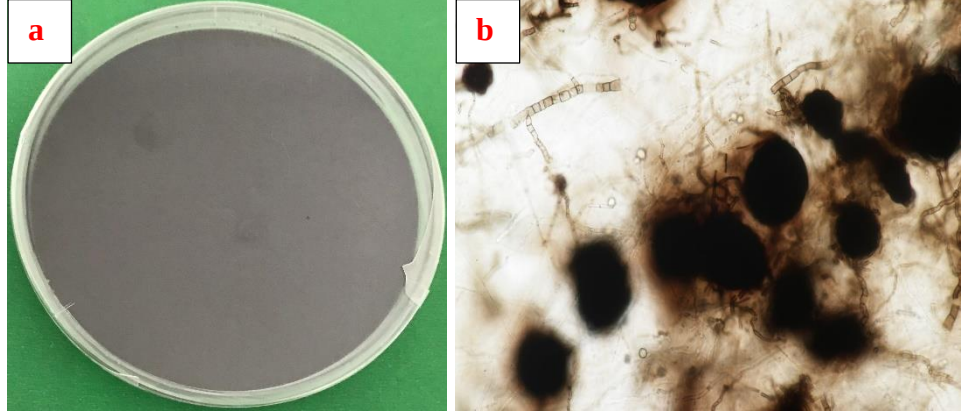
Şekil 4.5. *F. redolens*'in PDA'daki gelişimi (a), makrokonidi ve mikrokonidileri (b)

***Fusarium oxysporum*:** Kolonileri beyaz bir gelişme göstermiş ve bolca havi miselyumlar meydana getirmiştir. Mikrokonidilerinin şekilleri genellikle oval veya böbrek benzeri şekilde gözlenmiştir (Şekil 4.6).



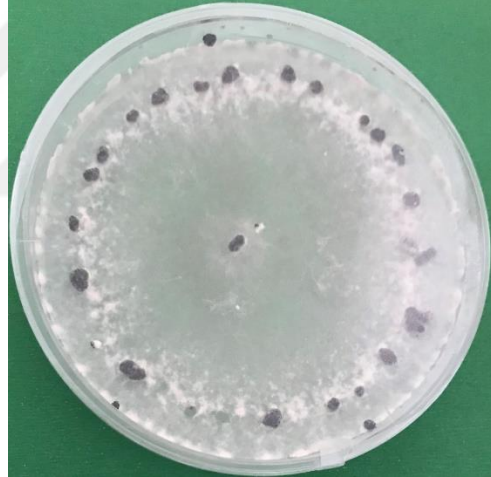
Şekil 4.6. *F. oxysporum*'un PDA'daki gelişimi (a), mikrokonidileri (b)

***Macrophomina phaseolina*:** Başlangıçta beyaz gelişim gösterirken zamanla koyu griden, siyaha kadar değişen bir gelişim meydana gelmiştir. Koloninin merkezinden kenarlarına doğru gittikçe koyulaşmanın daha da yoğunlaştığı tespit edilmiştir. *M. phaseolina*'ya özgü küresel ve siyah mikrosklerotlar gözlenmiştir (Şekil 4.7).



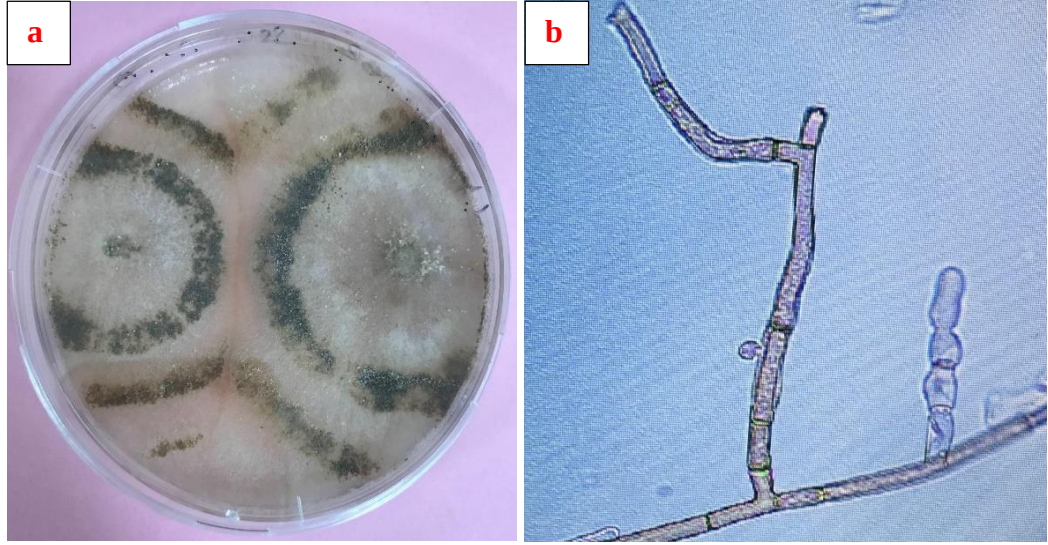
Şekil 4.7. *M. phaseolina*'nın PDA'daki gelişimi (a), mikrosklerot yapıları (b)

***Sclerotinia sclerotiorum*:** Petrinin üst ve alt görünümü beyaz-krem renkli olup, özellikle petri kenarlarında dizili olmak kaydıyla 1-3 mm büyüklüğünde düzensiz sklerot gelişimi gözlenmiştir (Şekil 4.8).



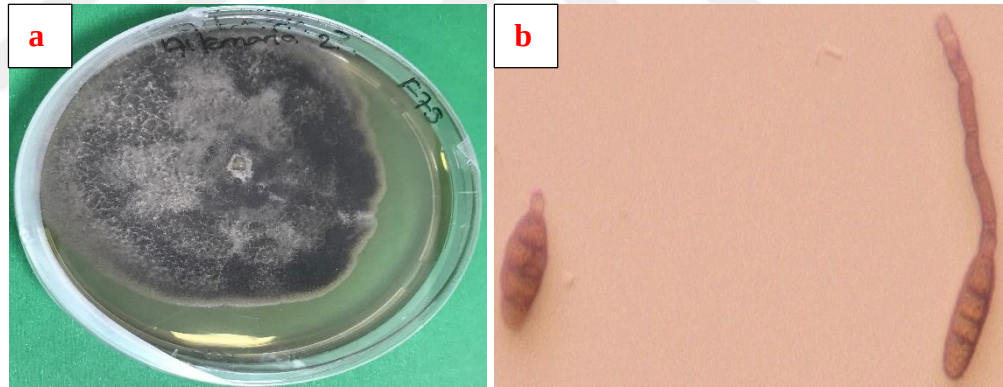
Şekil 4.8. *S. sclerotiorum*'un PDA'daki gelişimi ve sklerot yapıları

***Rhizoctonia solani*:** Başlangıçta krem renkli gelişim gösterirken zamanla devetüyü rengine dönüşmeye başlayıp dayanıklı yapı olan mikrosklerotları meydana geldikten sonra petrideki görünümü koyu kahverengine dönüşmüştür. Dik bölmeli misel yapısına sahip olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. *R. solani* 'nin PDA'daki gelişimi (a) bölmeli hif yapısı (b)

***Alternaria alternata*:** Petrinin üst ve alt görünümü siyah renkli olup, miselyumları bölmeli, sporların enine ve boyuna bölmeli ve el bombası şeklinde bir görünümde olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. *A. alternata*'nın PDA'daki gelişimi (a) spor yapısı (b)

Fide döneminde bitki dokularından yapılan fungal izolasyonlarda, 3 farklı cins ve 7 farklı fungus türüne ait 149 izolat elde edilmiştir. Bu izolatların %30.8'i (46 adet) *F. acuminatum*, %25.5'i (38 adet) *F. solani*, %13.4'ü (20 adet) *A. alternata*, %10.7'si (16 adet) *F. redolens*, %9.3'ü (14 adet) *F. oxysporum*, %6.7'si (10 adet) *A. chlamydosporigena* ve %3.3'ünün (5 adet) *R. solani* olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.5.)

Çizelge 4.5. Diyarbakır, Şanlıurfa ve Mardin illerinde mercimek fide döneminde elde edilen fungal türler ve ilçe düzeyinde dağılımları

İl	İlçe	Fungal Türler							İzolat Sayısı
		<i>F. oxysporum</i>	<i>F. acuminatum</i>	<i>F. solani</i>	<i>F. redolens</i>	<i>R. solani</i>	<i>A. alternata</i>	<i>A. chlamydosporige</i>	
Diyarbakır	Bağlar	-	-	-	-	-	-	-	-
	Bismil	3	9	7	3	-	2	1	25
	Çermik	-	-	-	-	-	-	-	-
	Çınar	1	1	1	-	-	1	-	4
	Ergani	1	-	1	-	-	-	-	2
	Kayapınar	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kocaköy	-	-	-	-	-	-	-	-
	Silvan	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sur	-	1	1	1	-	1	-	4
Toplam		5	11	10	4	0	4	1	35
Şanlıurfa	Ceylanpınar	1	1	-	-	-	2	-	4
	Eyyübiye	2	1	2	3	-	1	1	10
	Haliliye	-	2	2	3	2	1	1	11
	Hilvan	-	-	3	1	2	2	1	9
	Karaköprü	-	-	-	-	-	1	-	1
	Siverek	-	-	-	-	-	-	-	-
	Silvan	-	13	3	-	-	-	-	16
	Suruç	-	3	5	-	-	1	1	10
	Viranşehir	-	2	2	-	-	2	-	6
Toplam		3	22	17	7	4	10	4	67
Mardin	Artuklu	4	3	2	3	-	1	1	14
	Derik	-	2	2	-	-	1	-	5
	Kızıltepe	-	-	1	-	-	-	-	1
	Mazıdağı	1	2	1	1	-	1	1	7
	Midyat	1	4	3	1	-	2	2	13
	Nusaybin	-	1	2	-	1	1	1	6
	Savur	-	1	-	-	-	-	-	1
Toplam		6	13	11	5	1	6	5	47
Genel Toplam		14	46	38	16	5	20	10	149
%		9.3	30.8	25.5	10.7	3.3	13.4	6.7	100

Mercimek bitkilerinin çiçeklenme kapsül oluşum döneminde yapılan izolasyonlarda, 6 farklı cinse bağlı ve 10 türe ait 383 fungal izolat elde edilmiştir (Çizelge 4.6.). Bu isolatların %20.6'sı (79 adet) *F. redolens*, %15.6'sı (60 adet) *F. oxysporum*,

%15.1'i (58 adet) *M. phaseolina*, %15.1'i (58 adet) *S. sclerotiorum*, %13.8'i (53 adet) *F. acuminatum*, %9.3'ü (36 adet) *Botrytis cinerea*, %3.3'ü (13 adet) *F. solani*, %3.3'ü (13 adet) *R. solani*, %1.8'i (7 adet) *F. culmorum* ve %1.5'inin (6 adet) *Sclerotium* sp olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.6. Diyarbakır, Şanlıurfa ve Mardin illerinde mercimek çiçeklenme kapsül oluşum döneminde hastalıklı bitkilerden elde edilen fungal türler ve izolatların dağılımları

İl	İlçe	Fungal Türler										İzolat Sayısı
		<i>F. oxysporum</i>	<i>F. acuminatum</i>	<i>F. solani</i>	<i>F. redolens</i>	<i>F. culmorum</i>	<i>M. phaseolina</i>	<i>S. sclerotiorum</i>	<i>B. cinerea</i>	<i>R. solani</i>	<i>Sclerotium</i> sp.	
Diyarbakır	Bağlar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Bismil	2	2	-	-	2	11	2	12	-	-	31
	Çermik	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Çınar	1	1	-	-	-	-	-	5	-	-	7
	Ergani	5	14	1	1	-	1	6	-	-	-	28
	Kayapınar	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	Kocaköy	3	6	-	1	-	-	-	-	-	-	10
	Silvan	8	5	4	16	1	11	10	2	-	-	57
	Sur	11	5	1	1	-	-	4	5	5	-	32
	Toplam	30	34	6	19	3	23	22	24	5	-	166
Şanlıurfa	Ceylanpınar	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	2
	Eyyübiye	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	4
	Haliliye	3	-	-	2	-	7	11	4	3	-	30
	Hilvan	11	1	-	2	1	-	15	-	-	6	36
	Karaköprü	4	1	-	2	-	-	-	-	-	-	7
	Siverek	2	5	5	20	-	12	10	-	1	-	55
	Suruç	3	-	-	1	-	-	-	-	-	-	4
	Viranşehir	5	9	-	22	2	16	-	-	-	-	54
	Toplam	28	16	6	50	3	35	36	4	8	6	192
Mardin	Artuklu	1	2	1	1	1	-	-	1	-	-	7
	Derik	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kızıltepe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mazıdağı	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Midyat	1	1	-	9	-	-	-	7	-	-	18
	Nusaybin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Savur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Toplam	2	3	1	10	1	-	-	8	-	-	25
Genel Toplam		60	53	13	79	7	58	58	36	13	6	383
%		15.6	13.8	3.3	20.6	1.8	15.1	15.1	9.3	3.3	1.5	100

Mercimek bitkisinin fide ve çiçeklenme-kapsül oluşum dönemleri birlikte değerlendirildiğinde (Çizelge 4.5 ve 4.6.), fide döneminde elde edilen izolatların %76.4'ünün *Fusarium* cinsine bağlı türler, %20.1'i *Alternaria* türleri ve %3.3'ü ise *Rhizoctonia solani*, çiçeklenme kapsül oluşum döneminde ise izolatların %55.3'ü *Fusarium* türleri, %15.1'i *Macrophomina phaseolina*, %15.1'i *Sclerotinia sclerotiorum*, %9.3'ü *Botrytis cinerea*, %3.3'ü *Rhizoctonia solani* ve %1.3'ünün *Sclerotium* sp. türlerinden oluştuğu tespit edilmiştir. Bunlar arasında *Fusarium* türleri ve *R. solani* mercimek bitkilerinin hem fide hem çiçeklenme kapsül oluşum döneminde *Alternaria* türleri sadece fide döneminde, *M. phaseolina*, *S. sclerotiorum*, *B. cinerea* ve *Sclerotium* sp. ise sadece çiçeklenme kapsül oluşum döneminde izole edilmiştir.

Bu çalışmada, *Fusarium* türlerinin hem fide (%76.4) hem çiçeklenme kapsül oluşum döneminde (%55.3) elde edilen fungal izolatların önemli bir çoğunluğunu oluşturduğu belirlenmiştir. *Fusarium* cinsine bağlı bu türler, sörvey yapılan Diyarbakır, Mardin ve şanlıurfa illerine bağlı birçok ilçedeki mercimek üretim alanlarında saptanmış ve bölgede en fazla yaygınlık gösteren etmen olarak belirlenmiştir. *Fusarium* türlerinin daha çok kök ve kökboğazı çürüklüğü şeklinde enfeksiyonlara neden olduğu belirlenmiştir. Diğer bir ifade ile fide döneminde 4 tür (*F. oxysporum*, *F. acuminatum*, *F. solani*, *F. redolens*) ve çiçeklenme kapsül oluşum döneminde ise 5 tür (*F. oxysporum*, *F. acuminatum*, *F. solani*, *F. redolens*, *F. culmorum*) saptanmıştir.

Bu konuda birçok araştırmacı tarafından yapılan benzer çalışmalarda *F. oxysporum*, *F. acuminatum*, *F. culmorum*, *F. verticillioides*, *F. solani*, *F. reticulatum*, *F. equiseti*, *F. subglutinans*, *F. graminearum*, *F. avenaceum*, *F. chlamydosporum*, *F. redolens*, *F. proliferatum* ve *F. sporotrichioides* gibi 14 farklı *Fusarium* cinsine bağlı türün mercimekte çökerten, solgunluk, kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalıklarına neden olduğu bildirilmiştir (Karahan, 1990; Aydın ve ark., 2004; Riccioni ve ark., 2008; Fletcher ve ark., 2012; Öğüt ve Kurt, 2016; Anderson ve ark., 2021). Yapmış olduğumuz bu çalışmada *F. oxysporum*, *F. acuminatum*, *F. culmorum*, *F. solani* ve *F. redolens* türlerinin mercimekte hastalık yaptığı belirlenmiştir.

Araştırmanın yürütüldüğü Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde daha önce aynı konuda yapılan çalışmalarda ise *Fusarium oxysporum*, *F. acuminatum*, *F. solani*, *F. redolens*, *F. proliferatum*, *F. reticulatum*, *F. equiseti*, *F. subglutinans*, *F. graminearum*, *F. chlamydosporum*, *F. verticillioides* ve *Fusarium* spp.'nin mercimekte hastalık yaptığı

tespit edilmiştir (Aydın ve ark., 2004; Ögüt, 2015). *F. oxysporum* f. sp. *lentis* ve *F. redolens* mercimekte solgunluk oluşturduğu halde, diğer *Fusarium* türlerinin daha çok çökerten ve kök çürüklüğü şeklinde hastalık belirtilerine yol açtığı ifade edilmiştir (Aydın ve ark., 2004; Riccioni ve ark., 2008; Ögüt ve Kurt, 2016; Anderson ve ark., 2021). Bölgede daha önce yapılan çalışmada *F. oxysporum* ve *F. solani* en yaygın türler olarak belirlenirken (Ögüt 2015), yaptığımız bu çalışmada fide döneminde *F. acuminatum*, çiçeklenme ve kapsül oluşum döneminde ise *F. redolens* en yaygın türler olarak belirlenmiştir. Türlerin farklı oranlarda yaygınlık göstermesinin nedeni, sürveylerin yapıldığı yılların iklim ve toprak koşullarının değişken olması, yetiştirilen mercimek çeşidi, farklı ekim zamanları gibi faktörlerden kaynaklanabilmektedir.

Toprakta yaygın görülen patojenlerden biri de *Alternaria* türleridir. Bu çalışmada *Alternaria* türlerinin (%20.1) sadece fide döneminde kök ve kökboğazı çürüklüğü şeklinde enfeksiyonlara neden olduğu belirlenmiştir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde mercimekte kök, kökboğazı çürüklüğüne neden olan etmenlerden birinin *Alternaria alternata* olduğu daha önce yapılan çalışmada bildirilmiştir (Aydın ve ark., 2004). Ayrıca bu fungusun mercimek tohumu ile taşınabildiği ifade edilmiştir (Agarwal ve ark., 2011).

Mercimekte çökerten ve kök çürüklüğü hastalıklarına neden olan *Rhizoctonia* spp.'nin değişik ülkelerde de enfeksiyonlara neden olduğu kaydedilmiştir. Mevcut bu çalışmada *R. solani*'nin hem fide hem de çiçeklenme kapsül oluşum dönemlerinde bölgede düşük oranda kök ve kökboğazı çürüklüğü şeklinde belirtiler oluşturduğu ilk defa belirlenmiştir. Mercimekte bu fungal tür üzerinde yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Nitekim İran'da *R. solani*'nin mercimekte patojenisitesinin düşük seviyede olduğu (Kaiser ve Horner, 1980), Ankara' da yapılan bir çalışmada ise mercimek kök çürüklüğünün önemli bir hastalık olduğu; fide döneminde elde edilen izolatların %0.9'unun ve çiçeklenme-kapsül oluşum döneminde ise %2'sinin *R. solani* olduğu belirtilmiştir (Karahan, 1990). Ayrıca bu fungusun, Mısır, Kuzey Amerika ve ABD'de mercimekte kök çürüklüğüne neden olduğu birçok çalışma ile ortaya konmuştur (Monaim ve ark., 2011, Grossen ve ark., 2016, Chatterton ve ark., 2019, Anderson ve ark., 2021).

Macrophomina phaseolina sadece çiçeklenme kapsül oluşum döneminde saptanmış ve elde edilen izolatların %15.1'ini oluşturmuştur. Bu fungal etmen, yapılan bu çalışma ile bölgede ilk defa Diyarbakır'ın Bismil, Ergani, Silvan ilçeleri ve

Şanlıurfa'nın Haliliye, Siverek, Viranşehir ilçelerinde saptanmıştır. Fungusun bitkinin strese girmesi, yeterli yağış olmaması veya herhangi bir şekilde zarar görmesi sonucunda daha fazla enfeksiyona neden olduğu gözlenmiştir. Bu patojenin değişik ülkelerde yapılan çalışmalarda mercimekte hastalığa neden olduğu bildirilmiştir. Nitekim İran'da yapılan bir çalışmada, *M. phaseolina*'nın mercimekte daha az patojenik olduğu (Kaiser ve Horner, 1980), Pakistan'da *M. phaseolina*'nın mercimekte kuru kök çürüklüğüne neden olduğu (Ullah ve ark., 2019), Cezayir'de ise mercimekte kömür çürüklüğü hastalığına *M. pseudophaseolina*'nın neden olduğunu bildirilmiştir (Kouadri ve ark., 2021).

Bölgede yapılan çalışma sonucunda elde edilen diğer bir fungal etmen olan *Sclerotinia sclerotiorum*, sadece çiçeklenme kapsül oluşum döneminde saptanmış olup elde edilen izolatların %15.1'ini oluşturmuştur. Bu fungus Diyarbakır (Bismil, Ergani, Silvan, Sur) ve Şanlıurfa (Haliliye, Hilvan, Siverek) illerinde saptanmıştır. *Sclerotinia* cinsine bağlı iki türün mercimekte hastalık oluşturduğu bilinmektedir. *Sclerotium rolfsii* kök boğazı çürüklüğü oluştururken, *Sclerotinia sclerotiorum* ise gövde çürümesine neden olmaktadır (Yadav ve ark., 2019). Güneydoğu Anadolu Bölgesinde özellikle sık ekimin yapıldığı yıllarda ve lokasyonlarda, mercimek boylandığı zaman, yağışın fazla olduğu mevsimde (Nisan-Mayıs) ilk hastalık belirtileri bitkinin kökboğazının yukarısında 10-30 cm uzunluğunda soluk açık kahverengi lezyonlar şeklinde ve tarlada başlangıçta yer yer ocaklar halinde ortaya çıkmaktadır. Çevre koşulları uygun olduğu zaman hastalık tüm tarlada yayılarak önemli ürün kayıplarına neden olmakta, hatta bazen ürün hasat edilememektedir. Patojenin miselyumları, uygun çevre koşullarında hastalıklı dokular üzerinde, bir arada kabarık bir hal almaktadır. Daha sonra bu oluşumlar, 3-5 mm büyüklüğünde siyah renkli fungusun dayanıklı yapısı olan sklerotlara dönüşmektedir. Sklerotlar aynı zamanda laboratuvar koşullarında PDA besiyerinde oluşmaktadır (Şekil 4.8). Kanada'da yapılan bir çalışmada *S. sclerotiorum*'un nemli alanlarda mercimek üretimi için sınırlayıcı bir faktör olabileceğini, hastalığın sulanan alanlarda kuru alanlara göre daha şiddetli bir şekilde ortaya çıktığı bildirilmiştir (Kader ve ark., 2022).

Bu hastalığın mercimek bitkisi için önemi daha önce yapılan çalışmalarda da ifade edilmiştir. Keza Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, mercimek kök çürüklüğünün önemli etmenlerinden birinin *S. sclerotiorum* olduğu saptanmıştır (Bayaa ve ark., 1998). Bölgemizde *S. sclerotiorum*'un gövde çürüklüğü şeklindeki hastalık belirtileri bu çalışma ile ilk defa kaydedilmiştir. Ayrıca kök boğazı çürüklüğüne neden olan *S. rolfsii* ve gövde

çürümesine neden olan *S. sclerotiorum* fungal türlerinin, dünya genelinde mercimek yetiştirilen alanlarda toprak kaynaklı en tahripkar hastalık etmenleri arasında yer aldığı bildirilmiştir (Yadav ve ark., 2019).

Mevcut çalışmada, izole edilen funguslardan *Botrytis cinerea* sadece çiçeklenme kapsül bağlama döneminde saptanmış ve elde edilen izolatların %9.3'ünü oluşturmuştur. Bu fungal etmen Diyarbakır (Bismil, Çınar, Silvan, Sur), Mardin (Artuklu, Midyat) ve Şanlıurfa (Haliliye) illerinde saptanmıştır. Bu patojenin de *S. sclerotiorum* gibi özellikle sık ekimin yapıldığı yıllarda ve tarlalarda, mercimek boylandığı zaman, yağışın fazla olduğu mevsimde (Nisan-Mayıs) hastalığa yol açtığı gözlenmiştir. Çevre koşulları uygun olduğu zaman, şiddetli rüzgârla birlikte yağışın fazla olması durumunda çok boylanan bitkiler yatmakta ve hastalığın ortaya çıkması için uygun koşulların olması sağlanmaktadır. Bu gibi koşullarda hastalık kısa sürede tarlada yayılmakta ve saprofit funguslar da gelişerek bitkilerin tamamen ölmesine neden olmaktadır. Bu etmen yoğun bir şekilde görüldüğü zaman, önemli ürün kayıplarına neden olmaktadır. Nitekim bu konuda yapılan çalışmalarda, mercimek *Botrytis* kurşuni küf hastalığının, Avustralya, Bangladeş, Kanada, Kolombiya, Nepal, Yeni Zelanda ve Pakistan'da zarar yaptığı bildirilmiştir. Etkili olduğu dönemlerde %50 oranında bir verim kaybına neden olabildiği gibi, bazen bütün verimin yok olmasına dahi neden olabilmektedir (Bayaa ve Erskine, 1998).

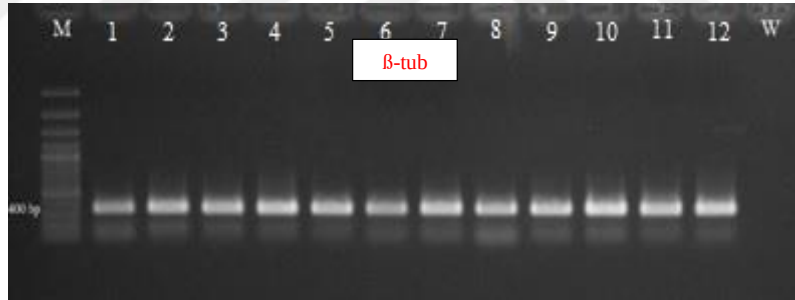
4.3. Fungal Kültürlerin Moleküler Olarak Tanımlanması

Fusarium spp, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Macrophomina phaseolina*, *Rhizoctonia solani*, *Botrytis cinerea*, *Sclerotium* sp. ve *Alternaria* spp. türlerinin moleküler analizi için yapılan fungal DNA izolasyonlarının sonucunda elde edilen genomik DNA'ların uDrop okumaları sonucunda 15-65 ng/µl aralığında değişiklik gösterdiği kaydedilmiştir. Bu genomik DNA'lardan ITS (internal transcribed spacer), beta tubulin (β -tub), translation elongation factor 1- α (tef 1- α) genlerine ait primerler kullanılarak nükleotid dizi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. PCR amplifikasyon çalışmaları ile çoğaltılan DNA ürünlerinden ITS, β -tub ve TEF 1- α genlerine ait primerler ile sırasıyla 600-700, 400-500 ve 250-280 bp büyüklüğünde bantlar elde edilmiştir (Şekil 4.11, 4.12, 4.13).



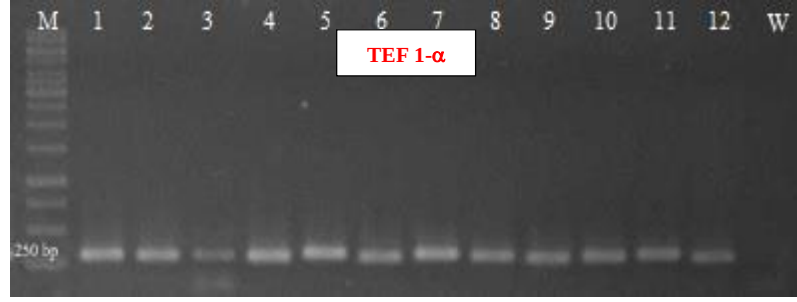
Şekil 4.11. Toplam DNA'dan ITS gen bölgesi için gerçekleştirilen PCR analiz sonuçları. W: su kontrol, M: DNA ladder DNA ladder plus mix (MBI Fermentas, Almanya). İzolat kodları: 1. F5 50, 2. F4 31, 3. F4 13, 4. F3 30, 5. F3 29, 6. F2 52, 7. C1 58, 8. F6 52, 9. C1 61, 10. C2 11, 11..C3 111, 12.C4 134, 13. C6 78

ITS gen bölgesi için yapılan PCR çalışmaları sonucunda 600-700 bp seviyesinde bantlar gözlemlenmiştir (Şekil 4.11). Elde edilen PCR ürünleri BM labosis firmasına gönderilerek DNA dizileme işlemi yapılmıştır. Elde edilen dizilerin NCBI BLAST analizleri sonucunda tür teşhisleri yapılmış ve Çizelge 4.7'deki erişim numaraları ile kaydedilmiştir.



Şekil 4.12. Toplam DNA'dan β -tub gen bölgesi için gerçekleştirilen PCR analiz sonuçları. W: su kontrol, M: DNA ladder DNA ladder plus mix (MBI Fermentas, Almanya). İzolat kodları: 1. F5 50, 2. F4 31, 3. F4 13, 4. F3 30, 5. F3 29, 6. F2 52, 7. C1 58, 8. F6 52, 9. C1 61, 10. C2 11, 11.C3 111, 12.C4 134

β -tub gen bölgesi için yapılan PCR çalışmaları sonucunda 400-500 bp seviyesinde bantlar gözlemlenmiştir (Şekil 4.12). Elde edilen PCR ürünleri BM labosis firmasına gönderilerek DNA dizileme işlemi yapılmıştır. Elde edilen dizilerin NCBI BLAST analizleri sonucunda tür teşhisleri yapılmış ve Çizelge 4.7'deki erişim numaraları ile kaydedilmiştir.



Şekil 4.13. Toplam DNA'dan TEF-1 α gen bölgesi için gerçekleştirilen PCR analiz sonuçları. W: su kontrol, M: DNA ladder DNA ladder plus mix (MBI Fermentas, Almanya). İzolat kodları: 1. F5 50, 2. F4 31, 3. F4 13, 4. F3 30, 5. F3 29, 6. F2 52, 7. C1 58, 8. F6 52, 9. C1 61, 10. C2 11, 11. C3 111, 12. C4 134

TEF 1- α gen bölgesi için yapılan PCR çalışmaları sonucunda 250-280 bp seviyesinde bantlar gözlemlenmiştir (Şekil 4.13). Elde edilen PCR ürünleri BM labosis firmasına gönderilerek DNA dizileme işlemi yapılmıştır. Elde edilen dizilerin NCBI BLAST analizleri sonucunda tür teşhisleri yapılmış ve Çizelge 4.7'daki erişim numaraları ile kaydedilmiştir.

Çizelge 4.7. Elde edilen fungal izolatların farklı gen bölgelerine göre tür tanımları ve genbankası erişim numaraları

Tür Adı	İzolat Kodu	Lokasyon	Gen Bankası Erişim Numaraları ve % Benzerlik Oranları					
			ITS 4-6	%	β -tub	%	TEF-1 α	%
<i>F. oxysporum</i>	F3 29	Sur	OQ706972	100	QR668975	100	OR644001	100
	F3 30	Artuklu	OQ706973	100	QR668971	100	OR644002	100
	F4 13	Mazıdağ	OQ706974	100	QR643991	99.3	OR644004	100
	C2 140	Silvan	OQ706970	99.8	QR668970	99.6	OR644009	99.7
	C4 134	Silvan	OQ706971	100	QR643990	99.6	OR643996	100
<i>F. acuminatum</i>	F2 52	Eyyübiye	OQ706964	100	QR668959	100	OR644011	100
	F2 6	Ceylanpınar	OQ706963	99.8	QR668958	100	OR644000	100
	C1 61	Artuklu	OQ706959	100	QR668962	100	OR643992	100
	C1 58	Suruç	OQ706958	100	QR668957	100	OR594274	100
	C2 112	Hilvan	OQ706961	100	QR668961	99.7	OQ689746	100
	C2 11	Siverek	OQ706960	100	QR668960	100	OR643994	100

Çizelge 4.7. (Devamı) Elde edilen fungal izolatların farklı gen bölgelerine göre tür tanımları ve genbankası erişim numaraları

<i>F. acuminatum</i>	C3 18	Silvan	OQ706962	100	QR6689 56	100	OR6439 95	99.6
	F2 14/1	Mazıdağ	OQ706976	100	QR6689 63	100	OR6440 10	100
<i>F. solani</i>	F6 52	Eyyübiye	-	-	QR6689 64	100	OR6440 07	100
	C1 135	Silvan	OQ70695	100	QR6689 74	99.6	OR6439 93	100
	F4 31	Artuklu	OQ706968	100	QR6689 68	99.6	OR6440 05	99.6
	F5 50	Haliliye	OQ706969	100	QR6689 69	99.6	OR6440 06	100
<i>F. redolens</i>	C1 84	Viranşehir	OQ706965	100	QR6689 65	100	OR6440 08	100
	C6 78	Viranşehir	OQ706966	100	QR6689 66	100	OR6439 97	100
	C6 93	Sur	OQ706967	100	QR6689 67	99.6	OR6439 98	100
<i>F. culmorum</i>	C3 111	Hilvan	OQ706977	99.8	QR6689 72	100	OR6440 03	100
<i>M. phaseolina</i>	C13 132	Silvan	OQ709177	99.2				
<i>S. sclerotiorum</i>	C14 151	Ergani	OQ709178	100				
<i>B. cinerea</i>	C7 146	Çınar	OQ709176	99.8				
	C12-1	Haliliye	OQ745736	100				
<i>R. Solani</i>	C12-2 RS	Haliliye	OQ745737	100				
<i>Sclerotium</i> sp.	C11 108	Hilvan	OQ709179	100				
	A 29	Sur	OQ704306	99.8				
<i>A.alternata</i>	ALT F44	Haliliye	OQ704308	99.8				
	ALT F49	Suruç	OQ704309	99.6				
	ALT F23	Kızıltepe	OQ704307	99.8				
<i>A. chlamyosporigena</i>	B 57	Midyat	OQ704310	100				

Fusarium sp.'den izole edilen genomik DNA'lar ITS (ITS4/ITS6), TEF 1- α (EF1-728F/EF1-986R) ve β -tubulin (Bt2a/Bt2b) primerleri kullanılarak PCR yöntemi ile çoğaltılmıştır. Elde edilen sekans verileri ile yapılan NCBI-BLAST analizleri sonucunda 21 izolattan 7'sinin %100-99.6 oranında *F. acuminatum* 'a benzerlik gösterdiği, 5 izolatın %100-99.6 oranında *F. redolens* 'e benzerlik gösterdiği, 5 izolatın %100-99.3 oranında *F. oxysporum* 'a benzerlik gösterdiği, 3 izolatın %100-99.7 oranında *F. solani* 'ye benzerlik gösterdiği, 1 izolatın da %100 oranında *F. culmorum* 'a benzerlik gösterdiği moleküler çalışmalar sonucunda belirlenmiştir (Çizelge 4.7).

Cins düzeyinde *Alternaria* sp., *Sclerotinia* sp., *Botrytis* sp., ve *Rhizoctonia* sp., *Macrophomina* sp. olarak teşhis edilen 11 fungus izolatından izole edilen toplam

DNA'lar ITS (ITS4 ve ITS6) primerleri kullanılarak yapılan PCR analizi ile çoğaltılmıştır. Elde edilen sekans verileri ile yapılan NCBI-BLAST analizleri sonucunda 1 *Botrytis* sp. izolatının %99.8 oranında *Botrytis cinerea* ile benzerlik gösterdiği, 2 *Rhizoctonia* sp. izolatının %100 oranında *Rhizoctonia solani* ile benzerlik gösterdiği, 5 *Alternaria* sp. izolatının 4'ü %99.8-99.2 oranında *Alternaria alternata* ile benzerlik gösterdiği, 1'inin de %100 oranında *Alternaria chlamydosporigena* ile benzerlik gösterdiği, 1 *Macrophomina* sp. izolatının %99.2 oranında *Macrophomina phaseolina* ile benzerlik gösterdiği ve 1 *Sclerotinia* sp. izolatın ise %100 oranında *Sclerotinia sclerotiorum* ile benzerlik gösterdiği moleküler çalışmalar sonucunda belirlenmiştir (Çizelge 4.7).

Pakistan'da mercimek üretim alanlarında bitkilerde bodurlaşma, sararma, gövde ve kök dokularındaki iletim demetlerinde renk değişikliğine neden olan fungal türlerin belirlenmesi amacıyla yapılan bir araştırmada (Rafique ve ark., 2020), TEF 1- α ve ITS primerleri kullanılarak yapılan sekans analiz sonucuna göre elde edilen izolatların *F. oxysporum* ve *F. redolens* olduğu moleküler olarak belirlenmiştir. Montana'da yapılan başka bir çalışmada ise (Moparathi ve ark., 2021), mercimek, bezelye ve nohut bitkilerinin köklerinden ve tohumlarından elde edilen izolatların TEF-1 α ile sekans analizleri yapılmış ve en çok bulunan tür *F. avenaceum* olurken bunu sırasıyla *F. acuminatum*, *F. poae*, *F. oxysporum*, *F. culmorum*, *F. redolens*, *F. sporotrichioides*, *F. solani*, *F. graminearum*, *F. torulosum* ve *F. tricinatum* takip etmiştir. Elde edilen bulgular, çalışmamızda elde edilen türler yönünden benzerlik taşımaktadır.

4.4. Ön Patojenisite Çalışmaları

Diyarbakır, Mardin ve Şanlıurfa'da yapılan sörvey ve izolasyonlar sonucunda, fide döneminde 149 ve çiçeklenme kapsül oluşumu döneminde 383 olmak üzere toplam 532 adet fungal izolat elde edilmiştir. İzolat sayısının çok fazla ve olanakların kısıtlı olması nedeniyle tüm izolatlar patojenisite testlerinde kullanılmamıştır. İzolatlar, öncelikle morfolojik ve mikroskopik özelliklerine göre gruplandırılmıştır. Her grupta yer alan izolat sayısı ve elde edilen lokasyon dikkate alınarak ön patojenisite testlerinde kullanılan izolatlar seçilmiştir. Fide döneminde 65, çiçeklenme kapsül oluşum döneminde 118 olmak üzere toplam 183 adet izolat ön patojenisite denemesine tabi tutulmuştur. Fide ve

çiçeklenme kapsül oluşum döneminde ön patojenisite testlerinde kullanılan fungus grupları, izole edildiği lokasyonlar, izolat numaraları ve ortalama hastalık oranları, Çizelge 4.8 ve 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.8. Fide döneminde Diyarbakır, Şanlıurfa ve Mardin illerinden elde edilen fungal izolatların ön patojenisite testlerinde oluşturdukları ortalama hastalık oranları (%)

Fungus Grupları	İl	İlçe	İzolat No	Hastalık Oranı (%)
<i>Fusarium</i> spp. (F 1)	Mardin	Nusaybin	35	41.6
	Şanlıurfa	Hilvan	65	41.6
	Şanlıurfa	Haliliye	45	25.0
	Şanlıurfa	Hilvan	68	50.0
	Şanlıurfa	Haliliye	46	75.0
Ortalama				46.6
<i>Fusarium</i> spp. (F 2)	Şanlıurfa	Suruç	75	41.6
	Şanlıurfa	Ceylanpınar	6	75.0
	Şanlıurfa	Eyyübiye	52	83.3
	Şanlıurfa	Haliliye	47	75.0
	Mardin	Midyat	61	41.6
	Mardin	Derik	20	58.3
	Mardin	Nusaybin	39	66.6
	Mardin	Mazıdağ	14	41.6
	Diyarbakır	Bismil	93	41.6
	Diyarbakır	Bismil	91	66.6
	Mardin	Artuklu	31	58.3
	Şanlıurfa	Hilvan	67	58.3
	Şanlıurfa	Viranşehir	5	33.3
	Şanlıurfa	Karaköprü	43	58.3
	Mardin	Savur	56	41.6
	Diyarbakır	Çınar	95	50.0
Ortalama				55.7
<i>Fusarium</i> spp. (F 3)	Mardin	Midyat	57	16.6
	Diyarbakır	Bismil	89	50.0
	Diyarbakır	Ergani	108	25.0
	Şanlıurfa	Ceylanpınar	6	41.6
	Mardin	Artuklu	30	75.0
	Diyarbakır	Sur	29	41.6
Ortalama				41.6
<i>Fusarium</i> spp. (F 4)	Mardin	Mazıdağ	13	41.6
	Mardin	Artuklu	31	41.6
	Şanlıurfa	Eyyübiye	54	50.0
	Diyarbakır	Çınar	95	25.0
Ortalama				39.5
<i>Fusarium</i> spp. (F 5)	Diyarbakır	Bismil	96	41.6
	Şanlıurfa	Haliliye	50	50.0
	Şanlıurfa	Hilvan	65	33.3
	Mardin	Artuklu	34	33.3
Ortalama				39.5

Çizelge 4.8. (Devamı) Fide döneminde Diyarbakır, Şanlıurfa ve Mardin illerinden elde edilen fungal izolatların ön patojenisite testlerinde oluşturdukları ortalama hastalık oranları (%)

<i>Fusarium spp.</i> (F 6)	Şanlıurfa	Eyyübiye	52	58.3
	Mardin	Derik	17	8.3
	Şanlıurfa	Haliliye	49	16.6
	Şanlıurfa	Ceylanpınar	6	25.0
	Diyarbakır	Bismil	101	41.6
	Şanlıurfa	Suruç	79	41.6
	Diyarbakır	Ergani	111	25.0
Ortalama				30.9
<i>Alternaria spp.</i>	Şanlıurfa	Ceylanpınar	6	50.0
	Şanlıurfa	Eyübiye	52	75.0
	Mardin	Kızıltepe	23	75.0
	Şanlıurfa	Suruç	79	83.3
	Şanlıurfa	Haliliye	44	83.3
	Şanlıurfa	Suruç	73	33.3
	Mardin	Nusaybin	39	66.6
	Şanlıurfa	Viranşehir	1	58.3
	Şanlıurfa	Hilvan	84	16.6
Ortalama				59.9
<i>Alternaria spp</i> (A)	Mardin	Kızıltepe	23	16.6
	Diyarbakır	Bismil	100	8.3
	Diyarbakır	Sur	29	75.0
	Şanlıurfa	Viranşehir	5	25.0
	Diyarbakır	Bismil	93	50.0
	Mardin	Midyat	58	33.3
Ortalama				34.7
<i>Alternaria spp</i> (B)	Diyarbakır	Bismil	92	25.0
	Şanlıurfa	Haliliye	47	25.0
	Mardin	Midyat	57	58.3
	Şanlıurfa	Haliliye	51	41.6
	Mardin	Nusaybin	38	8.3
	Mardin	Mazıdağ	13	25.0
	Mardin	Midyat	61	33.3
Ortalama				33.0
<i>Alternaria spp(C)</i>	Şanlıurfa	Karaköprü	43	16.6
Ortalama				16.6

Fide döneminde ön patojenisite testlerinde kullanılan izolatların tümü enfeksiyona neden olmuştur. İzolatların oluşturdukları ortalama hastalık oranları %8.3 (F6 grubu ve B grubu) ile %83.3 (F2 grubu) arasında değişiklik göstermiştir. Fungus gruplarının ortalama hastalık oranları %31-60 arasında değişim göstermiştir. En yüksek ortalama hastalık oranı yaklaşık %60 ile *Alternaria spp.* izolatında belirlenirken, en düşük hastalık oranı ise %31 ile *Fusarium sp.* (F6) grubunda saptanmıştır.

Çizelge 4.9. Diyarbakır, Şanlıurfa ve Mardin’de çiçeklenme kapsül oluşum döneminde elde edilen izolatları ön patojenisite denemelerinde oluşturdukları ortalama hastalık oranları (%)

Fungus Grupları	İl	İlçe	İzolat No	Ort. Hastalık Oranı (%)
<i>Fusarium spp.</i> (Ç 1)	Şanlıurfa	Suruç	58	66.6
	Şanlıurfa	Viranşehir	84	25.0
	Mardin	Artuklu	62	0.0
	Diyarbakır	Silvan	140	25.0
	Diyarbakır	Silvan	135	41.6
	Şanlıurfa	Viranşehir	80	0.0
	Şanlıurfa	Viranşehir	85	58.3
	Diyarbakır	Silvan	21	8.3
	Diyarbakır	Silvan	24	0.0
	Şanlıurfa	Ceylanpınar	88	25.0
	Diyarbakır	Sur	93	25.0
	Şanlıurfa	Viranşehir	80	25.0
	Diyarbakır	Ergani	150	25.0
	Şanlıurfa	Hilvan	112	41.6
	Mardin	Artuklu	61	41.6
	Diyarbakır	Ergani	35	25.0
Ortalama				27.0
<i>Fusarium spp.</i> (Ç 2)	Mardin	Artuklu	60	41.6
	Şanlıurfa	Viranşehir	83	33.3
	Şanlıurfa	Siverek	11	33.3
	Şanlıurfa	Hilvan	112	50.0
	Diyarbakır	Silvan	137	58.3
	Şanlıurfa	Siverek	122	50.0
	Şanlıurfa	Viranşehir	84	33.3
	Diyarbakır	Ergani	150	33.3
	Diyarbakır	Ergani	35	8.3
Ortalama				37.9
<i>Fusarium spp.</i> (Ç 3)	Mardin	Artuklu	61	25.0
	Şanlıurfa	Hilvan	111	33.3
	Diyarbakır	Bismil	126	50.0
	Diyarbakır	Ergani	148	11.6
	Şanlıurfa	Viranşehir	84	25.0
	Şanlıurfa	Viranşehir	85	8.3
	Diyarbakır	Silvan	18	0.0
Ortalama				22.6
<i>Fusarium spp.</i> (Ç 4)	Şanlıurfa	Viranşehir	83	25.0
	Şanlıurfa	Viranşehir	84	33.3
	Şanlıurfa	Viranşehir	85	25.0
	Mardin	Midyat	71	0.0
	Şanlıurfa	Hilvan	110	0.0
	Diyarbakır	Sur	89	8.3
	Diyarbakır	Silvan	134	33.3
Ortalama				17.8

Çizelge 4.9. (Devamı) Diyarbakır, Şanlıurfa ve Mardin’de çiçeklenme kapsül oluşum döneminde elde edilen izolatları ön patojenisite denemelerinde oluşturdukları ortalama hastalık oranları (%)

<i>Fusarium spp.</i> (Ç 5)	Şanlıurfa	Hilvan	114	58.3
	Diyarbakır	Silvan	139	0.0
	Şanlıurfa	Hilvan	112	33.3
	Şanlıurfa	Viranşehir	79	58.3
	Diyarbakır	Silvan	132	25.0
	Şanlıurfa	Siverek	120	25.0
	Diyarbakır	Ergani	152	41.6
	Diyarbakır	Ergani	150	8.3
	Diyarbakır	Sur	91	0.0
	Diyarbakır	Silvan	137	25.0
	Diyarbakır	Silvan	141	16.6
Ortalama				26.5
<i>Fusarium spp.</i> (Ç 6)	Diyarbakır	Silvan	22	0.0
	Şanlıurfa	Viranşehir	81	0.0
	Diyarbakır	Sur	93	25.0
	Şanlıurfa	Haliliye	104	16.6
	Şanlıurfa	Suruç	52	0.0
	Şanlıurfa	Siverek	116	25.0
	Diyarbakır	Silvan	137	0.0
	Şanlıurfa	Hilvan	107	0.0
	Şanlıurfa	Hilvan	112	0.0
	Diyarbakır	Silvan	141	8.3
	Şanlıurfa	Siverek	122	25.0
Ortalama				9.0
<i>Botrytis spp.</i> (Ç 7)	Diyarbakır	Çınar	146	66.6
	Diyarbakır	Bismil	128	25.0
	Diyarbakır	Sur	93	16.6
	Diyarbakır	Bismil	127	66.6
	Şanlıurfa	Haliliye	101	91.6
	Diyarbakır	Bismil	130	83.3
Ortalama				58.3
<i>Fusarium spp.</i> (Ç 8)	Şanlıurfa	Hilvan	110	8.3
	Diyarbakır	Ergani	151	50.0
	Diyarbakır	Çınar	142	50.0
	Şanlıurfa	Viranşehir	80	25.0
	Diyarbakır	Silvan	134	0.0
	Şanlıurfa	Siverek	14	50.0
	Şanlıurfa	Siverek	2	0.0
	Diyarbakır	Bismil	126	16.6
<i>Fusarium spp.</i> (Ç 8)	Mardin	Artuklu	59	0.0
	Şanlıurfa	Viranşehir	83	0.0
	Diyarbakır	Silvan	135	16.6
	Diyarbakır	Çınar	143	25.0
	Diyarbakır	Sur	93	33.3
	Mardin	Midyat	72	41.6
	Mardin	Midyat	70	50.0
	Mardin	Nusaybin	64	0.0

Çizelge 4.9. (Devamı) Diyarbakır, Şanlıurfa ve Mardin’de çiçeklenme kapsül oluşum döneminde elde edilen izolatları ön patojenisite denemelerinde oluşturdıkları ortalama hastalık oranları (%)

<i>Fusarium spp.</i> (Ç 8)	Şanlıurfa	Viranşehir	85	33.3
	Şanlıurfa	Hilvan	112	25.0
	Diyarbakır	Silvan	18	0.0
	Mardin	Midyat	67	0.0
	Ortalama			21.2
<i>Alternaria spp.</i> (Ç 9)	Şanlıurfa	Viranşehir	81	33.3
	Diyarbakır	Silvan	15	25.0
	Diyarbakır	Ergani	41	33.3
	Şanlıurfa	Siverek	13	0.0
	Mardin	Midyat	68	25.00
	Diyarbakır	Silvan	24	0.0
	Diyarbakır	Ergani	149	33.3
	Diyarbakır	Silvan	16	33.3
	Şanlıurfa	Viranşehir	79	50.0
	Şanlıurfa	Viranşehir	82	16.6
	Ortalama			24.9
<i>Sclerotium sp</i> (Ç 10)	Şanlıurfa	Haliliye	101	41.6
	Şanlıurfa	Haliliye	99	83.3
	Ortalama			41.6
<i>Sclerotium sp.</i> (Ç 11)	Şanlıurfa	Hilvan	108	66.6
	Şanlıurfa	Hilvan	109	83.3
	Ortalama			74.9
<i>Rhizoctonia solani</i> (Ç 12)	Diyarbakır	Sur	93	75.6
	Diyarbakır	Sur	90	82.0
	Diyarbakır	Sur	92	65.0
	Ortalama			74.2
<i>Macrophomina phaseolina</i> (Ç 13)	Şanlıurfa	Viranşehir	81	66.6
	Diyarbakır	Bismil	127	83.3
	Şanlıurfa	Hilvan	112	75.0
	Diyarbakır	Silvan	132	91.6
	Ortalama			79.1
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Ç 14)	Şanlıurfa	Siverek	117	75.0
	Diyarbakır	Silvan	138	91.6
	Diyarbakır	Silvan	135	75.0
	Şanlıurfa	Haliliye	103	75.0
	Diyarbakır	Ergani	151	91.6
	Ortalama			81.6

Çiçeklenme, kapsül bağlama döneminde kullanılan 113 izolatın 91 adedi hastalık oluşturduğu halde 22 adet izolat hastalık oluşturmamıştır. Grupların ortalama hastalık oranları %9.0-81.6 arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek hastalık oranı *Sclerotinia* sp. (Ç14 grubu), en düşük hastalık oranı ise *Fusarium* sp. (Ç6 grubu) izolatlarında belirlenmiştir.

4.5. Patojenisite Çalışmaları

Patojenisite çalışmaları, kontrollü koşullarda Diyarbakır Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü seralarında saksı denemeleri şeklinde gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla ön patojenisite denemelerinde hastalık oranı yüksek olan izolatlar seçilmiş ve duyarlı bitki olarak Seyran 96 kırmızı mercimek çeşidi kullanılmıştır. Patojenisite testlerinde fide dönemine ait 14 ve çiçeklenme kapsül oluşumuna ait 18 izolat kullanılmıştır. Her iki döneme ait testlerde kullanılan funguslar, izolatlar, ortalama hastalık şiddeti ve hastalık oranları Çizelge 4.10 ve 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.10. Fide döneminde elde edilen temsili izolatların virülenslik testleri sonucunda oluşturdukları hastalık indeksi ve hastalık oranları (%)

Fungal Türler	İzolat Kodu	Hastalık İndeksi	Hastalık Oranı (%)
<i>Fusarium acuminatum</i>	F2 6	0.7 bc*	61.9 abc
	F2 52	1.0 ab	64.4 abc
<i>Fusarium solani</i>	F2 14/1	0.7 bc	60.8 abc
	F6 52	0.6 bc	61.7 abc
<i>Fusarium oxysporum</i>	F3 29	0.8 abc	50.8 bc
	F3 30	0.7 abc	48.2 bcd
	F4 13	0.8 abc	66.5 ab
<i>Fusarium redolens</i>	F4 31	0.4 bc	66.9 ab
	F5 50	1.1 a	81.3 a
<i>Alternaria alternata</i>	Alt F44	0.1 d	17.2 f
	Alt F23	0.2 d	24.9 ef
	Alt F49	0.2 d	27.1 def
<i>Alternaria chlamydosporigena</i>	A 29	0.4 cd	42.0 cde
	B57	0.1d	18.5 f

*Sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine (p=0,05) göre birbirinden önemli ölçüde farklıdır.

Çizelge 4.10 incelendiğinde anlaşılabacağı gibi, fide döneminde izole edilen ve patojenisitesi yapılan *Alternaria* ve *Fusarium* türlerine ait tüm izolatlar hastalık belirtileri oluşturmuş ve belirgin şekilde köklerde kahverengileşme ve çürüklük lezyonlarına neden olmuşlardır (Şekil 4.14). Ortalama hastalık indeksi 0.17 (*A. alternata*) ile 1.15 (*F. redolens*) arasında, ortalama hastalık oranı ise %17.2 (*A. alternata*) ile %81.4 (*F. redolens*) arasında değişiklik göstermiştir. Fungal izolatlar, yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre, hastalık indeksi bakımından 6, hastalık oranı bakımından ise 9 grup oluşturmuşlardır.



Şekil 4.14. *F. redolens* izolatlarının mercimek fidelerinin köklerinde oluşturduğu kahverengi lezyonlar ve çürümeler

Fide dönemi patojenisite çalışmalarının sonuçları değerlendirildiği zaman, *Fusarium* türlerine ait izolatların hastalık indeksi ve hastalık oranlarının *Alternaria* spp. izolatlarına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. *A. alternata* (Alt F44) 0.1 hastalık indeksi ve %17.2 hastalık oranıyla en düşük lezyon oluştururken, *F. redolens* (F5 50) 1.1 hastalık indeksi ve %81.3 hastalık oranıyla en yüksek değere sahip olmuştur (Çizelge 4.10).

Fusarium spp. izolatlarına ait en düşük hastalık şiddeti değeri 0.71 ile *F. solani* (F2 14/1) olurken en yüksek hastalık indeks değeri 1.15 ile *F. redolens* (F5 50) olarak kaydedilmiştir. Aynı şekilde hastalık oranları değerlendirildiği zaman ise en düşük hastalık oranı %48.2 ile *F. oxysporum* (F3 30), en yüksek hastalık oranı da %81.3 ile *F. redolens* (F5 50) ile elde edilmiştir (Çizelge 4.10).

Alternaria spp. izolatlarına ait en düşük hastalık indeks değeri 0.17 ile *A. alternata* (Alt F44) olurken en yüksek hastalık indeks değeri ise 0.44 ile *A. alternata* (A29) fungal türü ile elde edilmiştir. *Alternaria* spp.'nin hastalık oranı değerlendirildiği zaman en düşük hastalık oranı %17.2 ile *A. alternata* (Alt F44) olurken, en yüksek hastalık oranı ise % 42.0 ile *A. alternata* (A29) olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.11. Mercimek çiçeklenme kapsül oluşum döneminde elde edilen temsili fungal izolatların virülenslik testleri sonucunda oluşturdukları hastalık indeksi ve hastalık oranları (%)

Fungal Türler	İzolat Kodu	Hastalık İndeksi	Hastalık Oranı (%)
<i>Fusarium acuminatum</i>	Ç1 58	1.0 abc*	63.3 abcde
	Ç1 61	0.1 e	18.3 gh
	Ç2 112	1.3 ab	60.3 bcde
	Ç2 11	1.2 ab	85.0 a
	Ç3 18	0.8 bcde	68.6 abcd
<i>Fusarium redolens</i>	Ç1 84	0.2 e	16.1 h
	Ç6 93	0.9 abcd	62.1 abcde
	Ç6 78	0.8 bcde	74.8 abc
<i>Fusarium oxysporum</i>	Ç2 140	0.7 bcde	68.9 abcd
	Ç4 134	0.2 de	20.3 gh
<i>Fusarium solani</i>	Ç1 135	0.2 de	25.7 fgh
<i>Fusarium culmorum</i>	Ç3 111	1.0 abc	67.8 abcd
<i>Botrytis cinerea</i>	Ç7 146	0.5 cde	44.8 def
<i>Sclerotium sp.</i>	Ç11 108	0.4 cde	40.5 efg
<i>Macrophomina phaseolina</i>	Ç13 132	1.2 ab	76.5 ab
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Ç14 151	1.5 a	57.7 bcde
<i>Rhizoctonia solani</i>	Ç12-1	1.2 ab	72.2 ab

*Sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine (p=0,05) göre birbirinden önemli ölçüde farklıdır.

Çizelge 4.11 incelendiğinde anlaşılabacağı gibi, çiçeklenme kapsül oluşum döneminde izole edilen ve denemelerde kullanılan tüm fungal türler (*Fusarium acuminatum*, *F. solani*, *F. oxysporum*, *F. redolens*, *F. culmorum*, *Sclerotium sp.*, *Macrophomina phaseolina*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rhizoctonia solani* ve *Botrytis cinerea*) patojen bulunmuş ve tipik hastalık lezyonları oluşturmuşlar ve patojen türler olarak kabul edilmişlerdir (Şekil 4.6). Ortalama hastalık indeks değeri 0.18 (*F. acuminatum*) ile 1.55 (*S. sclerotiorum*) arasında, ortalama hastalık oranı ise %16.1 (*F. redolens*) ile %85.0 (*F. acuminatum*) arasında değişiklik göstermiştir. Fungal türler, yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre, hastalık şiddeti bakımından 8, hastalık oranı bakımında ise 12 grup oluşturmuşlardır.

Yapay inokulasyon sonucunda hastalanan bitkilerin köklerinde zayıflamalar, kahverengi-siyah doku oluşumunun yanı sıra iletim demetlerinde renk değişimleri neticesinde yapraklarda başta açık yeşilden sarıya kadar renk değişimleri gözlemlenmiştir (Şekil 4.15)



Şekil 4.15. Çiçeklenme kapsül oluşum döneminde izole edilen *F. acuminatum* (a) ve *S. sclerotiorum* (b) fungal etmenlerinin mercimek bitkisinde oluşturduğu lezyonlar

Kullanılan bu izolatların meydana getirdiği hastalık indeksi ve hastalık oranları incelendiği zaman, *F. acuminatum* (Ç2 11) ve *M. phaseolina* (Ç 13 132)'nin her ikisi de 1.2 ile en yüksek hastalık şiddeti değerini oluştururken, sırasıyla %85.0 ve %76.5 ile en yüksek hastalık oranlarını meydana getirmişlerdir (Çizelge 4.11).

Çiçeklenme kapsül oluşum döneminde Fusarium izolatlarının hastalık indeksi ve hastalık oranları kendi içinde değerlendirildiği zaman; *F. redolens* (Ç1 84) 0.2 hastalık indeksi ve %16.1 hastalık oranıyla en düşük sonucu verirken, *F. acuminatum* (Ç2 11) 1.2 hastalık indeksi ve %85.0 hastalık oranıyla en yüksek değere ulaşmıştır (Çizelge 4.11).

Patojenisite denemesinde *M. phaseolina* izolatu, 1.2 düzeyinde hastalık indeksi ve %76.5 hastalık oranını oluştururken, *Sclerotinia sclerotiorum* 1.1 hastalık indeksi ve %46.6 hastalık oranı sergilemiştir. *B. cinerea* 0.5 hastalık indeks değeri ve %44.8 hastalık oranı ve *Sclerotium* sp ise 0.4 hastalık indeks değeri ve %40.5 oranında hastalık oluşturmuştur (Çizelge 4.11).

Patojenisite testleri sonucunda hastalanan bitkilerin, kök, kökboğazı ve gövdelerinde kesitler alınarak re-izolasyonlar yapılmıştır. Re-izolasyon sonucunda elde edilen izolatlar, orijinal izolatlar ile karşılaştırılmıştır. Kesin tür tanısı için morfolojik ve moleküler karakterizasyon aşamaları tekrarlanmıştır. Sonuç olarak, re-izolasyon

sonucunda elde edilen izolatların, orijinal izolatlar ile aynı olduğu Koch Postulatu tekniğı ile doğrulanmıştır.

Yapılan bu çalışmada, fide döneminde ve çiçeklenme kapsül oluşum döneminde elde edilen *Fusarium* spp (*F. acuminatum*, *F. solani*, *F. oxysporum*, *F. redolens*, *F. culmorum*), *Alternaria* spp. (*A. alternata*, *A. chlamydosporigena*), *M. phaseolina*, *S. sclerotiorum*, *R. solani*, *Botrytis cinerea* ve *Sclerotium* sp. funguslarının tümünün mercimekte patojen olduğu belirlenmiştir. Ancak oluşturdıkları hastalık şiddeti ve hastalık oranlarında farklılıklar meydana gelmiştir (Çizelge 4.10 ve Çizelge 4.11). Bu konuda daha önce Türkiye’de ve diğer ülkelerde kontrollü ve tarla koşullarında söz konusu toprak kökenli bitki patojeni olan bu etmenlerin mercimekte hastalık yaptığı saptanmıştır. Nitekim Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde yapılan bir çalışmada, *Fusarium acuminatum*, *F. oxysporum*, *F. solani* ve *Alternaria* sp.’nin mercimekte hastalık yaptığı (Sağır, 1988), yine aynı bölgede yapılan diğer çalışmalarda da *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. reticulatum*, *F. equiseti*, *F. subglutinans*, *F. graminearum*, *F. chlamydosporum*, *F. redolens*, *F. proliferatum*, *F. acuminatum*, *F. verticillioide*s, *Fusarium* spp. ve *A. alternata*’nın mercimekte hastalık yaptığı belirlenmiştir (Aydın ve ark., 2004, Ögüt ve Kurt, 2016).

Keza diğer ülkelerde de yapılan çalışmalarda buna benzer sonuçlar elde edilmiştir. Hindistan’da mercimek solgunluk ve kök çürüklüğü hastalığına *F. oxysporum*, *Fusarium* spp., *R. solani*, *R. bataticola*, *S. rolfsii*’nin yol açtığı (Chaudhary ve ark., 2010), Mısır’da *F. oxysporum*, *F. solani*, *M. phaseolina*, *R. solani* ve *S. Rolfsii*’nin önemli verim kayıplarına neden olduğu (Shaban ve El-Bramawy, 2011) kaydedilmiştir. Ayrıca *B. cinerea* ve *S. sclerotiorum*’un Kanada’da yapılan bir çalışmada mercimekte hastalık yaptığı bildirilmiştir (Kader ve ark., 2022). İran’da (Kaiser ve Horner, 1980) ve Pakistan’da (Siddiqui ve ark., 2001) yapılan bir başka çalışmada ise *R. solani* ve *M. phaseolina*’nın mercimekte kök çürüklüğüne neden olduğu bildirilmiştir.

4.6. Mercimek Çeşitlerinin Seçilen Toprak Kökenli Fungal Patojenlere Karşı Reaksiyonları

Çalışmanın bu aşaması Diyarbakır Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü kontrollü sera koşullarında saksılarda gerçekleştirilmiştir. Fırat-87, Yerli Kırmızı, Seyran-96, Çağır, Tigris ve Altıntoprak kırmızı mercimek çeşitlerinin *Fusarium redolens*, *Fusarium*

solani, *Fusarium acuminatum*, *Macrophomina phaseolina*, *Rhizoctonia solani* ve *Sclerotinia sclerotiorum* funguslarının patojen izolatlarına karşı reaksiyonu çalışmaları sonucunda elde edilen bulgular Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Sera koşullarında bazı mercimek çeşitlerinin toprak kaynaklı fungal patojenlere karşı reaksiyonları sonucu ortaya çıkan hastalık indeks değerleri

İzolot kodu	Çeşit Adı						Ort.
	Tigris	Seyran 96	Fırat 87	Çağıl	Altıntoprak	Yerli Kırmızı	
<i>F. redolens</i> F5 50	0.6 b	0.9 a	0.6 b	0.9 ab	1.2 a	1.5 a	0.9
<i>F. solani</i> F6 52	1.0 ab	1.3 a	0.6 b	1.3 a	1.1 ab	0.6 b	0.9
<i>F.acuminatum</i> Ç2 11	2.0 a	1.4 ab	1.3 b	0.4 c	2.0 a	1.6 ab	1.4
<i>M. phaseolina</i> Ç13 132	1.6 ab	2.5 a	0.8 b	2.3 a	2.5 a	1.3 ab	1.8
<i>S. sclerotiorum</i> Ç14 151	0.8 b	1.1 b	1.7 a	0.8 b	1.2 ab	1.7 a	1.2
<i>R. solani</i> Ç12	0.6 a	1.6 a	1.1 ab	1.1 ab	1.6 a	1.4 a	1.2
Ortalama	1.1	1.4	1.0	1.1	1.6	1.3	1.2

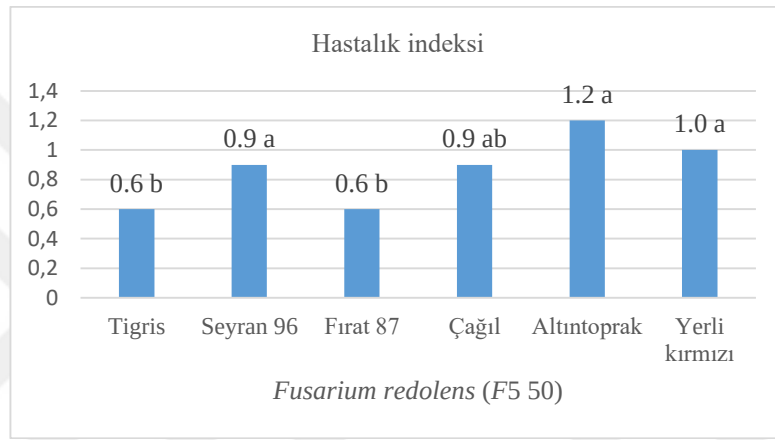
*Sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine (p=0,05) göre birbirinden önemli ölçüde farklıdır.

Çizelge 4.12 incelendiğinde anlaşılabacağı gibi, çeşit reaksiyonu denemelerinde kullanılan *F. redolens*, *F. solani*, *F. acuminatum*, *M. phaseolina*, *S.sclerotiorum* ve *R. solani*, denemede yer alan Fırat-87, Yerli Kırmızı, Seyran-96, Çağıl, Tigris ve Altıntoprak mercimek çeşitlerinde farklı düzeylerde hastalık belirtileri oluşturmuştur. Ancak çeşitlerin hastalık indeksinde farklılıklar saptanmıştır. Nitekim yapılan istatistiksel analizlerde, her fungusun çeşitlerde oluşturdukları hastalık indeksi değerleri, kendi içerisinde ayrı ayrı değerlendirilmiş olup, mercimek çeşitlerinin hastalık indeksi arasında farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı (p<0.05) bulunmuştur. Mercimek çeşitleri *F. redolens*, *F. solani*, *M. phaseolina*, *R. solani* ve *S. sclerotiorum* üçer grup, *F. acuminatum* fungusuna karşı ise dört farklı grup oluşturmuşlardır (Çizelge 4.12).

Çeşit reaksiyonu denemelerinde kullanılan fungusların mercimek çeşitlerinde oluşturdukları hastalık indeksi değerleri farklılık göstermiştir. *F. redolens*, *F. solani*, *F. acuminatum*, *M. phaseolina*, *S. sclerotiorum* ve *R. solani* fungusların ortalama hastalık

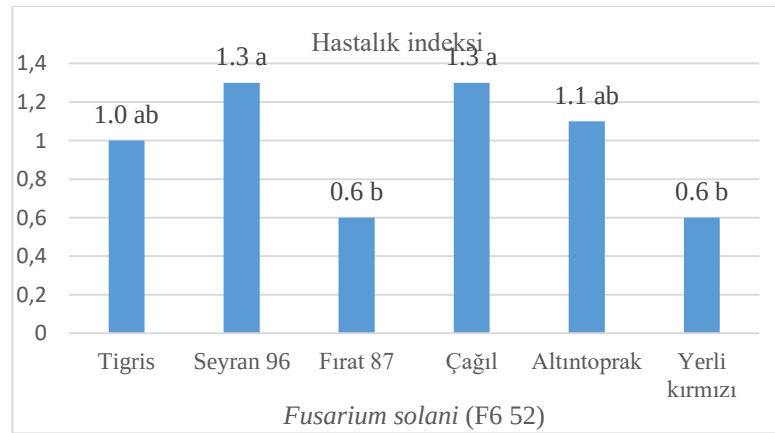
indeksi değerleri sırasıyla 0.9, 0.9, 1.4, 1.8, 1.2 ve 1.2 olarak saptanmıştır. En dūřuk hastalık indeksi 1.2 ile *S. Sclerotiorum* ve *R. Solani*, en yūksek hastalık indeksi ise 1.83 ile *M. phaseolina*'da ortaya çıkmıştır. Aynı şekilde mercimek çeşitlerinin hastalık şiddetleri de funguslara gōre farklılık gōstermiřtir. Tigris, Seyran-96, Fırat-87, ağıl, Altıntoprak ve Yerli Kırmızı çeşitlerin hastalık indeksleri, sırasıyla 1.1, 1.4, 1.0, 1.1, 1.6 ve 1.3 olarak belirlenmiştir. En dūřuk hastalık indeksi (1.0) Fırat 87, en yūksek hastalık indeksi (1.6) Altıntoprak eřidinde ortaya çıkmıştır (izelge 4.12).

***Fusarium redolens*:** En dūřuk hastalık indeksi (0.6) Tigris ve (0.6) Fırat 87 eřitlerinde, en yūksek hastalık indeksi (1.2) ile Altıntoprak eřidinde kaydedilmiřtir (řekil 4.16).



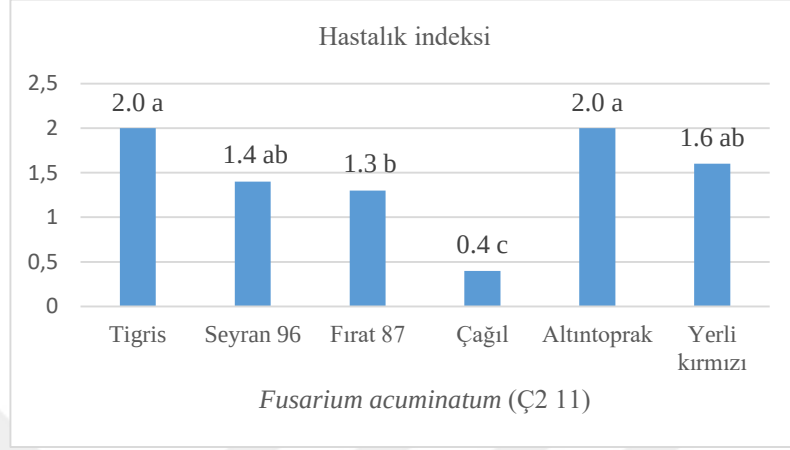
şekil 4.16. *F. redolens* fungal patojeninin mercimek çeşitlerinde oluşturduğu hastalık indeksi değerleri

***Fusarium solani*:** En dūřuk hastalık indeksi (0.6) Yerli kırmızı ve (0.6) Fırat 87, en yūksek hastalık indeksi (1.3) Seyran 96 ve (1.3) aęıl eřitlerinde elde edilmiřtir (řekil 4.17.).



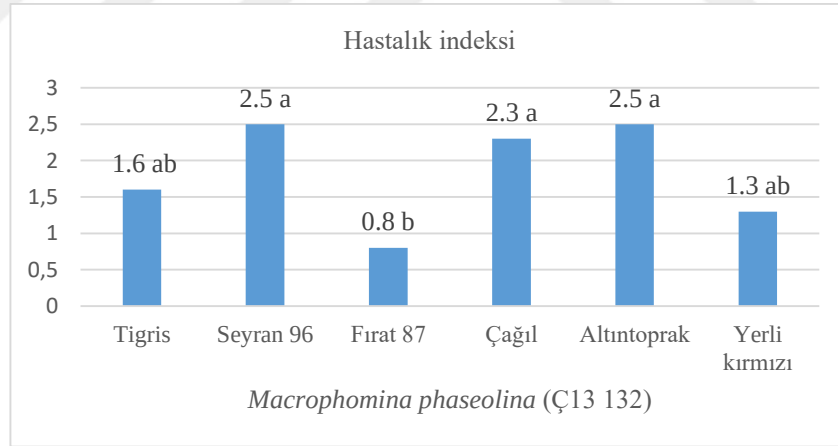
şekil 4.17. *F. solani* fungal patojeninin mercimek çeşitlerinde oluşturduğu hastalık indeksi değerleri

***Fusarium acuminatum*:** En düşük hastalık indeksi (0.4) Çağıl çeşidinde, en yüksek hastalık indeksi (2.0) ise Altıntoprak ve (2.0)Tigris çeşitlerinde kaydedilmiştir (Şekil 4.18.).



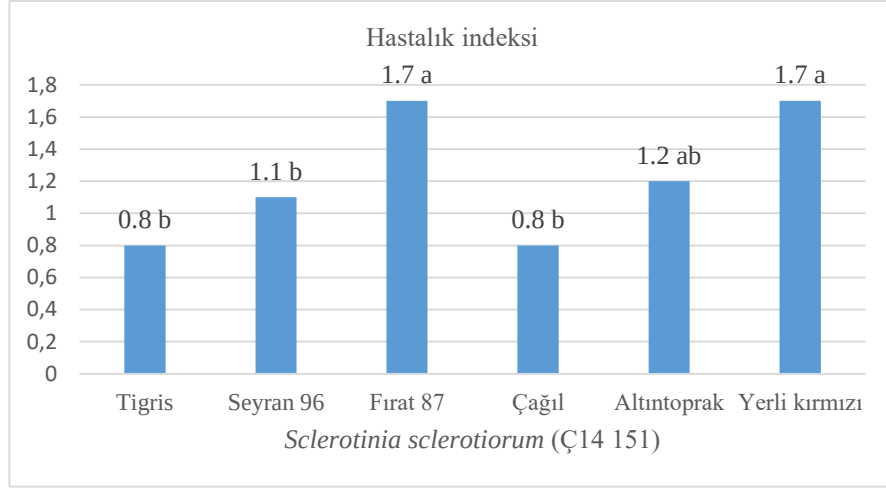
Şekil 4.18. *F. acuminatum* fungal patojeninin mercimek çeşitlerinde oluşturduğu hastalık indeksi değerleri

***Macrophomina phaesolina*:** En düşük hastalık indeksi (0.8) Fırat 87, en yüksek hastalık indeksi (2.5) ise Altıntoprak çeşidinde kaydedilmiştir (Şekil 4.19.).



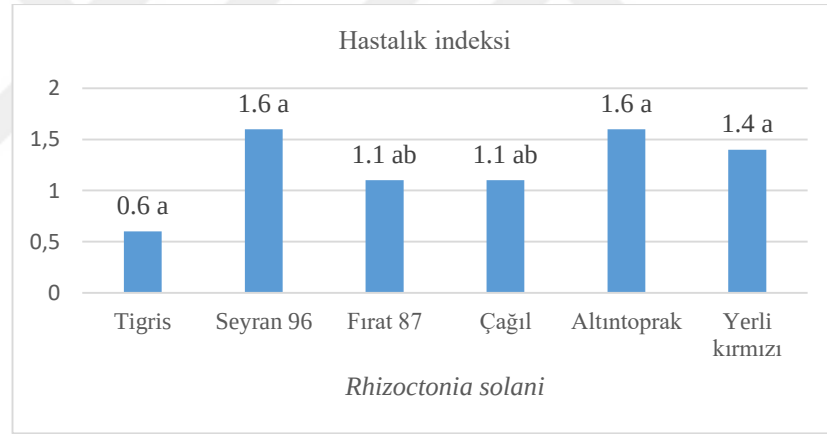
Şekil 4.19. *M. Phaesolina* fungal patojeninin mercimek çeşitlerinde oluşturduğu hastalık indeksi değerleri

***Sclerotinia sclerotiorum*:** En düşük hastalık indeksi (0.8) Tigris ve (0.8) Çağıl, en yüksek hastalık indeksi (1.7) Yerli kırmızı ve (1.7) Fırat 87 çeşitlerinde kaydedilmiştir (Şekil 4.20).



Şekil 4.20. *S. sclerotiorum* fungal patojeninin mercimek çeşitlerinde oluşturduğu hastalık indeksi değerleri

***Rhizoctonia solani*:** En düşük hastalık indeksi (0.6) Tigris, en yüksek hastalık indeksi (1.6) Seyran 96 ve (1.6) Altıntoprak çeşitlerinde kaydedilmiştir (Şekil 4.21).



Şekil 4.21. *R. solani* fungal patojeninin mercimek çeşitlerinde oluşturduğu hastalık indeksi değerleri

Çeşit reaksiyonu belirleme denemelerinde 6 mercimek çeşidi ve 6 farklı fungal patojen izolatı kullanılarak yapılan denemelerde, bütün çeşitler, test edilen funguslara karşı farklı düzeyde reaksiyon göstermişlerdir. Bilindiği gibi çalışma konumuz olan toprak patojenleri toprakta bir kompleks halinde bulunurlar (Anderson ve ark., 2021) ve hep birlikte bitkilerde çökerten, kök ve kökboğazı çürüklüğüne ya da gövde çürüklüğüne neden olurlar. Bir mercimek çeşidinin tüm toprak patojenlerine karşı, aynı düzeyde reaksiyon göstermeleri beklenemez. Bir patojene karşı dayanıklı çeşit belirlemek daha kolay olduğu halde, çok sayıda patojene karşı başka bir ifade ile çok dayanıklı çeşit

belirlemek çok zordur. Tüm funguslar dikkate alındığında, Fırat 87, Tigris ve Çağır çeşitlerinde hastalık indeksinin daha az, fakat Seyran 96, Çağır ve Yerli Kırmızı çeşitlerinde ise daha yüksek düzeyde ortaya çıktığı saptanmıştır (Çizelge 4.12).

Ülkemizde ve diğer ülkelerde toprak patojenlerine karşı test edilen mercimek çeşitleri ya da genotiplerinin farklı düzeylerde reaksiyonlar gösterdikleri belirlenmiştir. Nitekim Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde mercimekte kök çürüklüğü ve solgunluk etmeni bazı *Fusarium* türlerine karşı test edilen 16 kırmızı ve yeşil mercimek çeşidinin hiç birinin yüksek düzeyde dayanıklı veya tolerant olmadığı, Meyveci, Gümrah ve Çağır çeşitlerinin hastalık şiddeti bakımından en düşük, Yusufhan ve Fırat-87 çeşitlerinin ise en yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir (Öğüt 2015).

Pakistan'da yapılan bir çalışmada *Fusarium oxysporum* f. sp. *lentis*'in 15 izolatına karşı test edilen ILL-4605 mercimek hattının Masoor-93 çeşidine göre daha dayanıklı olduğu belirlenmiştir (Altaf ve ark., 2014). Pakistan'da yapılan başka bir çalışmada 466 mercimek genotipi *F. oxysporum*, *Botrytis cinerea* ve *Sclerotium rolfsii* karşı test edilmiştir. Genotiplerin çoğunun tüm hastalıklara karşı oldukça hassas olduğu, LPP 12089 genotipinin *F. oxysporum*'a, LPP 11002 genotipinin ise *B. cinerea* oldukça dayanıklı olduğu, *Sclerotium rolfsii*'ye karşı hiçbir genotipin yüksek dayanıklı olmadığı, fakat 60 genotipin dayanıklı olduğu, Birden fazla hastalığa karşı 23 genotipin dayanıklı olduğu belirlenmiştir (Asghar ve ark., 2018).

Hindistan'da yapılan bir çalışmada, *Sclerotium rolfsii* kök çürüklüğüne karşı, test edilen 11 mercimekte çeşidinde, en yüksek hastalık şiddetinin WBL-81 (%37.9), en düşük hastalık indeksinin LL-56 (%3.3) elde edildiği bildirilmiştir (Mondal ve ark., 2021). Hindistan'da yapılan bir çalışmada, *F. oxysporum* f. sp. *lentis*'in agresif AGLF-11 izolatına karşı, 50 mercimek genotipi test edilmiştir. Bu genotiplerden 14'ü yüksek duyarlılık, 29'u orta düzeyde duyarlılık, 5'i orta düzeyde dayanıklı ve sadece 2 (L 7920 ve DPL 58) çeşidin dayanıklı reaksiyonu gösterdiği kaydedilmiştir (Tarannum ve ark., 2021).

Kanada'da yapılan bir çalışmada *Sclerotinia sclerotiorum* ve *Botrytis cinerea*'ya karşı 10 mercimek çeşidi test edilmiştir. *S. sclerotiorum* hastalık şiddeti çeşitlerde benzer olduğu, ancak yıllar arasında farklılık gösterdiği, mercimek çeşitlerinin tümünün *B. cinerea*'ya oldukça duyarlı olduğu, çeşit performansında tutarlı bir eğilim olmadığı bildirilmiştir (Kader ve ark., 2022).

4.7. Seçilmiş Bazı Fungisitlerin Sera Koşullarında Mercimekte Toprak Kaynaklı Önemli Fungal Patojenlere Karşı Etkinlikleri

Fungusit denemeleri Diyarbakır Zirai mücadele Araştırma Enstitüsü seralarında kontrollü koşullarda gerçekleştirilmiştir. Denemelerde, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yaygın olarak yetiştirilen Seyran 96 mercimek çeşidi ve bölgede yaygın bulunan ve patojen *F. redolens*, *F. solani*, *F. acuminatum*, *M. phaseolina*, *R. solani* ve *S. sclerotiorum* izolatları kullanılmıştır. Tohum uygulaması şeklinde farklı firmalardan temin edilen, Maxim XL 035 FS ve Insure Perform ticari fungusitleri ile Serenade SC biyolojik preparatı kullanılarak çalışmalar yürütülmüştür.

Tohum uygulaması şeklinde, triticonazole+pyraclostrobin aktif maddeli fungusitin farklı üç dozunun, *F. redolens*, *F. solani*, *F. acuminatum*, *M. phaseolina*, *S. sclerotiorum* ve *R. solani* funguslarına uygulamasında elde edilen sonuçlar çizelge 4.13’de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Triticonazole + pyraclostrobin aktif maddeli ticari fungusitin tohum uygulaması sonucu ortaya çıkan ortalama hastalık indeks değerleri ve etki oranları (%)

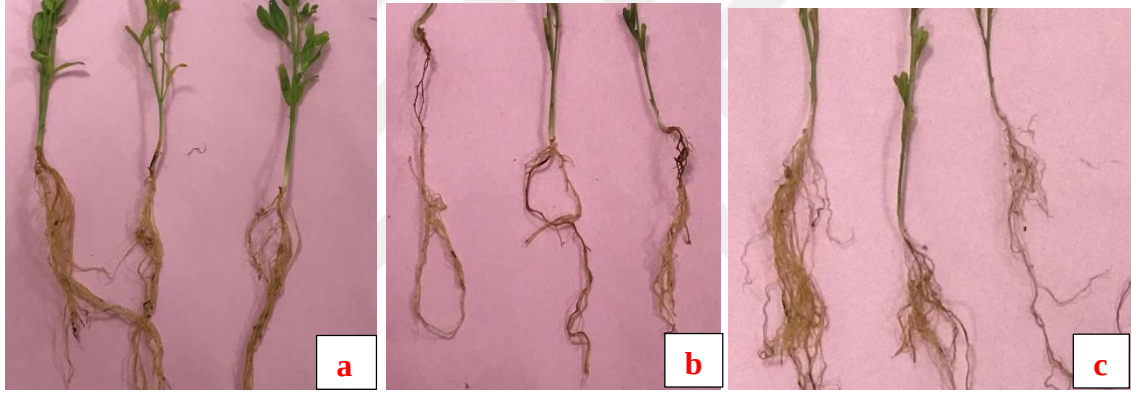
Etken Madde	Doz (ml)	Fungus Türü ve İzolat Kodu	Hastalık İndeks Değeri	Etki Oranı (%)	Ort. Etki Oranı (%)
Triticonazole + Pyraclostrobin	25	<i>F. redolens</i> F5 50	1.2 ab	19.3	38.6
	50		0.8 b	46.6	
	75		0.7 b	50.0	
	Kontrol		1.5 a		
	25	<i>F. solani</i> F6 52	1.1 b	30.7	55.8
	50		0.6 c	59.6	
	75		0.6 c	77.1	
	Kontrol		1.6 a		
	25	<i>F. acuminatum</i> Ç2 11	0.3 b	72.0	78.9
	50		0.3 b	75.2	
	75		0.1 b	89.6	
	Kontrol		1.2 a		
25	<i>M. phaseolina</i> Ç13 132)	0.8 b	48.8	62.3	
50		0.5 b	66.2		
75		0.4 b	72.0		
Kontrol		1.7 a			
Triticonazole + Pyraclostrobin	25	<i>S. sclerotiorum</i> Ç14 151	2.9 a	6.7	4.7
	50		2.9 a	3.7	
	75		2.6 a	3.7	
	Kontrol		3.2 a		
	25	<i>R. Solani</i>	0.8 b	51.1	6.2
	50		0.6 b	63.7	
	75		0.5 b	71.2	
	Kontrol		1.7 a		
Ortalama				41.0	
75 ml dozun ortalama etkisi				60.6	

Çizelge 4.13 incelendiğinde anlaşılabileceği gibi, triticonazole + pyraclostrobin aktif maddeli fungusitin her üç dozunun denemede kullanılan bütün fungusları değişik oranlarda etkilediği belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizlerde *S. sclerotiorum* uygulamasında doz uygulamaları arasında bir fark bulunmadığı halde, *F. redolens*, *F. solani*, *F. acuminatum*, *M. phaseolina* ve *R. solani*'de doz uygulamaları arasında etki bakımından farklılıklar belirlenmiştir. *F. redolens* ve *F. solani* de 3'er grup olduğu halde. *F. acuminatum*, *M. phaseolina* ve *R. solani*'de 2'şer istatistiksel grup oluşmuştur. *S.*

sclerotiorum hariç diğer 5 fungus uygulamasında ilaç dozu artıkça etki oranının da bir yükseliş olduğu belirlenmiştir.

Triticonazole+pyraclostrobin etken maddeli fungusit uygulamasının *F. redolens*, *F. solani*, *F. acuminatum*, *M. phaseolina*, *S. sclerotiorum* ve *R. solani* funguslarına karşı etki oranı %3.7-89.6 arasında değişiklik göstermiştir. En düşük etki oranı %3.7 ile *S. sclerotiorum* uygulamasında, en yüksek etki oranı ise %89.6 ile *F. acuminatum* fungusuna karşı yapılan uygulamada elde edilmiştir (Çizelge 4.13;Şekil 4.22).

Triticonazole + pyraclostrobin aktif maddeli fungusitin her üç dozun etki ortalaması ve 6 fungus dikkate alındığı zaman, ilacın etkinliği funguslara göre %6.2-78.9 arasında değişiklik göstermiştir. İlacın her üç dozunun ortalama etkisi, *F. redolens*'de %38.6, *F. solani*'de %55.8, *F. acuminatum*'da %78.9, *M. phaseolina*'da %62.3, *S. sclerotiorum*'da %4.7 ve *R. solani*'de %6.2 oranında etkili bulunmuştur (Çizelge 4.13).



Şekil 4.22. Triticonazole + pyraclostrobin aktif maddeli fungusitin; 25 ml (a), 50 ml (b) ve 75 ml (c) doz uygulamasında bitkide ortaya çıkan *F. acuminatum* hastalık belirtileri

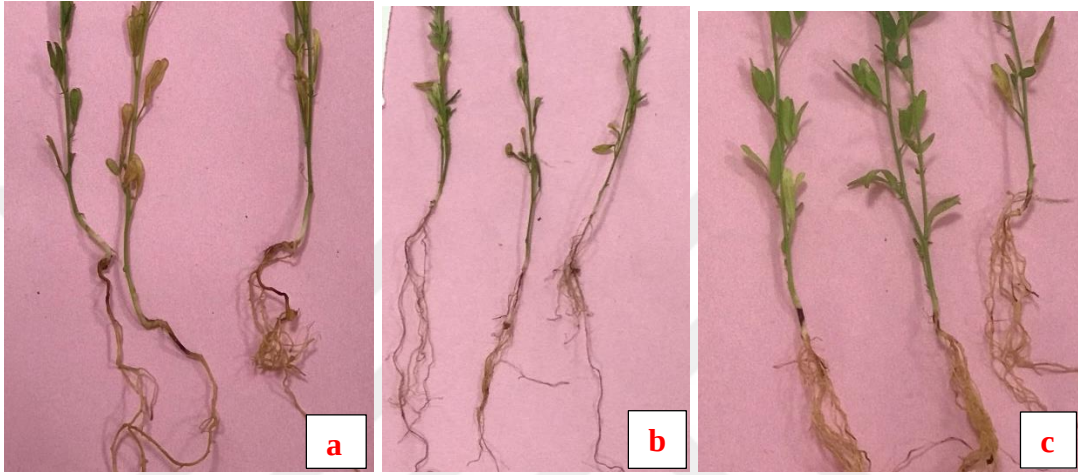
Tohum uygulaması şeklinde, Fludioxonil + metalaxyl-m aktif maddeli fungusitin farklı üç dozunun *Fusarium redolens*, *F. solani*, *F. acuminatum*, *M. phaseolina*, *S. sclerotiorum* ve *R. solani* funguslarına etkinlik uygulamalarında elde edilen sonuçlar çizelge 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Fludioxonil + metalaxyl-M aktif maddeli fungusitin tohum uygulaması sonucu ortaya çıkan ortalama hastalık indeks değerleri ve etki oranları (%)

Etken Madde	Doz (ml)	Fungal Türler ve İzolat Kodu	Hastalık İndeks Değeri	Etki Oranı (%)	Ort. Etki Oranı (%)
Fludioxonil +metalaxyl-m	150	<i>F. redolens</i> F5 50	1.0 b	51.2	51.8
	200		1.0 b	47.8	
	250		0.8 b	56.5	
	Kontrol		2.0 a		
	150	<i>F. solani</i> F6 52	0.8 b	54.4	68.3
	200		0.4 b	75.0	
	250		0.4 b	75.5	
	Kontrol		1.8 a		
	150	<i>F. acuminatum</i> Ç2 11	0.7 b	38.0	41.2
	200		0.7 b	39.6	
	250		0.6 b	46.0	
	Kontrol		1.2 a		
	150	<i>M. phaseolina</i> Ç13 132	0.6 b	47.6	56.5
	200		0.4 b	55.5	
	250		0.2 b	66.6	
	Kontrol		1.2 a		
	150	<i>S. sclerotiorum</i> Ç14 151	2.5 a	10,4	18.4
	200		2.3 a	16,4	
	250		2.0 a	28,6	
	Kontrol		2.8 a		
Fludioxonil +metalaxyl-m	150	<i>R. solani</i>	0.9 b	29.9	46.4
	200		0.6 c	52.5	
	250		0.5 c	56.9	
	Kontrol		1,3 a		
Ortalama					47.1
250 ml’lik Dozun Ortalama Etkisi				55.0	

Çizelge 4.14 incelendiğinde anlaşılabacağı gibi, fludioxonil + metalaxyl-m aktif maddeli fungusitin üç farklı dozdaki, tohum uygulamasında etki oranları farklı bulunmuştur. En düşük etki oranı %10.4 ile 150 ml olarak *S. sclerotiorum* uygulamasında, en yüksek etki oranı ise, 250 ml dozunda *F. solani* uygulamasında elde edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizlerde *S. sclerotiorum* uygulamasında dozlar arasında farklılık bulunmadığı halde *F. redolens*, *F. solani*, *F. acuminatum*, *M. phaseolina* uygulamasında etki oranı bakımından ilaç dozları iki grup, *R. solani*'de ise ilaç dozları üç grup oluşturmuştur. Bu ilaç uygulamasında da denemede yer alan 6 fungusta da ilaç dozu artışı ile etki oranı artışı arasında bir paralellik olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.14).

Her ilaç dozu İlaçların dozlarının seçilen patojen fungal patojenlere ortalama etki oranları dikkate alındığında, fludioxonil + metalaxyl-M etken maddeli ilacın funguslara bağlı olarak %18.4 (*S. sclerotiorum*) ile %68.3 (*F. Solani*) arasında değişkenlik gösterdiği saptanmıştır. Fludioxonil + metalaxyl-M aktif maddeli fungusit *F. redolens*'de %51.8, *F. solani*'de %68.3, *F. acuminatum*'da %41.2, *M. phaseolina*'da % 56.5, *S. sclerotiorum*'da %18.4 ve *R. solani*'de %46.4 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.14; Şekil 4.23).



Şekil 4.23. Fludioxonil + metalaxyl-M aktif maddeli fungusitin; 150 ml (a), 200 ml (b) ve 250 ml (c) doz uygulamasında bitkide ortaya çıkan *F. solani* hastalık belirtileri

Tohum uygulaması şeklinde, *Bacillus subtilis* QST 713 aktif maddeli biyolojik preperatın farklı üç dozunun (250, 300 ve 350 ml/100 kg tohum) *F. redolens*, *F. solani*, *F. acuminatum*, *M. phaseolina*, *S. sclerotiorum* ve *R. solani* funguslarında elde edilen sonuçlar çizelge 4.15'de verilmiştir.

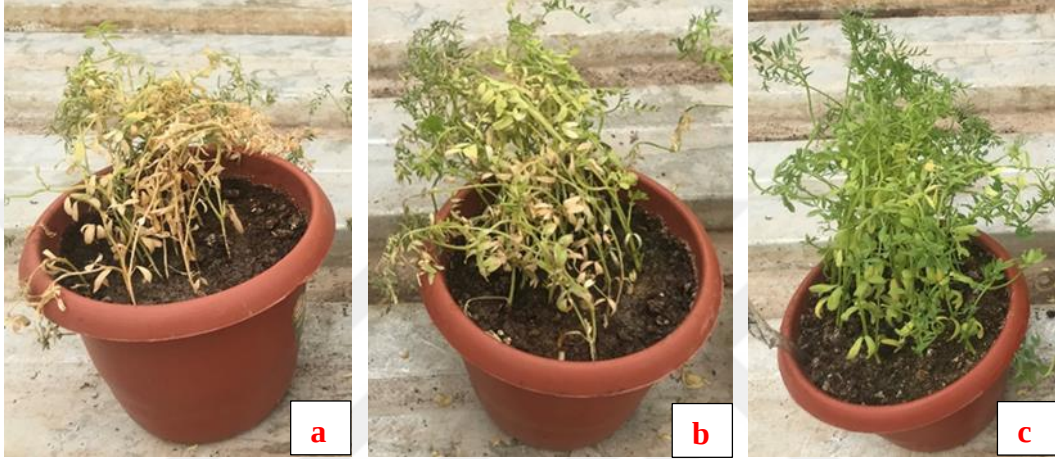
Çizelge 4.15. *Bacillus subtilis* QST 713 ırkı biyolojik preparatın tohum uygulaması sonucu ortaya çıkan ortalama hastalık indeks değerleri ve etki oranları (%)

Etken Madde	Doz (ml)	Fungal Türler ve İzolat Kodu	Hastalık İndeks Değeri	Etki Oranı (%)	Ort. Etki Oranı (%)
Bacillus subtilis QST 713 ırkı	250	F. redolens F5 50	1.6 a	5.7	20.9
	300		1.6 a	8.5	
	350		0.9 a	48.5	
	Kontrol		1.7 a		
	250	F. solani F6 52	1.2 bc	25.4	30.7
	300		1.1 ab	30.7	
	350		1.0 c	36.0	
	Kontrol		1.6 a		
	250	F. acuminatum Ç2 11	1.3 a	26.2	30.7
	300		1.2 a	32.2	
	350		1.2 a	33.8	
	Kontrol		1.8 a		
	250	M. phaseolina Ç13 132	1.4 ab	13,5	29.3
	300		1,0 b	37,0	
	350		1.0 b	37,6	
	Kontrol		1.6 a		
Bacillus subtilis QST 713 ırkı	250	S. sclerotiorum Ç14 151	2.2 b	39.0	43.2
	300		2.2 b	40.1	
	350		1.8 b	50.6	
	Kontrol		3.6 a		
	250	R. solani	1.3 a	9.4	13.7
	300		1.2 a	13.5	
	350		1.2 a	18.2	
	Kontrol		1.4 a		
Ortalama					28.1
350 ml’lik Dozun Ortalama Etkisi				37.4	

Çizelge 4.15 incelendiği zaman görüleceği gibi, *Bacillus subtilis* QST 713 aktif maddeli biyolojik preparatın 6 farklı fungus uygulamasında farklı etki oranları elde edilmiştir. En düşük etki oranı %5.7 ile 250 ml *F. redolens*, en yüksek etki oranı ise %48.5 ile yine aynı fungusun 350 ml uygulamasında elde edilmiştir. Bu preparatın doz artışı ile etki oranı artışı arasında daha önce anlatılan iki aktif madde de olduğu gibi bir paralelliğin olduğu tüm fungus uygulamalarında saptamıştır (Çizelge 4.15).

Yapılan istatistiksel analizlerde, bu preparatın, *F. redolens*, *F. acuminatum* ve *R. solani*’deki uygulaması istatistiksel olarak farksız bulunurken, *F. solani*, *M. phaseolina* ve *S. Sclerotiorum*’da farklı bulunmuş ve ayrı istatistiksel gruplar oluşmuştur. İlacın her üç

dozunun ortalama etki oranı ile 6 fungus dikkate alındığı zaman, en düşük etkinin %13.7 ile *R. solani* en yüksek etkinin %43.2 ile *S. sclerotiorum* 'da ortaya çıktığı belirlenmiştir. *Bacillus subtilis* QST 713 aktif maddeli biyolojik preperatının her üç dozunun ortalama etki oranları; *F. redolens* 'de %20.9, *F. solani* 'de %30.7, *F. acuminatum* 'da %30.7, *M. phaseolina* 'da %29.3, *S. sclerotiorum* 'da %43.2 ve *R. solani* 'de 13.7 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.15).



Şekil 4.24. *Bacillus subtilis* QST 713 aktif maddeli biyolojik preperatın 250 ml (a), 300 ml (b) ve 350 ml (c) doz uygulamasında bitkide ortaya çıkan *S. sclerotiorum* hastalık belirtileri

F. redolens, *F. solani*, *F. acuminatum*, *M. phaseolina*, *S. sclerotiorum* ve *R. Solani* 'ye karşı etkileri belirlenen fludioxonil + metalaxyl-m, triticonazole + pyraclostrobin ve *Bacillus subtilis* QST 713 ırkı fungusitlerin üçer doz uygulamalarına göre farklı etki oranları elde edilmiştir. Bu aktif maddelerin etki oranları hem kendi içerisinde hem uygulama dozları arasında etki farklılıkları olduğu belirlenmiştir. Her üç etken madde ve dozları ile 6 fungus dikkate alındığı zaman triticonazole + pyraclostrobin etki oranının %41.0, fludioxonil + metalaxyl-M etki oranının %47.1 ve *Bacillus subtilis* QST 713 etki oranı %28.1 olduğu belirlenmiştir. Toprak patojenleri ile mücadelede kimyasal mücadelenin zorluğu düşünüldüğü zaman, Triticonazole 80g + pyraclostrobin 40g ve Fludioxonil 25g + metalaxyl-m 10 g 'ın etki oranının belirli bir düzeyde olduğu, fakat biyolojik preperat olan *Bacillus subtilis* QST 713 ırkı'nın etki oranının *S. sclerotiorum* hariç diğer funguslara karşı etkisinin düşük olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.13, 4.14, 4.15). Mercimekte hastalık yapan toprak patojenlerine karşı yurt dışında

yapılan ilaç denemelerinde ve biyolojik preperat uygulamasında değişik sonuçlar elde edilmiştir.

Hindistan'da tarla koşullarında PDL 2 çeşidi kullanılarak, tohum uygulaması şeklinde yapılan çalışmada, mercimek solgunluk (*F. oxysporum* f. sp. *lentis*) hastalığının, *Bacillus subtilis* + carboxin (Vitavax) uygulaması ile %66 oranında kontrol edildiği belirlenmiştir. Ayrıca *Gliocladium virens*, *Trichoderma harzianum* ve *Trichoderma viride*'nin tekli ve kombinasyon halinde uygulamasının hastalığı %79 oranında azalttığı saptanmıştır (De ve Chaudhary 1999). Aynı ülkede mercimekte kök çürüklüğüne neden olan *Sclerotium rolfsii*'nin mücadelesine yönelik yapılan bir çalışmada, fungusit ve biyolojik preperatlar kullanılmıştır. *Chaetomium globosum* (%83.2), *Pseudomonas fluorescens* (%76) ve *Trichoderma viridae* (%71.8)'nin etkili olduğu, Curzate M (cymoxanil + mancozeb) ve Nativo (tebuconazole + rifloxysrobin) uygulamasında miselyal gelişimde azalma olduğu, entegre hastalık yönetiminde en düşük hastalık çıkışı ile maksimum verimin *Trichoderma* ve *Pseudomonas* tohum uygulamasından elde edildiği saptanmıştır (Arya ve ark. 2021). Hindistan'da mercimekte *Fusarium oxysporum* f. sp. *lentis*'in mücadelesine yönelik yapılan başka bir çalışmada, hastalık çıkışının en az propiconazole uygulamasından elde edilirken (%15.2), sırasıyla azoxystrobin (%18.2), *T. viride* (%32.1), *Pseudomonas fluorescens* (%39.8) ve *Bacillus subtilis* (%43.0) takip ettiği belirlenmiştir. (Mahato ve ark., 2022).

Pakistan'da maş fasulyesi kök çürüklüğü hastalığının kontrolünde, 32 *Pseudomonas aeruginosa* izolatu ve farklı konukçu bitki rizosferinden elde edilen *Bacillus subtilis* izolatları kullanılmıştır. Bakteri izolatları *Macrophomina phaseolina*, *Fusarium solani* ve *Rhizoctonia solani*'nin miselyal gelişimini inhibe ettiği, ayrıca *P. aeruginosa* ve *B. subtilis* bakteri izolatlarının sera ve tarla koşullarında kök çürüklüğünü önemli ölçüde baskıladığı belirlenmiştir (Siddiqui ve ark. (2001).

Bangladeş'te mercimekte kök ve gövde çürüklüğüne neden olan *Fusarium oxysporum* f. sp. *lentis* ve *Sclerotium rolfsii*'ye karşı tarla koşullarında; iprodione, fenemidone + mancozeb, carbendazim ve captan'ın etkinlikleri araştırılmıştır. Bu fungusitlerin, mercimekte kök çürüklüğünü oranını önemli ölçüde azalttığı ve en yüksek performansın fenamidone + mancozeb uygulamasından sağlandığı belirlenmiştir (Hoque ve ark., 2014). Aynı ülkede yapılan bir başka çalışmada tohum uygulaması şeklinde, mercimekte kök ve gövde çürüklüğüne neden olan *F. oxysporum* f. sp. *lentis* ve *S.*

rolfsii'ye karşı, carbendazim ve thiram + carboxin fungusitleri ile *Trichoderma* uygulamasının etkisi araştırılmıştır. Hastalık oranındaki azalmada carbendazim ve trichoderma uygulamalarının etkisinin benzer olduğu, fakat en yüksek etkinin carboxin + thiram uygulamasıyla elde edildiği saptanmıştır (Shahiduzzaman 2015).

Mısır'da, *F. oxysporum*, *F. solani*, *M. phaseolina*, *R. solani* ve *S. rolfsii*' nin önemli verim kayıplarına neden olduğu, *Rhizobium* spp. ve *Trichoderma* sp.'nin bazı toprak kaynaklı fungal hastalıkların biyolojik kontrolünde kullanılabileceği bildirilmiştir (Shaban ve El-Bramawy 2011). Ayrıca Yunanistan'da yapılan çalışmada, mercimekte kök çürüklüğü etmeni *Sclerotinia sclerotiorum*'un izolatlarının thiophanate-methyl ve triazol grubu fungusitlerine karşı duyarlı olduğu, miselyum veya sklerot gelişimini önlediği, hastalığın kontrolünde kullanılabileceği kaydedilmiştir (Ioannis 2013).

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Diyarbakır, Mardin ve Şanlıurfa illerinde 2020-2021 yıllarında, mercimek üretim alanlarında toprak kökenli fungal etmenlerin neden olduğu kök ve kökboğazı çürüklüğü hastalığının yaygınlık ve hastalık oranlarını, etmenlerin morfolojik ve moleküler tekniklerle tanımlanması, farklı mercimek çeşitlerinin bulunan etmenlere karşı reaksiyonları ve bunlarla kimyasal mücadele olanaklarının belirlenmesi bu araştırma ile gerçekleşmiştir.

Yapılan çalışmalar sonucunda mercimek kök ve kökboğazı çürüklüğü hastalığının hem fide hem çiçeklenme kapsül oluşum döneminde bölgede önemli olduğu ortaya konmuştur. Fide döneminde 3 ilin ortalama hastalık oranı %21.0, yaygınlık oranı ise %50.4, çiçeklenme kapsül oluşum döneminde hastalık oranı %16.1 yaygınlık oranı ise %32.4 olarak saptanmıştır.

Fide döneminde yapılan izolasyonlarda, 3 farklı cinse bağlı 7 farklı tür (*F. oxysporum*, *F. acuminatum*, *F. solani*, *F. redolens*, *R. solani*, *A. alternata* ve *A. chlamydosporigena*), çiçeklenme ve kapsül oluşum döneminde ise 5 farklı cins ve 10 fungus türü (*F. oxysporum*, *F. acuminatum*, *F. solani*, *F. redolens*, *F. culmorum*, *M. phaseolina*, *S. sclerotiorum*, *Botrytis cinerea*, *R. solani* ve *Sclerotium* sp.) belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda mercimek alanlarında tespit edilen hastalık etmenlerine ait izolatların dağılımları incelendiğinde Diyarbakır ilinde hem fide hem de çiçeklenme kapsül oluşum döneminde en fazla *Fusarium acuminatum* izolatı elde edilirken, Mardin ve Şanlıurfa illerinde ise fide döneminde *Fusarium acuminatum*, çiçeklenme kapsül oluşum döneminde *Fusarium redolens* izolatı elde edilmiştir.

Fungusların morfolojik özelliklerini doğrulamak için yürütülen moleküler analizler sonucunda 32 izolat arasında; *Fusarium* cinsine ait *F. acuminatum* türünden 7 izolat, *F. redolens* ve *F. oxysporum* türlerinden 5'er izolat, *F. solani* türünden 3 izolat ve *F. culmorum* türünden ise 1 izolat; *B. cinerea*, *A. chlamydosporigena*, *M. phaseolina*, *S. sclerotiorum* türlerine ait birer izolat, *A. alternata* türünden 4 izolat ve *R. solani* türünden ise 2 izolatın Gen bankası erişim numaraları alınarak dizi analizleri sonucunda eşleşme gösteren izolatlarla aralarında %99-100 oranında benzerliğe sahip oldukları belirlenmiştir.

Çalışmada *F. acuminatum*, *F. redolens*, *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. culmorum*, *Botrytis cinerea*, *Alternaria chlamydosporigena*, *Macrophomina phaseolina*, *Sclerotinia*

sclerotiorum, *Alternaria alternata* ve *Rhizoctonia solani* toprak kökenli patojenler ile yürütülen patojenisite denemelerinde söz konusu fungusların tümü patojen bulunmuştur. Fide döneminde elde edilen *F. redolens* F5 50, 1.1 hastalık indeksi ve çiçeklenme kapsül oluşum döneminde elde edilen *S. sclerotiorum* Ç14 151, 1.5 hastalık indeksi ile virülensliği en yüksek olan fungal türler olarak belirlenmiştir.

Kırmızı mercimek çeşitleri Fırat-87, Yerli Kırmızı, Seyran-96, Çağıl, Tigris ve Altıntoprak ile *F. redolens*, *F. solani*, *F. acuminatum*, *M. phaseolina*, *R. solani* ve *S. sclerotiorum* patojen fungusları kullanılarak yapılan çeşit reaksiyonu denemelerinde, test edilen fungal etmenler tüm mercimek çeşitlerinde enfeksiyona neden olmuştur. Tigris, Fırat 87 ve Çağıl çeşitleri en az hastalanan çeşitler olarak belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan tüm funguslar içerisinde çeşitlere yapılan uygulama ile en yüksek hastalık indeks ortalaması (1.8) *M. phaseolina* fungusu ile elde edilirken, en düşük hastalık indeks ortalaması (0.9) ile *F. redolens* ve *F. solani* ile elde edilmiştir.

Kimyasal mücadele olanaklarının belirlenmesi amacıyla kontrollü koşullarda Seyran 96 kırmızı mercimek çeşidi ile patojen olduğu belirlenen *F. redolens*, *F. solani*, *F. acuminatum*, *M. phaseolina*, *R. solani* ve *S. sclerotiorum*'a karşı, tohum uygulaması şeklinde Maxim XL 035 FS, Insure Perform ve Serenade SC preparatlarının 3'er farklı dozu kullanılmıştır. En yüksek etki oranı (%89.6) Triticonazole + Pyraclostrobin kombinasyonu olan fungusitin 75 ml/100 kg tohum uygulaması ile *F. acuminatum* fungusuna karşı yapılan uygulamada elde edilmiştir. *Bacillus subtilis* QST 713 biyolojik preperatının 350 ml uygulaması ise en düşük etki (%50.6) göstererek *S. sclerotiorum* fungusuna karşı elde edilmiştir. Denemelerde kullanılan her ilacın üçer uygulama dozu ve 6 fungusa olan etki oranları birlikte değerlendirildiği zaman Maxim XL 035 FS %47.1, Insure Perform %41.0, ve Serenade SC %28.1 etkili olduğu belirlenmiştir.

Toprak patojenleri mercimekte bir kompleks halinde kök ve kökboğazı çürüklüğü hastalığına neden olmaktadır. Mücadelesi en zor hastalıklardan biridir. Bu nedenle kimyasal mücadelede, diğer bitki hastalıklarında olduğu gibi bir preparat veya bir aktif maddeden çok yüksek etki beklenemez. Yapılan bu çalışma sonucunda Insure Perform'un 75 ml/100 kg tohum dozu ile Maxim XL 035 FS'nın 250 ml dozu mercimekte kök ve kökboğazı çürüklüğüne karşı tohum uygulaması şeklinde önerilebilir kanısına varılmıştır.

Bu araştırmanın, son yıllarda Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde mercimek üretim alanlarında kök ve kökboğazı çürüklüğü ile kurumalara neden olan toprak kökenli fungal

etmenlerin tanılanması ve mücadelesi konusunda yapılan en kapsamlı çalışma olduğu sonucuna varılmıştır. Toprak kökenli fungal etmenlerden kaynaklı bu hastalıkların görüldüğü mercimek üretim alanlarında ciddi ekonomik verim kayıplarına neden olmaktadır.

Yukarıda da belirtildiği gibi mercimek kök ve kökboğazı çürüklüğüne bir patojen kompleksi neden olmaktadır. Toprak patojenleri, toprakta dayanıklı form yapısında uzun yıllar yaşayabildikleri gibi her birinin de çok sayıda konukçu dizisi bulunmaktadır. Ayrıca toprak patojenlerin üzerine birçok toprak ve iklim faktörleri etkili olmaktadır. Bu faktörler hastalığın ortaya çıkmasında önem arz etmektedirler. Bu nedenle toprak patojenleri ile mücadelede entegre bir yöntem uygulanmalıdır. Mercimek kök ve kökboğazı çürüklüğü hastalığını kontrol etmek için, tohum uygulaması şeklinde kimyasal mücadele ile birlikte, hastalıktan arı temiz tohumluk kullanılması, ekim normuna dikkat edilmesi ve sık ekimden kaçınılması, derin sürüm ile hastalıklı bitki artıklarının toprağa gömülmesi, hasat esnasında tohumun dökülmemesi, buğday ve arpa gibi ürünlerle uygun bir münavebe sisteminin uygulanması, ağır ve su tutan alanlarda mercimek yetiştirilmemesi, dayanıklı ya da tolerant çeşitlerin yetiştirilmesi gerekmektedir.

Bölge açısından bu konu üzerinde bilimsel çalışmaların yoğunlaştırılması, verim kayıplarının azaltılması açısından önem arz etmektedir. Mercimek kök ve kökboğazı çürüklüğüne neden olan fungal etmen türleri üzerine geniş kapsamlı ve detaylı çalışmalar yapmak ve çıkan sonuçlar doğrultusunda çiftçileri bilinçlendirmek ve gerekli önlemler almak sağlıklı ürün ve ekonomik kazanç için önem arz etmektedir. Konu ile ilgili Tarım ve Orman Bakanlığı Zirai Mücadele Teknik Talimatları ve Standart İlaç Deneme Metotlarının düzenlenmesi, bu hastalıklar ile ilgili ilaç ruhsatlanma çalışmalarının teşvik edilmesi öncelikli konular arasında yer almalıdır.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2021. **Türkiye İstatistik Kurumu**. Bitkisel Üretim İstatistik Verileri <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> Erişim tarihi 02.02.2023
- Anonim, 2021 <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge> “Ürün Raporu Mercimek 2021” **TEBGE** Yayın No: 341, ISBN:978-605-759990-2, s 2, Ankara
- Anonim, 2021. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Bafra Meslek Yüksek Okulu, Bitki Koruma Bölümü, Bitkilerde hastalık Etmeni İzolasyonu ve Saklanması, <https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/>, erişim tarihi 04.04.2023
- Anonymous, 2020. Red lentil management in Alberta, **Alberta Agriculture and Forestry**, ISBN 978-1-4601-4735-1, <https://open.alberta.ca/publications/9781460147351>
- Agarwal, T., Malhotra, A., Trivedi, P. C., Biyani, M., 2011. Biocontrol potential of *Gliocladium virens* against fungal pathogens isolated from chickpea, lentil and black gram seeds. **Journal of Agricultural Technology** 2011 Vol. 7(6): 1833-1839. ISSN 1686-9141
- Ahmed, A. U., and Akhond, M. A. Y., 2015. First report of sclerotinia rot caused by *Sclerotinia sclerotiorum* in lens culinaris in Bangladesh. **New Dis. Rep.** 31, 23. Doi: 10.5197/j.2044-0588.2015.031.023
- Akrami, M., Golzary, H., Ahmadzadeh, M., 2011. Evaluation of different combinations of *Trichoderma* species for controlling *Fusarium* rot of lentil. **African Journal of Biotechnology** Vol. 10(14), pp. 2653-2658, doi: 10.5897/AJB10.1274
- Altaf, R., Rauf, C. A., Naz, F., Shabbir, G., 2014. Surveillance and morphological characterization of *Fusarium* isolates associated with lentil wilt. **Pakistan Journal Of Phytopathology**, Vol. 26 (01) 2014. 85-90.
- Ali, H. Z., Hameed, M. S., Abdulrahman, A. A., Saood, H. M., 2020. First Report on *Fusarium brachygibbosum* Isolate FIR 16 ITS Isolated from Iraqi wheat plant. **Journal of Ecological Engineering**, volume 21, Issue 3, pages 81-86.
- Ali, Y., Qin, A., Aatih, H. M., Ijaz, M., Khan, A. A., Ahmad, S., Shahzad, U., Yasin, M., Rahman, S. U., 2022. A stepwise multiple regression model to predict *Fusarium wilt* in lentil. **Meteorological Applications**, 29(4), e2088, doi: 10.1002/met.2088
- Anderson, K.Z., Jbir, T.G., Carlson, A., Postovit, S., Pasche, J., Kalil, A., 2021. *Fusarium* species associated with root rot of lentil (*Lens culinaris*) in North Dakota, Plant Health Progress. **The American Phytopathological Society**, Volume 22, Number 4 / 2021, P 421-619. ISSN 1535-1025
- Arya, A., Mishra, P., Yadav, A., Singh, A., Kumar, A., 2021. Collar rot disease of Lentil caused by *Sclerotium rolfsii* and its management. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry** 2021; 10(2): 1012-1016, e-ISSN: 2278-4136, p-ISSN: 2349-8234
- Arya, A., Singh, S., Kushwaha, K. P. S., 2022. Genetic and morphological variability among the isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lentis* causing wilt of lentil. **Legume Research- An International Journal**, Volume 45 Issue 12: 1580-1586.
- Asghar, A. J., Akhtar, K. P., Abba, G., Rizwan, M., Iqbal, M., Idrees, M., Ali, S., Aslam, M., Rafiq, M., Rehman, A., Saleem, U., Khan, M. E., 2018. Identification of multiple sources of resistance in lentil against some potential fungal diseases. **Pakistan Journal of Agricultural Science**, Vol. 55(4), 875-880. ISSN (Online) 2076-0906.
- Aydın, M. H., 1998. Güneydoğu Anadolu kökenli mercimek hatlarının kökboğazı çürüklüğü hastalığı (*Phoma medicaginis* var. *pinodella*)'na karşı reaksiyonlarının

- belirlenmesi. **Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü** Tarla Bitkileri Bölümü, yüksek lisans tezi, 28 s.
- Aydın, M. H., Sağır, A., 2000. Güneydoğu Anadolu Bölgesi kökenli mercimek hatlarının kökboğazı çürüklüğü hastalığı (*Phoma medicaginis* var. *pinodella*)'na karşı reaksiyonlarının belirlenmesi. **Bitki Koruma Bülteni**, 2000, 40 (1-2) :85-90. ISSN 0406-3597
- Aydın, M. H., Koç, M., Sağır, A., 2004. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde mercimekte kök, kökboğazı çürüklüğü ve solgunluğa neden olan toprak kökenli fungal etmenlerin belirlenmesi üzerinde çalışmalar. **Bitki Koruma Bülteni** 2004, 44 (1-4):93-103. ISSN 0406-3597
- Aydın, M. H., Koç, M., 2008. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde mercimekte toprak kökenli fungal hastalık etmenlerine karşı bazı mercimek çeşitlerinin reaksiyonlarının belirlenmesi üzerinde çalışmalar. **Bitki Koruma Bülteni** 2008, 48(3): 33-41.
- Aydın, M. H., 2019. Nohut (*Cicer arietinum* L.)'ta solgunluğa neden olan *Fusarium oxysporum*'un biyolojik mücadelesi. **Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi**, 6(1): 65-72, doi: 10.19159/tutad.475915
- Bailey, K. L., Gossen, B. D., Derksen, D. A., Watson, P.R., 2000. Impact of agronomic practices and environment on diseases of wheat and lentil in Southeastern Saskatchewan. **Canadian Journal of Plant Science**, 80: 917–927.
- Bayaa, B., and Erskine, W., 1998. "Diseases of lentils," in **The pathology of food and pasture legumes**. Eds. D. J. Allen and J. M. Lenné (Wallingford, Oxon, UK: CAB International), 423–471.
- Bayaa, B., Kumari, S. G., Akkaya, A., Erskine, W., Makkouk, K.M., Türk, Z., Özberk, İ., 1998. Survey of major biotic stresses of lentil in South-East Anatolia, Turkey. **Phytopathologia Mediterranea**. Vol. 37, No. 2 (August 1998), pp. 88-95 (8 pages)
- Campanella, V., Miceli, C., 2021. Biological control of *Fusarium* wilt of Ustica landrace lentil. **Crop Protection**, Volume 145, July 2021, 105635.
- Carbone, I., Anderson, J.B., Kohn, L.M., 1999. A method for designing primer sets for speciation studies in filamentous ascomycetes. **Mycologia** 91, 553–556.
- Chatterton, S., Michael, W., Harding, Robyne Bowness, Debra L., McLaren, Sabine Banniza And Bruce D., Gossen, 2019. Importance and causal agents of root rot on field pea and lentil on the Canadian prairies, 2014–2017. **Can. J. Plant Pathol.**, 41(1): 98–114.
- Chaudhary, R.G., Saxena, D.R., Vishwa, D., Singh, R.K. and Namdev, J.K., 2010. Prevalence of wilt-root rot and their associated pathogens at reproductive phase in lentil. **Phytopathology and Plant Protection** 43 (10): 996–1000.
- Chekali, S., Ouji, A., Somma, S., Masiello, M., Douiheche, W., Khemir, E., Moretti, A., Gargaori, S., 2022. First report of wilt on lentil (*Lens culinaris*) caused by *Fusarium redolens* in Tunisia. **Plant Diseases**, volume 106 No 4, e-ISSN:1943-7692, <https://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PDIS-08-21-1782-PDN>, erişim tarihi 05.04.2022
- Claudius, G. R., Mehrotra, R. S., 1973. Root exudates from lentil (*Lens Culinaris* Medic) seedlings in relation to wilt disease. **Plant and Soil** 38, 315-320.
- Cooke, D, Drenth, A, Duncan, J. M, Wagels, G, Brasier, C. M., 2000. Amolecular phylogeny of *Phytophthora* and related oomycetes. **Fungal Genetics Biology**. 30:17-32.

- Çetinkaya, S., 2015. Bazı fungusitlerin nohut (*Cicer arietinum* L) ve mercimek (*Lens culinalis*) bitkilerinde arbusküler mikorhizal funguslar (AMF)'a etkisi, **Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü** Bitki Koruma Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 51 s.
- Das, I. R., Bhuiyan, M. K. A., Jannat, R., Kayesh, E., Rubayet, M. T., Arefin, M. N., 2019. Effect of bio-fortified compost in controlling soil-borne diseases of lentil (*Lens culinaris* L.) and enhance the crop growth and yield. **Advances in Biology & Earth Sciences**, Vol.4, No.2, 2019, pp.93-106.
- Das, T., Sandham, T., Umbrey, Y., Mahapatra, S., Das, S., 2022. An Overview of *Fusarium* wilt of lentil status in different districts of west Bengal, India, **Biological Forum-An International Journal**, 14(2): 974-978 (2022). ISSN No. (Online): 2249-3239
- Duarte, V., Salcedo, S.S., Barreto, R. W., 2018. *Rhizoctonia solani* AG4 causes lentil damping-off in Brazil. **Australian Plant Disease**. <https://doi.org/10.1007/s13314-018-0328-z>
- Eğerci, Y., 2019. Balıkesir ve Çanakkale illerinde çeltik kök çürüklüğüne neden olan *Fusarium* türlerinin saptanması, yaygınlık oranlarının belirlenmesi ve mücadelesine yönelik araştırmalar. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 131 s, 36-38.
- El-Garhy, A.M.M., 2000. Pathological studies on fungal rot diseases on lentil. Ph. D. thesis, **Faculty Agriculture Al-Azhar University**
- Erskine, W., Tufail, M., Russell, A., Tyagi, M.C., Rahman, M.M. and Saxena, M.C., 1994. Current and future strategies in breeding lentil for resistance to biotic and abiotic stresses. **Euphytica** 73: 127-135.
- Fiala, J. V., Tullu, A., Banniza, S., Swartz, G. S., Vandenberg, A., 2009. Interspecies transfer of resistance to anthracnose in lentil (*Lens culinaris* Medic.), **Crop Science**, Volume 49, Issue 3, pp 825-830. ISSN 1435-0653
- Fletcher, J. D., Broadhurst, P. G., Bansal, R.K., 2012. *Fusarium avenaceum*: A pathogen of lentil in New Zealand, **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, 19:2, 207-210, doi: 10.1080/01140671.1991.10421801
- Garkoti, A., Santosh, K., Mehi, L. and Vivek, S., 2013. Major diseases of lentil: epidemiology and disease management-a review, India, **Agrways**. Vol 1. Issue 1. P 62-64.
- Garkoti, A. Kumar, V., Tripathi, H.S., 2014. Control of wilt disease of lentil through bio control agents and organic amendments in Tarai region of Uttarakhand, India, **Journal of Environmental Biology**, Vol. 35, 1067-1070, ISSN: 0254-8704
- Glass, N. L., Donaldson, G. C., 1995. Development of primer sets designed for use with the PCR to amplify conserved genes from filamentous ascomycetes. **Applied and environmental microbiology**, 61(4), 1323-1330.
- Grossen, B. D., Conner, R. L., Chang, K.F., Pasche, J. S., McLaren, D. L., Henriquez, M.A., Chatterton, S., Hwang, S. F., 2016. Identifying and managing root rot of pulses on the northern great plains. **Plant disease**, <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-02-16-0184-FE>
- Heineck, G., Casanova, J., Porter, L. D., 2022. Suitable methods of inoculation and quantification of *Fusarium* root rot in lentil. **Plant Disease**, 2022, Doi: 10.1094/PDIS-07-22-1658-RE

- Herman, R., Treves, R. P., 2007. Characterization and inheritance of a new source of resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* Race 1.2 in *Cucumis melo*, **Plant Disease**, doi: 10.1094/PDIS-91-9-1180
- Hiremani, N. S., Dubey, S. C., 2018. Race profiling of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lentis* causing wilt in lentil. **Crop Protection** 108 (2018) 23-30. www.elsevier.com/locate/cropro
- Hoque, M.A., Hamim, I., Haque, M.R., Ali, M.A. and Ashrafuzzaman, A., 2014. Effect of some fungicides on foot and root rot of lentil. **Universal Journal of Plant Science** 2(2): 52-56, doi: 10.13189/ujps.2014.020205
- Al-Husien, N. H., Hamwieh, A., Ahmed, S., Bayaa, B., 2017. Genetic diversity of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lentis* population affecting lentil in Syria. **Journal of Phytopathology**, doi: 10.1111/jph.12563
- Iqbal, A., Akhtar, M., Batool, A., Tahir, A., Cheema, K. L., 2021. Exploitation of multivariate techniques for evaluation of different lentil genotypes against fusarium wilt disease. **Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology** 22(39&40):151-157; ISSN: 0972-2025
- Ioannis, V., 2013. Diagnosis and management of *Sclerotinia* stem rot (white mould) of lentils in Greece. **Phytopathology and Plant Protection** 47(10):1209-1217. Doi:10.1080/03235408.2013.835986
- Johansen, C., Baldev, B., Brouwer, J.B., Erskine, W., Jermyn, W.A., L.-Juan, L., Malik, B.A., Ahad Miah, A. and Silim, S.N., 1994. Biotic and abiotic stresses constraining productivity of cool season food legumes in Asia, Africa and Oceania. **Current plant science and biotechnology in agriculture**, pp. 175–194. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Kader, K. A., Erickson, R. S., Davidson, R., Olson, M., Chatterton, s., 2022. Response of lentil cultivars to *Sclerotinia* white mold and *Botrytis* grey mold infection under irrigated and dryland conditions, **Canadian Journal of Plant Science**, Volume 102 Number 1, <https://doi.org/10.1139/cjps-2020-0335>
- Kaiser, W J., Horner, G. M., 1980. Root rot of irrigated lentils in Iran. **Canadian Journal of Botany**. Vol. 58, No. 24: pp. 2549-2556, <https://doi.org/10.1139/b80-297>
- Karahan, A., 1990. Ankara ilinde yetiştirilen mercimeklerde görülen fungal hastalıkların tespiti ve yayılış oranlarının saptanması, **Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 59 s.
- Khalequzzaman, K. M., 2008. Effect of seed treating fungicides and biofertilizer in the incidence of foot and root rot disease of lentil and chickpea. **Annals of Bangladesh Agriculture**. Vol.12 No.2 pp.39-44 ref.12
- Khalequzzaman, K. M., 2016. Control of foot and root rot of lentil by using different management tools. **ABC Journal of Advanced Research**, Volume 5, No 1 (2016). ISSN 2304-2621(p)
- Khan, J., Singh, A., 2022. A review on *Fusarium* wilt of lentil in Rajasthan. **Career Point International Journal of Research(CPIJR)**, volume 3, Issue 1, ISSN: 2583-1895
- Koshariya, A. K., Greena, K. K., Khare, N., Lakpale, N., Kotasthane, A. S., 2020. Screening of lentil genotype against collar rot of lentil caused by *Sclerotium rolfsii* Sacc. Under field conditions, **International Journal of Chemical Studies**, 8(4): 2700-2703.
- Kuchuran, M. E., Armstrong, C., Baniza, S., 2021. Management of *Botrytis* grey mould caused by *Botrytis cinerea* in lentil using boscalid fungicide, **Canadian Journal of**

- Plant Pathology**, Volume 43, 2021-Issue 5, <https://doi.org/10.1080/07060661.2021.1873865>
- Kumari, A., Ghatak, A., 2018. Variability in chickpea rot-causing soil-borne necrotrophs, *Sclerotium rolfsii* and *Macrophomina phaseolina*, **Journal of Agri Search** 5(4):247-253. ISSN 2348-8867 (Online), <https://doi.org/10.21921/jas.5.4.6>
- Kumari, M., Sharma, K., Sharma, O. P., Bagri, R. K., Nathawat, B. D. S., 2020. Integrated management of vascular wilt of lentil (*Lens culinaris* M.) incited by *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lentis*. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**. 9(5): 3308-3310.
- Kushwaha, S. K., Kumar, S., Chaudhary, B., Sahu, R., 2019. Effect of different media, pH and temperature on growth and sclerotia formation of *Sclerotium rolfsii* Sacc. causing collar rot of lentil. **Chemical Science Review and Letters**, 8(29), 01-05. ISSN 2278-6783
- Laskar, R. A., Khan, S., Deb, C. R., Tomlekova, N., Wani, M. R., Raina, A., Amin, R., 2019. Lentil (*Lens culinaris* Medik.) diversity, cytogenetics and breeding. **Advances in Plant Breeding Strategies: Legumes**, pp 319-369. https://doi.org/10.1007/978-3-030-23400-3_9
- Lavkor, I., Onat, F. B., 2021. Kömür çürüklüğü [*Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid] hastalığına karşı bazı soya çeşitlerine ait reaksiyonların değerlendirilmesi. **Türk Biyoloji Dergisi**, 34(4) , 221-227.
- Luo, M., Jiang, Y., 2022. First report of anthracnose caused by *Colletotrichum karsti* in lentil (*Labiab purpureus*). **Crop Protection** 155(2022)105903, journal homepage: www.elsevier.com/locate/cropro
- Mahato, S., Chandra, S., Chand, R., Gautam, S. B., Vima, S. C., 2022. Bio-efficacy of fungicides, botanicals and bio-agents for the management of lentil wilt, incitant by *Fusarium Oxysporum* f. sp. *lentis*. **Scientist**. 2022;1(3):453-458.
- Melzer, M. S., Yu, H., Labun, T., Dickson, A., Boland, G. J., 2016. Characterization and pathogenicity of *Rhizoctonia* spp. from field crops in Canada. **Canadian Journal of Plant Pathology**, vol. 38, No. 3, 367–374.
- Mitiku, M., 2017. Management of root rot diseases of cool season food legumes with special emphasis on lentil (*Lens culinaris*), faba bean (*Vicia faba*) and chickpea (*Cicer arietinum*) in Ethiopia, **Journal of Natural Sciences Research**, Vol.7, No.7. ISSN 2224-3186 (Paper) ISSN 2225-0921 (Online)
- Mohammadi, N., Pouralibaba, H., Goltapeh, E. M., Ahari, A. B., Sardrood, B.P., 2011. Advanced lentil lines screened for resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *lentis* under greenhouse and field conditions. **Phytoparasitica**, 40:69–76. Doi: 10.1007/s12600-011-0201-5
- Mondal, A., Mahapatra, S., Chakraborty, S., Debnath, D., Das, T., Samanta, M., 2021. Eco-friendly management of collar rot of lentil by introduced native rhizobacterial candidates, **Indian Journal of Agricultural Research**. Doi: 10.18805/IJARE.A-5861
- Monaim, M. F. A., Abo-Elyousr, K. A. M., 2011. Effect of preceding and intercropping crops on suppression of lentil damping-off and root rot disease in New Valley e Egypt, **Crop Protection** 32 (2012) 41-46 s.
- Moparthy, S., Burrows, M., Ezeri, J. M., Agindotan, B., 2021. *Fusarium* spp. associated with root rot of pulse crops and their cross-pathogenicity to cereal crops in Montana. **Plant disease**, 105: 548-557. <https://doi.org/10.1094/PDIS-04-20-0800-RE>

- Nisa, R.T., Bhat, K.A., Basu, U., Rashid, R., Wang, X., Jan, S. K., Wiswanath, H. S., Saufan, W., Mushtaq, M., Rahman, M., Bhat, F., Sabagh, A., 2021. Identification and characterization of triple action bioagents (tab) and their potency against *Fusarium* wilt of lentil. **Horticulturae** 2021, 7, 587. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7120587>
- Öğüt, E., 2015. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde mercimekte kök çürüklüğü ve solgunluk etmeni bazı *Fusarium* türlerinin patojenik ve moleküler karakterizasyonu ile çeşit reaksiyonlarının belirlenmesi. **Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**
- Özdem, M.A., 2012. "Dünya ve Türkiye'de kuru baklagiller". **TEPGE Bakış**, Nüsha: 7, s. 9. Ankara
- Pouralibaba, H. R., Rubiales, D., Fondevilla, S., 2015. Identification of resistance to *Fusarium oxysporum* f.sp. *lentis* in Spanish lentil germplasm. **European Journal of Plant Pathology**. 143:399–405. Doi 10.1007/s10658-015-0692-x
- Pouralibaba, H. R., Rubiales, D., 2016. Identification of pathotypes in *Fusarium oxysporum* f.sp. *lentis*. **European Journal of Plant Pathology**. 144:539–549. Doi 10.1007/s10658-015-0793-6
- Pouralibaba, H. R., Luque, A. P., Rubiales, D., 2017. Histopathology of the infection on resistant and susceptible lentil accessions by two contrasting pathotypes of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lentis*. **European Journal of Plant Pathology**, 148:53–63. Doi 10.1007/s10658-016-1068-6
- Pouralibaba, H. R., Satovic, Z., Cobos, M. J., Rubiales, D., Fondevilla, S., 2019. Genetic diversity and structure of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lentis* isolates from Iran, Syria and Algeria. **European Journal of Plant Pathology**. 153:1019–1029.
- Rafique, K., Kang, S., Din, A., Mahmood, T., Ullah, I., Mahmood, H., 2020. First report of vascular wilt on lentil (*Lens culinaris*) caused by *Fusarium redolens* in Pakistan, **APS Publications**, <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-19-2519-PDN>
- Roy, A., Sahu, P. K., Das, C., Bhattacharyya, S., Raina, A., Mondal, S., 2023. Conventional and new-breeding technologies for improving disease resistance in lentil (*Lens culinaris* Medik). **Frontiers in Plant Science**. Volume 13-2022, doi: 10.3389/fpls.2022.1001682
- Riccioni, L., Haegi, A., Valvassori, M., 2008. First report of vascular wilt caused by *Fusarium redolens* on lentil in Italy. **APS Publications**, volume 92 No 7, e-ISSN:1943-7692, <https://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PDIS-92-7-1132C>
- Saeedi, S., Jamali, S., 2021. Molecular characterization and distribution of *Fusarium* isolates from uncultivated soils and chickpea plants in Iran with special reference to *Fusarium redolens*. **Journal of Plant Pathology**, 103, 167-183 p, <https://link.springer.com/article/10.1007/s42161-020-00698-w>
- Safarieskandari, S., Chatterton, S., Hall, L. M., 2020. Pathogenicity and host range of *Fusarium* species associated with pea root rot in Alberta, Canada. **Canadian Journal of Plant Pathology**, volume 43, 2021-Issue 1, <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07060661.2020.1730442>, erişim tarihi 05.04.2023
- Sağır, A., 1988. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde mercimekte hastalık yapan fungal etmenler. **V. Türkiye Fitopatoloji Kongresi** 18-21 Ekim 1988, Antalya.
- Sağır, A., 1992. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde mercimeklerde hastalık yapan fungal etmenler. **Bitki Koruma Bülteni**, cilt 32, no 1-4

- Sağır, A., Biçer, T., Zirek, M., 2003. Bazı mercimek hat ve çeşitlerinin kök boğazı çürüklüğü hastalığı (*Phoma mediciganis* var. *pinodella*)'na karşı reaksiyonları ile verim ve verim öğelerinin belirlenmesi. **Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi** 13-17 Ekim2003, Diyarbakır (Poster Bildiri)
- Sarr, M. P, Ndiaye, M.B, Groenewald, J. Z, Crous, P. W., 2014. Genetic diversity in *Macrophomina phaseolina*, the causal agent of charcoal rot. **Phytopathologia Mediterranea** 53(2):250–268.
- Shaban, W. I. and El-Bramawy, M.A., 2011. Impact of dual inoculation with rhizobium and *trichoderma* on damping off, root rot diseases and plant growth parameters of some legumes field crop under greenhouse conditions. **International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science** Vol. 1(3) pp.098-108. May 2011
- Shahiduzzaman, M. D., 2015. Efficacy of fungicides and botanicals in controlling foot and root rot of lentil. **Bangladesh Journal of Agricultural Research**. 40(4): 711-715. ISSN 0258-7122
- Saxena, M.C., 1993. The challenge of developing biotic and abiotic stress resistance in cool-season food legumes. **Breeding for stres Tolerance in Cool-Season Food Legumes**, pp. 3–14. Wiley, Chichester, U.K.
- Siddiqui, A. I , Haque, E. S., Shaukat, S. S., 2001. Use of rhizobacteria in the control of root rot– root knot disease complex of mungbean. **Journal of Phytopathology**, volume 149, issue 6, 337–346.
- Soomro, M. P., Wagan, K. H., Dhilloo, K. H., Soomro, S. P., Soomro, M. H., Hassan, S., Yaseen, M., Hajano, J. D., Mastoi, S. M., Mastoi, P. M., 2018. Response of lentil varieties against *Fusarium* wilt, **Journal of Entomology and Zoology Studies** 2018; 6(1): 858-862. E-ISSN: 2320-7078
- Sonnante, G., Hammer, K., Pignone, D., 2009. From the Cradle of Agriculture a Handful of Lentils: History of Domestication. **Rendiconti Lincei** 20, s 21-37. Doi: 10.1007/s12210-009-0002-7
- Stoilova, T., Chavdarov, P., 2006. Evaluation of lentil germplasm for disease resistance to fusarium wilt (*Fusarium Oxysporum* f.sp. *lentis*). **Journal Cental Europeen Agriculture**, volume: 7 No.1 (121-126)
- Sucu, U., 2019. Neolitik dönemde güneydoğu anadolu bölgesinin mimari açıdan gelişimi, yüksek lisans tezi. **Batman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü** Arkeoloji Anabilim Dalı, Batman, s IV
- Taheri, S., Brodie, G., Gupta, D., 2019. Microwave fluidised bed drying of red lentil seeds: drying kinetics and reduction of botrytis grey mold pathogen, Doi:10.1016/j.fbp.2019.11.001, <https://www.researchgate.net/publication/>
- Tarannum, N., Kumar, A., Kumar, R. R., Kumar, A., Srivastva, J. N., Den, N., 2021. Screening of lentil genotypes against highly aggressive strain of *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lentis*. **International Journal of Plant & Soil Science**, 33(24): 391-399, 2021; Article no.IJPSS.74626, ISSN: 2320-7035.
- Taylor, P., Lindbeck, K., Chen, W., Ford, R., 2007. Lentil Diseases. (S. Yadav, D. L. McNeil, P. C. Stevenson. Lentil. Springer, 415, Dordrecht, The Netherlands Doi:10.1007/978-1-4020-6313-8_18, pp 291-313.
- Tekeoğlu, M., Özkılınç, H., Tunali, B., Küsmenoğlu, İ., Chen, W., 2017. Molecular identification of *Fusarium* spp. causing wilt of chickpea and the first report of *Fusarium redolens* in Turkey. **Mediterranean Agricultural Sciences**, 30(1): 27-33.

- Tozlu, E., Demirci, E., 2011. Ayçiçeğinde *Sclerotinia sclerotiorum* ve *S. minor*'a karşı potansiyel biyokontrol organizmaların belirlenmesi. **Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi**, 2011,26(2):101-106.
- Ullah, N., Akhtar, K. P., Asghar, M. J., Abbas, G. 2019. First report of *Macrophomina phaseolina* causing dry root rot of lentil in Pakistan. **Journal of Plant Pathology**, 101:429. <https://doi.org/10.1007/s42161-018-00202-5>
- Ünal, F., Dolar, F. S., Tekiner, N., Yeğin, N. Z. 2017. Molecular identification, virulens and genetic diversity of *Fusarium* species on wheat. conference: **2nd International Balkan Agriculture Congress**, May 2017, Project: Molecular identification, virulens and genetic diversity
- Wang, H., Chang, K. F., Hwang, S. F., Gossen, B. D., Turnbull, G. D., Howard, R. J., Strelkov, S. E., 2006. Response of lentil cultivars to *rhizoctonia* seedling diseases in Canada. **Journal of Plant Diseases and Protection**, 113 (5), 219–223, ISSN 1861-3829.
- Yadav, N K., Ghimire, S. K., Shrestha, S. M., Sah, B.P., Sarker, A., Sah, S. K., 2017. Source of resistant against *Fusarium wilt* and *Stemphylium blight* in lentil (*Lens culinaris* Medikus). **International Journal of Applied Sciences and Biotechnology** Vol 5(1): 102-107. Doi: 10.3126/ijasbt.v5i1.17027
- Yadav, R. S., Yadav, A. K., 2019. Isolation and evaluation of potent bio-control agent against *Fusarium oxysporum* f.sp. *lentis*, *Sclerotium rolfsii* and *Sclerotinia sclerotiorum* causing soil borne disease in lentil (*Lens culinaris* Medik), **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, 8(6): 715-721. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.806.084>
- Zirek, M., 2002. Bazı mercimek hat ve çeşitlerinin mardin koşullarında kökboğazı çürüklüğü hastalığı (*Phoma medicaginis* var.*pinodella*)'na karşı reaksiyonlarının ve bu hastalığın verim üzerindeki etkisinin belirlenmesi. **Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Bölümü**, yüksek lisans tezi, 51 s.
- Zirek, M., Sağır, A., 2003. Bazı mercimek genotiplerinin kökboğazı çürüklüğü hastalığı (*Phoma medicaginis* var.*pinodella*)'na karşı reaksiyonlarının ve bu hastalığın verime etkisinin belirlenmesi. **Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, cilt 7, sayı 3-4, Sayfa aralığı 11-18.

ÖZGEÇMİŞ

İlköğrenimini Mehmetçik İlkokulunda tamamladı. Ortaokul ve Lise öğrenimini Amid Lisesi'nde tamaladıktan sonra 2000 yılında başladığı Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitkisel Üretim Bitki Koruma Bölümü'nden 2004 yılında mezun oldu. 2006 yılında Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı'nda başladığı yüksek lisansı 2007 yılında bitirdi. 2018 yılında Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Bitki Koruma Bölümü Fitopatoloji Anabilim Dalı'nda doktora eğitimine başladı. Haziran 2011'den bu yana Diyarbakır Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nde çalışmaktadır.



EKLER

EK 1: Sörvey alanlarının lokasyon bilgileri

İzo. Adı	Lokasyon			Tarih	GPS Koordinatları
	İl	İlçe	Köy		
F 1	Şanlıurfa	Viranşehir	Ekindöver	25.02.2020	N 37° 14' 36" E 39° 40' 48"
F 2	Şanlıurfa	Viranşehir	Ekindöver	25.02.2020	N 37° 17' 49" E 39° 40' 58"
F 3	Şanlıurfa	Viranşehir	Yollarbaşı	25.02.2020	N 37° 18' 46" E 39° 39' 36"
F 4	Şanlıurfa	Viranşehir	Çiftekuyu	25.02.2020	N 37° 13' 34" E 39° 37' 18"
F 5	Şanlıurfa	Viranşehir	Şahinli	25.02.2020	N 37° 12' 60" E 39° 24' 27"
F 6	Şanlıurfa	Ceylanpınar	Yukarıkarataş	25.02.2020	N 37° 58' 52" E 39° 5' 51"
F 7	Şanlıurfa	Ceylanpınar	Yukarıkarataş	25.02.2020	N 36° 58' 41" E 39° 58' 47"
F 8	Mardin	Mazıdağ	Engin	27.02.2020	N 37° 28' 12" E 40° 26' 29"
F 9	Mardin	Mazıdağ	Engin	27.02.2020	N 37° 28' 15" E 40° 26' 35"
F 10	Mardin	Mazıdağ	Engin	27.02.2020	N 37° 28' 14" E 40° 26' 40"
F 11	Mardin	Mazıdağ	Engin	27.02.2020	N 37° 28' 47" E 40° 26' 40"
F 12	Mardin	Mazıdağ	Engin	27.02.2020	N 37° 28' 8" E 40° 26' 47"
F 13	Mardin	Mazıdağ	Bahçecik	27.02.2020	N 37° 31' 7" E 40° 25' 36"
F 14	Mardin	Mazıdağ	Şanlı	27.02.2020	N 37° 26' 19" E 40° 20' 51"
F 15	Mardin	Derik	Bahçelievler	27.02.2020	N 37° 20' 36" E 40° 13' 18"
F 16	Mardin	Derik	Böğrek	27.02.2020	N 37° 20' 45" E 40° 12' 42"
F 17	Mardin	Derik	Böğrek	27.02.2020	N 37° 20' 53" E 40° 12' 13"
F 18	Mardin	Derik	Pıncarcık	27.02.2020	N 3° 22' 43" E 40° 10' 54"
F 19	Mardin	Derik	Ballı	27.02.2020	N 37° 21' 2 " E 40° 9' 19"
F 20	Mardin	Derik	Böğrek	27.02.2020	N 37° 21' 15" E 40° 11' 57"

İzolât Adı	Lokasyon			Tarih	GPS Koordinatları
	İl	İlçe	Köy		
F 21	Mardin	Kızıltepe	Çağıl	27.02.2020	N 37° 7' 0" E 40° 4' 16"
F 22	Mardin	Kızıltepe	Ataköy	27.02.2020	N 37° 7' 5" E 40° 42' 16"
F 23	Mardin	Kızıltepe	Çağıl	27.02.2020	N 37° 7' 11" E 40° 41' 37"
F 24	Diyarbakır	Sur	Karaçalı	29.02.2020	N 37° 59' 51" E 40° 18' 2 "
F 25	Diyarbakır	Sur	Büyükkadı	29.02.2020	N 38° 1' 21" E 40° 17' 40"
F 26	Diyarbakır	Sur	Kuşlukbağı	29.02.2020	N 37° 58' 4" E 40° 21' 48"
F 27	Diyarbakır	Sur	Köprübaşı	29.02.2020	N 37° 58' 55" E 40° 21' 48"
F 28	Diyarbakır	Sur	Karabaş	29.02.2020	N 37° 56' 1 " E 40° 19' 1 "
F 29	Diyarbakır	Sur	Karabaş	29.02.2020	N 37° 55' 39" E 4 ° 18' 38"
F 30	Mardin	Artuklu	Höyükli	02.03.2020	N 37° 12' 6" E 40° 30' 36"
F 31	Mardin	Artuklu	Ortaköy	02.03.2020	N 37° 13' 20" E 40° 46' 7"
F 32	Mardin	Artuklu	Ortaköy	02.03.2020	N 37° 12' 28" E 40° 45' 56"
F 33	Mardin	Artuklu	Ortaköy	02.03.2020	N 37° 11' 57" E 4 ° 44' 52"
F 34	Mardin	Artuklu	Dara	02.03.2020	N 37° 9' 46" E 40° 52' 19"
F 35	Mardin	Nusaybin	Kayadibi	02.03.2020	N 37° 6' 57" E 41° 20' 48"
F 36	Mardin	Nusaybin	Kayadibi	02.03.2020	N 37° 7' 8" E 41° 20' 5 "
F 37	Mardin	Nusaybin	Tepealtı	02.03.2020	N 37° 6' 52" E 41° 21' 7"
F 38	Mardin	Nusaybin	Hatunlu	02.03.2020	N 37° 5' 55 " E 41° 8' 49"
F 39	Mardin	Nusaybin	Hatunlu	02.03.2020	N 37° 6' 38" E 41° 3' 52"
F 40	Şanlıurfa	Karaköprü	Ağızhan	03.03.2020	N 37° 24' 55" E 38° 55' 14"

İzolat Adı	Lokasyon			Tarih	GPS Koordinatları
	İl	İlçe	Köy		
F 41	Şanlıurfa	Karaköprü	Ağızhan	03.03.2020	N 37° 24' 54" E 38° 55' 13"
F 42	Şanlıurfa	Karaköprü	Gölgen	03.03.2020	N 27° 26' 30" E 38° 54' 44"
F 43	Şanlıurfa	Karaköprü	Yedikuyu	03.03.2020	N 37° 24' 38" E 38° 51' 29"
F 44	Şanlıurfa	Haliliye	Umut	03.03.2020	N 37° 9' 36" E 38° 56' 26"
F 45	Şanlıurfa	Haliliye	Umut	03.03.2020	N 37° 9' 36" E 38° 56' 2 "
F 46	Şanlıurfa	Haliliye	Akçalı	03.03.2020	N 37° 9' 39" E 38° 56' 26"
F 47	Şanlıurfa	Haliliye	Akçalı	03.03.2020	N 37° 9' 48" E 38° 56' 4 "
F 48	Şanlıurfa	Haliliye	Akçalı	03.03.2020	N 37° 9' 5 " E 38° 56' 40"
F 49	Şanlıurfa	Haliliye	Çukuroruç	03.03.2020	N 3 ° 7' 4 " E 38° 58' 5"
F 50	Şanlıurfa	Haliliye	Güçlü	03.03.2020	N 37° 6' 5 " E 39° 0' 17"
F 51	Şanlıurfa	Haliliye	Yenisu	03.03.2020	N 37° 5' 13" E 39° 2' 58"
F 52	Şanlıurfa	Eyübiye	Horoz	03.03.2020	N 37° 3' 27" E 39° 2' 52"
F 53	Şanlıurfa	Eyübiye	Horoz	03.03.2020	N 37° 3' 1 " E 39° 2' 23"
F 54	Şanlıurfa	Eyübiye	Sağlık	03.03.2020	N 37° 2' 32" E 39° 3' 4 "
F 55	Mardin	Savur	Serenli	10.03.2023	N 37° 56' 78" E 40° 79' 67"
F 56	Mardin	Savur	Serenli	10.03.2023	N 37° 56' 78" E 40° 78' 24"
F 57	Mardin	Midyat	Şenköy	10.03.2023	N 37° 37' 58" E 41° 10' 40"
F 58	Mardin	Midyat	Söğütlü	10.03.2023	N 37° 37' 49" E 41° 13' 17"
F 59	Mardin	Midyat	Acırlı	10.03.2023	N 37° 27' 7" E 41° 15' 36"
F 60	Mardin	Midyat	Acırlı	10.03.2023	N 47° 26' 42" E 41° 17' 1"

İzolat Adı	Lokasyon			Tarih	GPS Koordinatları
	İl	İlçe	Köy		
F 61	Mardin	Midyat	Yolbaşı	10.03.2020	N 37° 25' 17" E 41° 19' 4"
F 62	Şanlıurfa	Hilvan	Göktepe	11.03.2020	N 37° 36' 25" E 39° 2' 2 "
F 63	Şanlıurfa	Hilvan	Göktepe	11.03.2020	N 37° 36' 25 " E 39° 2' 12"
F 64	Şanlıurfa	Hilvan	Göktepe	11.03.2020	N 37° 36' 30" E 39° 0' 17"
F 65	Şanlıurfa	Hilvan	Bağlar	11.03.2020	N 37° 34' 6" E 38° 58' 14"
F 66	Şanlıurfa	Hilvan	Çakır	11.03.2020	N 37° 33' 38" E 38° 58' 38"
F 67	Şanlıurfa	Hilvan	Alpı	11.03.2020	N 37° 33' 16" E 38° 58' 56"
F 68	Şanlıurfa	Hilvan	Yuvacalı	11.03.2020	N 37° 33' " E 39° 0' 8"
F 69	Şanlıurfa	Hilvan	Alpı	11.03.2020	N 37° 32' 42" E 38° 59' 5"
F 70	Şanlıurfa	Hilvan	Üçüzler	11.03.2020	N 3 ° 34' 13" E 38° 56' 21"
F 71	Şanlıurfa	Hilvan	Üçüzler	11.03.2020	N 37° 33' 60" E 38° 56' 10"
F 72	Şanlıurfa	Suruç	Onbırnisan	11.03.2020	N 36° 59' 57" E 38° 25' 52"
F 73	Şanlıurfa	Suruç	Uysallı	11.03.2020	N 36° 57' 2" E 38° 2' 32"
F 74	Şanlıurfa	Suruç	Uysallı	11.03.2020	N 36° 57' 15" E 38° 23' 10"
F 75	Şanlıurfa	Suruç	Uysallı	11.03.2020	N 36° 57' 24" E 38° 23' 19"
F 76	Şanlıurfa	Suruç	Uysallı	11.03.2020	N 36° 57' 14" E 38° 21' 37"
F 77	Şanlıurfa	Suruç	Uysallı	11.03.2020	N 36° 57' 8" E 38° 21' 1"
F 78	Şanlıurfa	Suruç	Yatırtepe	11.03.2020	N 36° 58' 16" E 38° 23' 4"
F 79	Şanlıurfa	Suruç	Yönlü	11.03.2020	N 36° 59' 4" E 38° 22' 34"
F 80	Şanlıurfa	Suruç	Merkez	11.03.2020	N 37° 2' 54" E 38° 28' 24"

İzolât Adı	Lokasyon			Tarih	GPS Koordinatları
	İl	İlçe	Köy		
F 81	Şanlıurfa	Suruç	Merkez	11.03.2020	N 37° 33' 30" E 38° 55' 43"
F 82	Şanlıurfa	Suruç	Merkez	11.03.2020	N 37° 34' 3" E 38° 56' 14"
F 83	Şanlıurfa	Suruç	Merkez	11.03.2020	N 37° 34' 37" E 38° 50' 50"
F 84	Şanlıurfa	Suruç	Merkez	11.03.2020	N 37° 35' 46" E 38° 58' 37"
F 85	Diyarbakır	Bismil	Güroluk	13.03.2020	N 38° 1' 9" E 40° 33' 39"
F 86	Diyarbakır	Bismil	Arslanoğlu	13.03.2020	N 38° 0' 33" E 40° 34' 9"
F 87	Diyarbakır	Bismil	Arslanoğlu	13.03.2020	N 38° 0' 53" E 40° 34' 57"
F 88	Diyarbakır	Bismil	Arslanoğlu	13.03.2020	N 38° 0' 15" E 40° 34' 16"
F 89	Diyarbakır	Bismil	Arslanoğlu	13.03.2020	N 38° 0' 10" E 40° 34' 27"
F 90	Diyarbakır	Bismil	Arslanoğlu	13.03.2020	N 3 ° 0' 17" E 40° 35 ' 13"
F 91	Diyarbakır	Bismil	Aslanlı	13.03.2020	N 38 ° 0 ' 12 " E 40 ° 35' 18"
F 92	Diyarbakır	Bismil	Aslanlı	13.03.2020	N 37° 59' 98" E 40° 35' 33"
F 93	Diyarbakır	Bismil	Aslanlı	13.03.2020	N 37° 58' 50" E 40° 14' 10"
F 94	Diyarbakır	Bismil	Çavuşoğlu	13.03.2020	N 37° 58' 10" E 40° 37' 4"
F 95	Diyarbakır	Çınar	Şekerören	16.03.2020	N 37° 44' 50" E 40° 27' 11"
F 96	Diyarbakır	Bismil	Obalı	16.03.2020	N 37° 50' 8" E 40° 38' 24"
F 97	Diyarbakır	Bismil	Tekel	16.03.2020	N 37° 51' 5 " E 40° 3 ' 57"
F 98	Diyarbakır	Bismil	Tekel	16.03.2020	N 3 ° 52' 37" E 40° 38' 40"
F 99	Diyarbakır	Bismil	Keberli	16.03.2020	N 37° 53' 30" E 40° 58' 39"
F 100	Diyarbakır	Bismil	Keberli	16.03.2020	N 37° 54' 5" E 40° 38' 30"

İzolât Adı	Lokasyon			Tarih	GPS Koordinatları
	İl	İlçe	Köy		
F 101	Diyarbakır	Bismil	Keberli	16.03.2020	N 37° 54' 11" E 40° 38' 9"
F 102	Diyarbakır	Çınar	Akçomak	16.03.2020	N 37° 39' 5 " E 40° 28' 3"
F 103	Diyarbakır	Çınar	Akçonak	16.03.2020	N 37° 39' 10" E 40° 28' 1 "
F 104	Diyarbakır	Çınar	Aşağıkonak	16.03.2020	N 37° 38' 23" E 40° 29' 1"
F 105	Diyarbakır	Bağlar	Yeşilvadi	16.03.2020	N 37° 52' 45" E 40° 11' 17"
F 106	Diyarbakır	Bağlar	Yeşilvadi	16.03.2020	N 37° 54' 24" E 40° 10' 28"
F 107	Diyarbakır	Ergani	Olgun	16.03.2020	N 38° 5' 2" E 39° 51' 5"
F 108	Diyarbakır	Ergani	Olgun	16.03.2020	N 38° 5' 53" E 39° 51' 11"
F 109	Diyarbakır	Ergani	Olgun	16.03.2020	N 38° 6' 4" E 39° 51' 14"
F 110	Diyarbakır	Ergani	Olgun	16.03.2020	N 38° 6' 32" E 39° 51' 2"
F 111	Diyarbakır	Ergani	Bereketli	16.03.2020	N 37° 7' 18" E 39° 50' 17"
C 1	Şanlıurfa	Siverek	Merkez	09.04.2020	N 37° 44' 5" E 39° 19' 6"
C 2	Şanlıurfa	Siverek	Yücelen	09.04.2020	N 37° 42' 27" E 39° 19' 22"
C 3	Şanlıurfa	Siverek	Yücelen	09.04.2020	N 37° 38' 38" E 39° 17' 46"
C 4	Şanlıurfa	Siverek	Yücelen	09.04.2020	N 37° 39' 6" E 39° 17' 53"
C 5	Şanlıurfa	Siverek	Yücelen	09.04.2020	N 37° 38' 51" E 39° 18' 37"
C 6	Şanlıurfa	Siverek	Yücelen	09.04.2020	N 37° 42' 21" E 39° 19' 45"
C 7	Şanlıurfa	Siverek	Ediz	09.04.2020	N 37° 41' 29" E 39° 15' 42"
C 8	Şanlıurfa	Siverek	Ediz	09.04.2020	N 37° 40' 22" E 39° 14' 34"
C 9	Şanlıurfa	Siverek	Ediz	09.04.2020	N 37° 40' 4" E 39° 14' 14"

İzolat Adı	Lokasyon			Tarih	GPS Koordinatları
	İl	İlçe	Köy		
C 10	Şanlıurfa	Siverek	Ediz	09.04.2020	N 37° 39' 39" E 39° 13' 41"
C 11	Şanlıurfa	Siverek	Fırat	09.04.2020	N 37° 45' 54" E 39° 17' 43"
C 12	Şanlıurfa	Siverek	Fırat	09.04.2020	N 37° 46' 21" E 39° 16' 53"
C 13	Şanlıurfa	Siverek	Üstüntaş	09.04.2020	N 37° 47' 32" E 39° 14' 12"
C 14	Şanlıurfa	Siverek	Üstüntaş	09.04.2020	N 37° 46' 12" E 39° 16' 12"
C 15	Diyarbakır	Silvan	Güzeldere	14.04.2020	N 38° 5' 13" E 40° 42' 42"
C 16	Diyarbakır	Silvan	Güzeldere	14.04.2020	N 38° 5' 5" E 40° 42' 50"
C 17	Diyarbakır	Silvan	Güzeldere	14.04.2020	N 38° 4' 58" E 40° 43' 16"
C 18	Diyarbakır	Silvan	Heybelikonak	14.04.2020	N 38° 4' 28" E 40° 44' 43"
C 19	Diyarbakır	Silvan	Güzeldere	14.04.2020	N 38° 3' 15" E 40° 44' 18"
C 20	Diyarbakır	Silvan	Kutlualan	14.04.2020	N 38° 3' 10" E 40° 41' 30"
C 21	Diyarbakır	Silvan	Bağdere	14.04.2020	N 38° 5' 59" E 40° 43' 6"
C 22	Diyarbakır	Silvan	Bağdere	14.04.2020	N 38° 6' 36" E 40° 43' 46"
C 23	Diyarbakır	Silvan	Yolarası	14.04.2020	N 38° 8' 7" E 40° 53' 46"
C 24	Diyarbakır	Silvan	Bağdere	14.04.2020	N 38° 7' 30" E 40° 44' 16"
C 25	Diyarbakır	Silvan	Bağdere	14.04.2020	N 38° 8' 39" E 40° 44' 27"
C 26	Diyarbakır	Sur	Cayanan	14.04.2020	N 37° 59' 41" E 40° 25' 8"
C 27	Diyarbakır	Sur	Cayanan	14.04.2020	N 37° 58' 30" E 40° 25' 47"
C 28	Diyarbakır	Sur	Yenidoğan	14.04.2020	N 37° 57' 21" E 40° 26' 32"
C 29	Diyarbakır	Sur	Yenidoğan	14.04.2020	N 37° 55' 47" E 40° 28' 45"

İzolât Adı	Lokasyon			Tarih	GPS Koordinatları
	İl	İlçe	Köy		
C 30	Diyarbakır	Kocaköy	Çaytepe	14.04.2020	N 38° 14' 18" E 40° 31' 10"
C 31	Diyarbakır	Kocaköy	Çaytepe	14.04.2020	N 38° 9' 21" E 40° 27' 59"
C 32	Diyarbakır	Ergani	Kalkan	16.04.2020	N 38° 9' 9" E 40° 4' 41"
C 33	Diyarbakır	Ergani	Çavlı	16.04.2020	N 38° 18' 8" E 39° 58' 27"
C 34	Diyarbakır	Ergani	Çavlı	16.04.2020	N 38° 17' 31" E 39° 56' 44"
C 35	Diyarbakır	Ergani	Yakacık	16.04.2020	N 38° 16' 25" E 39° 50' 30"
C 36	Diyarbakır	Ergani	Yolköprü	16.04.2020	N 38° 16' 27" E 39° 50' 44"
C 37	Diyarbakır	Ergani	Pınarkaya	16.04.2020	N 38° 14' 32" E 39° 41' 36"
C 38	Diyarbakır	Ergani	Yayvantepe	16.04.2020	N 38° 13' 22" E 39° 45' 17"
C 39	Diyarbakır	Ergani	Yayvantepe	16.04.2020	N 38° 12' 29" E 39° 45' 6"
C 40	Diyarbakır	Ergani	Bozyer	16.04.2020	N 38° 10' 38" E 39° 45' 48"
C 41	Diyarbakır	Ergani	Yeniköy	16.04.2020	N 38° 10' 8" E 39° 46' 29"
C 42	Diyarbakır	Ergani	Güzelyurt	16.04.2020	N 38° 10' 28" E 39° 48' 29"
C 43	Diyarbakır	Çermik	Kayagediği	16.04.2020	N 38° 11' 14" E 39 ° 24 ' 27"
C 44	Diyarbakır	Çermik	Kayagediği	16.04.2020	N 38° 12' 15" E 39° 27' 30"
C 45	Mardin	Mazıdağ	Ekinciler	21.04.2020	N 37° 28' 56" E 40° 21' 60"
C 46	Mardin	Mazıdağ	Ekinciler	21.04.2020	N 37° 29' 42" E 40° 18' 13"
C 47	Mardin	Derik	Böğrek	21.04.2020	N 37° 22' 41" E 40° 10' 56"
C 48	Mardin	Derik	Böğrek	21.04.2020	N 37° 23' 42" E 40° 9' 51"
C 49	Mardin	Derik	Ballı	21.04.2020	N 37° 21' 23" E 40° 40' 17"

İzolât Adı	Lokasyon			Tarih	GPS Koordinatları
	İl	İlçe	Köy		
C 50	Mardin	Kızıltepe	Çağıl	21.04.2020	N 37° 7' 0" E 40° 40' 17"
C 51	Mardin	Kızıltepe	Ataköy	21.04.2020	N 37° 7' 7" E 40° 41' 36"
C 52	Şanlıurfa	Suruç	Binatlı	28.04.2020	N 36° 56' 41" E 38° 23' 2 "
C 53	Şanlıurfa	Suruç	Binatlı	28.04.2020	N 36° 57' 1" E 38° 22' 33"
C 54	Şanlıurfa	Suruç	Binatlı	28.04.2020	N 36° 59' 33" E 38° 21' 37"
C 55	Şanlıurfa	Suruç	Binatlı	28.04.2020	N 36° 57' 9" E 38° 21' 1 "
C 56	Şanlıurfa	Suruç	Binatlı	28.04.2020	N 36° 58' 16" E 38° 23' 3 "
C 57	Şanlıurfa	Suruç	Binatlı	28.04.2020	N 36° 59' 5" E 38° 22' 35"
C 58	Şanlıurfa	Suruç	Onbırnisan	28.04.2020	N 37° 22' 11" E 38° 28' 24"
C 59	Mardin	Artuklu	Hatunlu	30.04.2020	N 37° 9' 38" E 40° 53' 31"
C 60	Mardin	Artuklu	Karademir	30.04.2020	N 37° 11' 13" E 40° 47' 51"
C 61	Mardin	Artuklu	Ortaköy	30.04.2020	N 37° 13' 20" E 40° 46' 8"
C 62	Mardin	Artuklu	Ortaköy	30.04.2020	N 37° 13' 20" E 40° 45' 59"
C 63	Mardin	Artuklu	Ortaköy	30.04.2020	N 37° 13' 17" E 40° 45' 27"
C 64	Mardin	Nusaybin	Merkez	30.04.2020	N 37° 55' 55" E 41° 8' 48"
C 65	Mardin	Nusaybin	Güneyli	30.04.2020	N 37° 7' 38" E 41° 0' 39"
C 66	Mardin	Midyat	Şenköy	05.05.2020	N 37° 27' 58" E 41° 10' 40"
C 67	Mardin	Midyat	Şenköy	05.05.2020	N 37° 27' 47" E 41° 12' 28"
C 68	Mardin	Midyat	Gelinkaya	05.05.2020	N 37° 27' 6" E 41° 15' 36"
C 69	Mardin	Midyat	Acırlı	05.05.2020	N 37° 27' 57" E 41° 16' 21"
C 70	Mardin	Midyat	Acırlı	05.05.2020	N 37° 26' 49" E 41° 16' 31"

İzolat Adı	Lokasyon			Tarih	GPS Koordinatları
	İl	İlçe	Köy		
C 71	Mardin	Midyat	Acırlı	05.05.2020	N 37° 27' 13" E 41° 16' 19"
C 72	Mardin	Midyat	Yolbaşı	05.05.2020	N 37° 24' 16" E 41° 19' 4"
C 73	Mardin	Midyat	Yolbaşı	05.05.2020	N 37° 2' 2" E 41° 18' 40"
C 74	Mardin	Midyat	Yolbaşı	05.05.2020	N 37° 24' 49" E 41° 18' 24"
C 75	Mardin	Midyat	Düzoba	05.05.2020	N 37° 24' 4" E 41° 17' 31"
C 76	Mardin	Midyat	Gelinkaya	05.05.2020	N 37° 24' 19" E 41° 16' 39"
C 77	Şanlıurfa	Viranşehir	Işıldar	07.05.2020	N 37° 17' 35" E 39° 40' 47"
C 78	Şanlıurfa	Viranşehir	Işıldar	07.05.2020	N 37° 17' 45" E 39° 40' 55"
C 79	Şanlıurfa	Viranşehir	Çiftekuyu	07.05.2020	N 37° 13' 34" E 39° 37' 18"
C 80	Şanlıurfa	Viranşehir	Çiftekuyu	07.05.2020	N 37° 13' 10" E 39° 34' 49"
C 81	Şanlıurfa	Viranşehir	Gözeli	07.05.2020	N 37° 14' 10" E 39° 30' 51"
C 82	Şanlıurfa	Viranşehir	Gözeli	07.05.2020	N 37° 15' 7" E 39° 30' 48"
C 83	Şanlıurfa	Viranşehir	Kırlık	07.05.2020	N 37° 15' 8" E 39° 34' 2'8"
C 84	Şanlıurfa	Viranşehir	Bürç	07.05.2020	N 37° 14' 42" E 39° 46' 6"
C 85	Şanlıurfa	Viranşehir	Bürç	07.05.2020	N 37° 17' 30" E 39° 45' 59"
C 86	Şanlıurfa	Ceylanpınar	Elgün	07.05.2020	N 37° 9' 35" E 39° 49' 3"
C 87	Şanlıurfa	Ceylanpınar	Elgün	07.05.2020	N 37° 9' 35" E 39° 49' 3"
C 88	Şanlıurfa	Ceylanpınar	Elgün	07.05.2020	N 37° 9' 36" E 39° 49' "
C 89	Diyarbakır	Sur	Karabaş	11.05.2020	N 37° 56' 12" E 40° 19' 2"
C 90	Diyarbakır	Sur	Karabaş	11.05.2020	N 37° 55' 39" E 40° 18' 37"

İzolasyon Adı	Lokasyon			Tarih	GPS Koordinatları
	İl	İlçe	Köy		
C 91	Diyarbakır	Sur	Yeşilli	11.05.2020	N 37° 59' 42" E 40° 25' 5"
C 92	Diyarbakır	Sur	Yeşilli	11.05.2020	N 37° 59' 32" E 40° 25' 25"
C 93	Diyarbakır	Sur	Çataksu	11.05.2020	N 37° 58' 27" E 40° 25' 46"
C 94	Diyarbakır	Sur	Çataksu	11.05.2020	N 37° 57' 30" E 40° 26' 15"
C 95	Diyarbakır	Sur	Yenidoğan	11.05.2020	N 37° 55' 20" E 40° 27' 32"
C 96	Diyarbakır	Sur	Büyükkadı	11.05.2020	N 38° 0' 6" E 40° 25' 14"
C 97	Diyarbakır	Sur	Büyükkadı	11.05.2020	N 37° 58' 6" E 40° 20' 32"
C 98	Şanlıurfa	Karaköprü	Merkez	12.05.2020	N 37° 24' 39" E 38° 51' 30"
C 99	Şanlıurfa	Haliliye	Çekçek	12.05.2020	N 37° 8' 32" E 38° 56' 29"
C 100	Şanlıurfa	Haliliye	Çekçek	12.05.2020	N 37° 8' 10" E 38° 57' 13"
C 101	Şanlıurfa	Haliliye	Çukurduruç	12.05.2020	N 37° 7' 59" E 38° 57' 42"
C 102	Şanlıurfa	Haliliye	Çekçek	12.05.2020	N 37° 9' 35" E 38° 56' 26"
C 103	Şanlıurfa	Haliliye	Akçalı	12.05.2020	N 37° 9' 37" E 38° 57' 34"
C 104	Şanlıurfa	Haliliye	Akçalı	12.05.2020	N 37° 9' 39" E 38° 56' 26"
C 105	Şanlıurfa	Haliliye	Akçalı	12.05.2020	N 37° 9' 51" E 38° 56' 41"
C 106	Şanlıurfa	Karaköprü	Gölgen	12.05.2020	N 37° 26' 30" E 38° 54' 44 "
C 107	Şanlıurfa	Hilvan	Kırbaşı	12.05.2020	N 37° 30' 25" E 38° 53' 15"
C 108	Şanlıurfa	Hilvan	Kırbaşı	12.05.2020	N 37° 29' 29" E 38° 51' 58"
C 109	Şanlıurfa	Hilvan	Aşağıçatak	14.05.2020	N 37° 36' 24" E 39° 3' 5"
C 110	Şanlıurfa	Hilvan	Bağlar	14.05.2020	N 37° 34' 2" E 38° 58' 17"

İzolât Adı	Lokasyon			Tarih	GPS Koordinatları
	İl	İlçe	Köy		
C 111	Şanlıurfa	Hilvan	Uzuncuk	14.05.2020	N 37° 30' 18" E 39° 0' 44"
C 112	Şanlıurfa	Hilvan	Küçükölcük	14.05.2020	N 37° 28' 46" E 39° 0' 50"
C 113	Şanlıurfa	Hilvan	Akbaşak	14.05.2020	N 37° 27' 13" E 39° 0' 47"
C 114	Şanlıurfa	Hilvan	Oğulmuş	14.05.2020	N 37° 25' 49" E 38° 59' 53"
C 115	Şanlıurfa	Hilvan	Alpı	14.05.2020	N 37° 32' 34" E 38° 58' 49"
C 116	Şanlıurfa	Siverek	Yuvar	14.05.2020	N 37° 46' 40" E 39° 16' 8"
C 117	Şanlıurfa	Siverek	Merkez	14.05.2020	N 37° 44' 6" E 39° 19' 5"
C 118	Şanlıurfa	Siverek	Yoğurtçuk	14.05.2020	N 37° 42' 24" E 39° 19' 17"
C 119	Şanlıurfa	Siverek	Yoğurtçuk	14.05.2020	N 37° 41' 17" E 39° 18' 48"
C 120	Şanlıurfa	Siverek	Ediz	14.05.2020	N 37° 40' 22" E 39° 14' 34"
C 121	Şanlıurfa	Siverek	Ediz	14.05.2020	N 37° 39' 52" E 39° 13' 59"
C 122	Şanlıurfa	Siverek	Aslanlı	14.05.2020	N 37° 37' 53" E 39° 11' 57"
C 123	Diyarbakır	Bismil	Aslanoğlu	15.05.2020	N 38° 1' 6" E 40° 33' 41"
C 124	Diyarbakır	Bismil	Aslanoğlu	15.05.2020	N 38° 0' 33" E 40° 34' 4"
C 125	Diyarbakır	Bismil	Baharlı	15.05.2020	N 37° 59' 3" E 40° 35' 5"
C 126	Diyarbakır	Bismil	Baharlı	15.05.2020	N 37° 57' 24" E 40° 36' 21"
C 127	Diyarbakır	Bismil	Çavuşlu	15.05.2020	N 37° 56' 27" E 40° 36' 36"
C 128	Diyarbakır	Bismil	Çavuşlu	15.05.2020	N 37° 57' 26" E 40° 36' 60"
C 129	Diyarbakır	Bismil	Kemberli	15.05.2020	N 37° 55' 44" E 40° 37' 22"
C 130	Diyarbakır	Bismil	Kemberli	15.05.2020	N 37° 54' 47" E 40° 37' 39"

İzolât Adı	Lokasyon			Tarih	GPS Koordinatları
	İl	İlçe	Köy		
C 131	Diyarbakır	Bismil	Kemberli	15.05.2020	N 37° 53' 30" E 40° 38' 39"
C 132	Diyarbakır	Silvan	Sulubağ	20.05.2020	N 38° 7' 41" E 40° 47' 11"
C 133	Diyarbakır	Silvan	Zorova	20.05.2020	N 38° 3' 47" E 40° 47' 43"
C 134	Diyarbakır	Silvan	Çukurkaynak	20.05.2020	N 38° 2' 39" E 40° 47' 60"
C 135	Diyarbakır	Silvan	Yeşilbahçe	20.05.2020	N 38° 1' 36" E 40° 48' 52"
C 136	Diyarbakır	Silvan	Şanlı	20.05.2020	N 38° 2' 6" E 40° 50' 43"
C 137	Diyarbakır	Silvan	Tokluca	20.05.2020	N 38° 3' 4" E 40° 52' 15"
C 138	Diyarbakır	Silvan	Tokluca	20.05.2020	N 38° 3' 34" E 40° 52' 20"
C 139	Diyarbakır	Silvan	Yolarası	20.05.2020	N 38° 6' 52" E 40° 53' 17"
C 140	Diyarbakır	Silvan	Yolarası	20.05.2020	N 38° 8' 8" E 40° 51' 45"
C 141	Diyarbakır	Silvan	Darköprü	20.05.2020	N 38° 8' 16" E 40° 51' 44"
C 142	Diyarbakır	Çınar	Akçomak	21.05.2020	N 37° 39' 53" E 40° 28' 3"
C 143	Diyarbakır	Çınar	Akçomak	21.05.2020	N 37° 38' 44" E 40° 28' 53"
C 144	Diyarbakır	Çınar	Aşağıkonak	21.05.2020	N 37° 38' 2" E 40° 28' 60"
C 145	Diyarbakır	Çınar	Yaprakbaşı	21.05.2020	N 37° 39' 49" E 40° 29' 18"
C 146	Diyarbakır	Çınar	Elbastı	21.05.2020	N 37° 38' 51" E 40° 28' 47"
C 147	Diyarbakır	Çınar	Şekerören	21.05.2020	N 37° 39' 52" E 40° 30' 25"
C 148	Diyarbakır	Ergani	Yolköprü	21.05.2020	N 38° 14' 34" E 39° 41' 51"
C 149	Diyarbakır	Ergani	Ziyaret	21.05.2020	N 38° 13' 1" E 39° 39' 1"
C 150	Diyarbakır	Ergani	Kesentaş	21.05.2020	N 38° 11' 34" E 39° 34' 43"
C 151	Diyarbakır	Ergani	Bereketli	21.05.2020	N 38° 7' 24" E 39° 48' 10"
C 152	Diyarbakır	Ergani	Baykara	21.05.2020	N 38° 4' 58" E 39° 53' 29"

2021 Yılı

İzo. Adı	Lokasyon			Tarih	GPS Koordinatları
	İl	İlçe	Köy		
F 1	Şanlıurfa	Hilvan	Mantarlı	05.02.2021	N 37° 20' 52" E 39° 8' 56"
F 2	Şanlıurfa	Hilvan	Mantarlı	05.02.2021	N 37° 28' 11" E 39° 13' 32"
F 3	Şanlıurfa	Siverek	Büyükkozanlı	05.02.2021	N 37° 35' 29" E 39° 20' 30"
F 4	Şanlıurfa	Siverek	Büyükkozanlı	05.02.2021	N 37° 39' 48" E 39° 13' 54"
F 5	Şanlıurfa	Siverek	Büyükkozanlı	05.02.2021	N 37° 39' 36" E 39° 13' 37"
F 6	Şanlıurfa	Siverek	Büyükkozanlı	05.02.2021	N 37° 39' 19" E 39° 13' 13"
F 7	Şanlıurfa	Siverek	Büyükkozanlı	05.02.2021	N 37° 46' 33" E 39° 16' 25"
F 8	Şanlıurfa	Siverek	Büyükkozanlı	05.02.2021	N 37° 45' 32" E 39° 24' 4"
F 9	Diyarbakır	Silvan	Oğuzlar	24.02.2021	N 38° 4' 8" E 40° 40' 15"
F 10	Diyarbakır	Silvan	Kutlualan	24.02.2021	N 38° 3' 17" E 40° 41' 22"
F 11	Diyarbakır	Silvan	Kutlualan	24.02.2021	N 38° 1' 33" E 40° 4' 35"
F 12	Diyarbakır	Silvan	Doluçanak	24.02.2021	N 38° 1' 4" E 40° 43' 58"
F 13	Diyarbakır	Silvan	Bulaklıdere	24.02.2021	N 38° 5' 30" E 40° 42' 36"
F 14	Diyarbakır	Silvan	Bulaklıdere	24.02.2021	N 38° 5' 24" E 40° 43' 16"
F 15	Diyarbakır	Bismil	Güroluk	24.02.2021	N 38° 2' 7" E 40° 32' 31"
F 16	Diyarbakır	Bismil	Güroluk	24.02.2021	N 38° 1' 44" E 40° 33' 3"
F 17	Diyarbakır	Bismil	Güroluk	24.02.2021	N 38° 1' 44" E 40° 33' 4"
F 18	Diyarbakır	Bismil	Güroluk	24.02.2021	N 38° 0' 57" E 40° 33' 47"
C 1	Diyarbakır	Ergani	Bereket	29.03.2021	N 38° 5' 7" E 39° 51' 1"
C 2	Diyarbakır	Ergani	Bereket	29.03.2021	N 38° 7' 34" E 39° 51' 10"

İzo. Adı	Lokasyon			Tarih	GPS Koordinatları
	İl	İlçe	Köy		
C 3	Diyarbakır	Ergani	Bereket	29.03.2021	N 38° 7' 23" E 39° 50' 8"
C 4	Diyarbakır	Ergani	Bereket	29.03.2021	N 38° 8' 14" E 39° 49' 23"
C 5	Diyarbakır	Ergani	Bereket	29.03.2021	N 38° 8' 34" E 39° 49' 20"
C 6	Diyarbakır	Ergani	Bereket	29.03.2021	N 38° 13' 46" E 39° 40' 38"
C 7	Diyarbakır	Ergani	Bereket	21.04.2021	N 38° 9' 10" E 39° 55' 18"
C 8	Diyarbakır	Ergani	Bereket	21.04.2021	N 38° 11' 50" E 39° 49' 40"
C 9	Diyarbakır	Ergani	Bereket	21.04.2021	N 38° 9' 33" E 39° 49' 29"
C 10	Diyarbakır	Çınar	Şekerören	21.04.2021	N 37° 44' 40" E 40° 23' 44"
C 11	Diyarbakır	Çınar	Şekerören	21.04.2021	N 37° 43' 9" E 40° 25' 34"
C 12	Diyarbakır	Çınar	Akçomak	21.04.2021	N 37° 42' 4" E 40° 26' 3"
C 13	Diyarbakır	Bismil	Aslanoğlu	21.04.2021	N 37° 52' 46" E 40° 38' 48"
C 14	Diyarbakır	Bismil	Aslanoğlu	21.04.2021	N 37° 55' 29" E 40° 37' 34"
C 15	Diyarbakır	Bismil	Aslanoğlu	21.04.2021	N 37° 55' 28" E 40° 35' 21"
C 16	Diyarbakır	Sur	Yeşilli	21.04.2021	N 38° 0' 34" E 40° 26' 29"
C 17	Diyarbakır	Sur	Yeşilli	21.04.2021	N 37° 59' 46" E 40° 24' 21"