

**T.C.**  
**UŞAK ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**TARIM BİLİMLERİ ANABİLİM DALI**

**UŞAK İLİ NOHUT (*Cicer arietinum*) EKİM ALANLARINDA SOLGUNLUĞA  
NEDEN OLAN FUNGAL ETMENLERİN SAPTANMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**MERVE DİLMAÇ**

**UŞAK**  
**KASIM, 2020**

**T.C.  
UŞAK ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**TARIM BİLİMLERİ ANABİLİM DALI**

**UŞAK İLİ NOHUT (*Cicer arietinum*) EKİM ALANLARINDA SOLGUNLUĞA  
NEDEN OLAN FUNGAL ETMENLERİN SAPTANMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**MERVE DİLMAÇ**

**UŞAK 2020**

## TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.



Merve DİLMAÇ

**UŞAK İLİ NOHUT(*Cicer arietinum*) EKİM ALANLARINDA SOLGUNLUĞA  
NEDEN OLAN FUNGAL ETMENLERİN SAPTANMASI**

**(Yüksek Lisans Tezi)**

**Merve DİLMAÇ**

**UŞAK ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
Kasım 2020**

**ÖZET**

Çalışma; Uşak ili nohut üretim alanlarında nohutta solgunluğa neden olan hastalık etmenlerini tespit etmek, tanılamak, patojen olan *Fusarium* türlerini belirlemek ve nonpatojen olan *Fusarium* izolatlarının ikili kültür ortamında *Fusarium* solgunluğuna karşı antagonistik etkilerini belirlemek ve ayrıca nohut bitkilerinde bulunma oranı en yüksek olan *Fusarium* spp.'ne karşı *in vivo*'da çeşitlerin duyarlılığını tespit etmek amacıyla ele alınmıştır. 2018 ve 2019 yıllarında Uşak ili ve ilçelerinde nohut üretim alanlarının % 85,97'sinin *Fusarium* solgunluk hastalığı ile bulaşık olduğu belirlenmiştir. İzolasyon çalışmaları sonucunda izolatların % 70,64'ünü *Fusarium* spp.'nin oluşturduğu saptanmıştır. Seçilen *Fusarium* spp.'nin ön patojenisite çalışmaları sonucunda izolatların % 60,43'ünün (168) patojen, 110 izolatın ise patojen olmadığı belirlenmiştir. Patojen izolatlardan seçilen 100 *Fusarium* sp. izolatının ILC 482 nohut çeşidinde patojenisite çalışmaları yürütülmüş ve bu izolatlardan 54'ünün orta derecede virü lent (MV), 24'ünün düşük virü lent (LV), 22 izolatında yüksek virü lent (HV) olduğu tespit edilmiştir. *Fusarium* spp. izolatlarının morfolojik ve kültürel özelliklerine göre yapılan tanı lama sonucunda, izolatların % 61'i *Fusarium oxysporum*, % 17'si *F. solani*, % 13'ü *F. proliferatum*, % 3'ü *F. verticilloides* ve % 6'sı da *Fusarium* spp. olarak tespit edilmiştir. Virü lensliği yüksek olan *F. oxysporum* izolatına karşı 110 nonpatojen *Fusarium* spp. izolatının antagonistik etkileri belirlenmiştir. *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. proliferatum* ve *F. verticilloides*'e karşı çeşit reaksiyon çalışmalarında, *Fusarium oxysporum* izolatına karşı tüm nohut çeşitlerinin hassas olduğu bulunurken, *F. solani*, *F. verticilloides* ve *F. proliferatum* izolatlarına ise tolerant olduğu belirlenmiştir.

**Bilim Kodu** :

**Anahtar Kelimeler:** *Fusarium oxysporum*, hastalık şiddeti, nohut, patojenisite, ikili kültür, nonpatojen *Fusarium* spp.

**Sayfa Adedi** : 109

**Tez Yöneticisi** : Dr. Öğr. Üyesi Havva DİNLER

**DETERMINATION OF FUNGAL AGENTS OF CAUSING WILT DISEASE IN  
CHICKPEA PRODUCTION AREAS IN UŞAK PROVINCE  
(M.Sc. Thesis)**

**Merve DİLMAÇ**

**UŞAK UNIVERSITY  
GRADUATE EDUCATION INSTITUTE  
November 2020**

**ABSTRACT**

The study was conducted to determine and identify the disease factors causing wilt in the chickpea cultivation areas in Uşak province, determine the pathogen *Fusarium* species, determine the antagonistic effects of the nonpathogen *Fusarium* isolates in dual culture environment and detect the sensitivity of the species to *Fusarium* spp., included at the highest rate in chickpea plants, under *in vivo* conditions. It was determined that 85,97 % of the chickpea cultivation areas in Uşak province was infected by the *Fusarium* wilt disease in 2018 and 2019. As a result of the isolation studies, it was determined that 70,64 % of the isolates were composed of *Fusarium* spp. As a result of the pre-pathogenicity studies of the *Fusarium* spp., it was determined that 60,43 % (168) of the isolates were pathogen and 110 were nonpathogen. Pathogenicity studies were conducted in ILC 482 chickpea species of 100 *Fusarium* spp. isolates from the pathogen isolates and 54 moderately virulent, 24 low virulent and 22 were highly virulent. According of the morphological and cultural characteristics of *Fusarium* spp. isolates were identified as these 61 % of the isolates *Fusarium oxysporum*, 17 % *F. solani*, 13 % *F. proliferatum*, 3% *F. verticilloides* and 6 % *Fusarium* spp. Against of *Fusarium oxyporum* isolate with high virulence, the antagonistic effects of 110 nonpathogenic *Fusarium* spp. were determined. In cultivar reaction studies against *F. oxysporum*, *F.solani*, *F. proliferatum* and *F. verticilloides* all the chickpea varieties were sensitive to *Fusarium oxyporum*, while tolerant to the other *Fusarium* species.

**Science Code :**

**Key Words :** *Fusarium oxysporum*, chickpea, disease severity, pathogenicity, dual culture, nonpathogen *Fusarium* spp.

**Page Number :**109

**Adviser :** Dr. Öğr. Üyesi Havva DİNLER

## TEŞEKKÜR

Paylaşımcı ve teşvik edici kiőilięi, bilgi birikimi ve tecrübeleriyle, çalıőmam boyunca her aőamada bana yol gösteren, ihtiyaç duyduğum her zaman ve her konuda ilgi ve desteğini esirgemeyen değerli hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Havva DİNLER'e, maddi ve manevi yardım ve desteğini esirgemeyen sevgili eőime ve aileme, tezimin değerlendirilmesinde katkı ve önerileriyle destek veren değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Hülya ÖZGÖNEN ÖZKAYA ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Derya ÖĞÜT YAVUZ'a sonsuz teőekkürlerimi sunarım.



# İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ÇİZELGELERİN LİSTESİ .....	vi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	x
1 GİRİŞ.....	1
2 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....	12
2.1 Ülkemizde Yapılan Çalışmalar.....	12
2.2 Dünyada Yapılan Çalışmalar .....	17
2.3 Nonpatojen <i>Fusarium</i> spp.'nin Biyolojik Mücadelede Kullanımı ile İlgili Yapılan Çalışmalar .....	21
3 MATERYAL ve YÖNTEM .....	24
3.1 Materyal.....	24
3.1.1 Fungal ve Bitkisel Materyal.....	24
3.1.2 Survey Alanı .....	24
3.2 Yöntem.....	25
3.2.1 Nohut Bitkilerinden İzolasyon Çalışmaları .....	25
3.2.2 Nohut Alanlarında Fungusların Bulunma Oranının Belirlenmesi .....	26
3.2.3 Patojenisite Çalışmaları .....	26
3.2.4 Tek Spor İzolasyonu .....	29
3.2.5 Tanılama Çalışmaları.....	31

3.2.6 Çeşit Reaksiyon Çalışmaları.....	31
3.2.7 Nonpatojen <i>Fusarium</i> spp. İzolatları ile Patojen <i>Fusarium oxysporum</i> 'un İkili Kültür Metodu .....	32
3.2.8 İstatiksel Analizler .....	32
4 ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA .....	34
4.1 Nohut Bitkilerinden İzolasyon Çalışmaları .....	34
4.2 Patojenisite Çalışmaları .....	38
4.2.1 Ön Patojenisite Çalışmaları .....	38
4.2.2 Toprak İnokulasyonu Yöntemiyle <i>in vivo</i> 'da Yapılan Patojenisite Çalışmaları.....	43
4.3 Tek Spor İzolasyonu .....	45
4.4 Tanılama Çalışmaları.....	46
4.5 Çeşit Reaksiyon Çalışmaları.....	50
4.6 Nonpatojen <i>Fusarium</i> spp.'lerinin Nohutta <i>Fusarium</i> Solgunluğuna Karşı <i>in</i> <i>vitro</i> 'da Antagonistik Etkilerinin Belirlenmesi .....	70
5 SONUÇ ve ÖNERİLER .....	78
KAYNAKLAR.....	81
ÖZGEÇMİŞ.....	94



## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 1.1 Dünya'da başlıca nohut yetiştiren ülkelerin 2014-2018 yılları arasındaki üretim alanları.....	3
Çizelge 1.2 Dünya'da başlıca nohut yetiştiren ülkelerin 2014-2018 yılları arasındaki üretim miktarları.....	3
Çizelge 1.3 Türkiye genelinde illere göre nohut üretim alanı ve üretim miktarları.....	4
Çizelge 1.4 Uşak ili ilçelere göre nohut üretim alanı, üretim miktarı ve verim değerleri.....	5
Çizelge 3.1 2018-2019 yıllarında ilçelerin tarla büyüklüklerine göre incelenen tarla sayısı.....	24
Çizelge 3.2 İncelenecek tarlanın büyüklüğüne göre kontrol edilen bitki sayısı.....	25
Çizelge 4.1 2018 yılına ait nohut üretim alanlarında bitkilerin toplandığı ilçe, köy, tarla ve örnek sayıları.....	34
Çizelge 4.2 2019 yılına ait nohut üretim alanlarında bitkilerin toplandığı ilçe, köy, tarla ve örnek sayıları.....	35
Çizelge 4.3 2018 ve 2019 yılı nohut üretim alanlarından elde edilen fungal izolat sayılarının ilçelere göre dağılımı.....	36
Çizelge 4.4 Uşak ili nohut üretim alanlarından izole edilen <i>Fusarium</i> spp. etmeninin ilçelere göre izolat sayıları.....	38
Çizelge 4.5 Uşak İli 2018 yılı nohut üretim alanlarında nohut bitkilerinden izole edilen <i>Fusarium</i> spp. izolatlarının kökçüklerdeki ortalama lezyon boyu ve hastalık indeksi.....	39
Çizelge 4.6 Uşak İli 2019 yılı nohut üretim alanlarında nohut bitkilerinden izole edilen <i>Fusarium</i> spp. izolatlarının kökçüklerdeki ortalama lezyon boyu ve hastalık indeksi.....	42
Çizelge 4.7 2018 yılı <i>Fusarium</i> spp. izolatlarının ILC 482 nohut çeşidinde hastalık şiddeti ve hastalık indeksi.....	44
Çizelge 4.8 2019 yılı <i>Fusarium</i> spp. izolatlarının ILC 482 nohut çeşidinde hastalık şiddeti ve hastalık indeksi.....	45

Çizelge 4.9	2018 ve 2019 nohut ekim alanlarından izole edilen patojen <i>Fusarium</i> izolatlarının türleri ve mikroskopik özellikleri.....	46
Çizelge 4.10	<i>Fusarium</i> türlerinin tescilli bazı nohut çeşitlerinde bazı parametreler üzerine etkisi.....	51
Çizelge 4.11	<i>Fusarium oxyporum</i> izolatının nohut çeşitlerinde hastalık şiddeti, kök ve sürgün uzunluğu, kök ve sürgün yaş/kuru ağırlıkları üzerine etkileri.....	56
Çizelge 4.12	<i>Fusarium proliferatum</i> izolatının nohut çeşitlerinde hastalık şiddeti, kök ve sürgün uzunluğu, kök ve sürgün yaş/kuru ağırlıkları üzerine etkileri.....	57
Çizelge 4.13	<i>Fusarium verticilloides</i> izolatının nohut çeşitlerinde hastalık şiddeti, kök ve sürgün uzunluğu, kök ve sürgün yaş/kuru ağırlıkları üzerine etkileri.....	58
Çizelge 4.14	<i>Fusarium solani</i> izolatının nohut çeşitlerinde hastalık şiddeti, kök ve sürgün uzunluğu, kök ve sürgün yaş/kuru ağırlıkları üzerine etkileri.....	59
Çizelge 4.15	Nonpatojen <i>Fusarium</i> spp. izolatlarının (I. küme) farklı günlerdeki miseliyal gelişimi (mm) ve engelleme oranları (%)......	71
Çizelge 4.16	Nonpatojen <i>Fusarium</i> spp. izolatlarının (II. küme) farklı günlerdeki miseliyal gelişimi (mm) ve engelleme oranları (%)......	72
Çizelge 4.17	Nonpatojen <i>Fusarium</i> spp. izolatlarının (III. küme) farklı günlerdeki miseliyal gelişimi (mm) ve engelleme oranları (%)......	73
Çizelge 4.18	Farklı kümelerde gruplanan nonpatojen <i>Fusarium</i> spp. izolatlarının farklı günlerdeki miseliyal gelişimi (mm) ve engelleme oranları (%).....	75

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil		Sayfa
Şekil 3.1	PDA'da geliştirilmiş 10 günlük <i>Fusarium</i> spp. izolatu (A), 3 gün önceden çimlendirilmiş nohut tohumları (B), <i>Fusarium</i> spp.'nin ILC-482 nohut çeşidiyle ön patojenisite testi (C).....	27
Şekil 3.2	<i>Fusarium</i> spp.'nin inokulum hazırlığı ve inokulum verilmiş saksılara nohut tohumlarının ekimi.....	29
Şekil 4.1	<i>Fusarium</i> spp. izolatlarının ILC-482 nohut çeşidi ile ön patojenisite testi...	38
Şekil 4.2	<i>Fusarium</i> spp. izolatlarının ILC 482 nohut çeşidi ile toprak inokulasyonu yöntemiyle <i>in vivo</i> 'da patojenisite testi.....	44
Şekil 4.3	<i>Fusarium</i> spp. türlerinin PDA'daki 7 günlük koloni gelişimi ve 4x objektif altında mikroskopik görünümleri. <i>Fusarium oxysporum</i> (a,b), <i>Fusarium proliferatum</i> (c,d), <i>Fusarium solani</i> (e,f), <i>Fusarium verticilloides</i> (g,h).....	49
Şekil 4.4	Akça nohut çeşidinin <i>F. oxysporum</i> (a), <i>F. proliferatum</i> (b), <i>F. verticilloides</i> (c) ve <i>F. solani</i> 'ye (d) karşı gösterdiği reaksiyonlar.....	60
Şekil 4.5	Akçın nohut çeşidinin <i>F. oxysporum</i> (a), <i>F. proliferatum</i> (b), <i>F. verticilloides</i> (c) ve <i>F. solani</i> 'ye (d) karşı gösterdiği reaksiyonlar.....	60
Şekil 4.6	Aydın nohut çeşidinin <i>F. oxysporum</i> (a), <i>F. proliferatum</i> (b), <i>F. verticilloides</i> (c) ve <i>F. solani</i> 'ye (d) karşı gösterdiği reaksiyonlar.....	61
Şekil 4.7	Azkan nohut çeşidinin <i>F. oxysporum</i> (a), <i>F. proliferatum</i> (b), <i>F. verticilloides</i> (c) ve <i>F. solani</i> 'ye (d) karşı gösterdiği reaksiyonlar.....	61
Şekil 4.8	Canıtez nohut çeşidinin <i>F. oxysporum</i> (a), <i>F. proliferatum</i> (b), <i>F. verticilloides</i> (c) ve <i>F. solani</i> 'ye (d) karşı gösterdiği reaksiyonlar.....	62
Şekil 4.9	Cevdetbey nohut çeşidinin <i>F. oxysporum</i> (a), <i>F. proliferatum</i> (b), <i>F. verticilloides</i> (c) ve <i>F. solani</i> 'ye (d) karşı gösterdiği reaksiyonlar.....	62
Şekil 4.10	Çakır nohut çeşidinin <i>F. oxysporum</i> (a), <i>F. proliferatum</i> (b), <i>F. verticilloides</i> (c) ve <i>F. solani</i> 'ye (d) karşı gösterdiği reaksiyonlar.....	63
Şekil 4.11	Diyar 95 nohut çeşidinin <i>F. oxysporum</i> (a), <i>F. proliferatum</i> (b), <i>F. verticilloides</i> (c) ve <i>F. solani</i> 'ye (d) karşı gösterdiği reaksiyonlar.....	63
Şekil 4.12	Er 99 nohut çeşidinin <i>F. oxysporum</i> (a), <i>F. proliferatum</i> (b), <i>F. verticilloides</i> (c) ve <i>F. solani</i> 'ye (d) karşı gösterdiği reaksiyonlar.....	64
Şekil 4.13	Gökçe nohut çeşidinin <i>F. oxysporum</i> (a), <i>F. proliferatum</i> (b), <i>F. verticilloides</i> (c) ve <i>F. solani</i> 'ye (d) karşı gösterdiği reaksiyonlar.....	64

Şekil 4.14	Hisar nohut çeşidinin <i>F. oxysporum</i> (a), <i>F. proliferatum</i> (b), <i>F. verticilloides</i> (c) ve <i>F. solani</i> 'ye (d) karşı gösterdiği reaksiyonlar.....	65
Şekil 4.15	Işık 05 nohut çeşidinin <i>F. oxysporum</i> (a), <i>F. proliferatum</i> (b), <i>F. verticilloides</i> (c) ve <i>F. solani</i> 'ye (d) karşı gösterdiği reaksiyonlar.....	65
Şekil 4.16	İnci nohut çeşidinin <i>F. oxysporum</i> (a), <i>F. proliferatum</i> (b), <i>F. verticilloides</i> (c) ve <i>F. solani</i> 'ye (d) karşı gösterdiği reaksiyonlar.....	66
Şekil 4.17	İzmir 92 nohut çeşidinin <i>F. oxysporum</i> (a), <i>F. proliferatum</i> (b), <i>F. verticilloides</i> (c) ve <i>F. solani</i> 'ye (d) karşı gösterdiği reaksiyonlar.....	66
Şekil 4.18	Küsmen nohut çeşidinin <i>F. oxysporum</i> (a), <i>F. proliferatum</i> (b), <i>F. verticilloides</i> (c) ve <i>F. solani</i> 'ye (d) karşı gösterdiği reaksiyonlar.....	67
Şekil 4.19	Menemen nohut çeşidinin <i>F. oxysporum</i> (a), <i>F. proliferatum</i> (b), <i>F. verticilloides</i> (c) ve <i>F. solani</i> 'ye (d) karşı gösterdiği reaksiyonlar.....	67
Şekil 4.20	Sarı 98 nohut çeşidinin <i>F. oxysporum</i> (a), <i>F. proliferatum</i> (b), <i>F. verticilloides</i> (c) ve <i>F. solani</i> 'ye (d) karşı gösterdiği reaksiyonlar.....	68
Şekil 4.21	Uzunlu 99 nohut çeşidinin <i>F. oxysporum</i> (a), <i>F. proliferatum</i> (b), <i>F. verticilloides</i> (c) ve <i>F. solani</i> 'ye (d) karşı gösterdiği reaksiyonlar.....	68
Şekil 4.22	Yaşa 05 nohut çeşidinin <i>F. oxysporum</i> (a), <i>F. proliferatum</i> (b), <i>F. verticilloides</i> (c) ve <i>F. solani</i> 'ye (d) karşı gösterdiği reaksiyonlar.....	69
Şekil 4.23	Nonpatojen <i>Fusarium</i> spp. izolatlarının 3, 5, 7, ve 9. günlerdeki antagonistik etkilerine göre sınıflandırılması.....	70
Şekil 4.24	Patojen <i>Fusarium oxysporum</i> ile nonpatojen <i>Fusarium</i> spp.'lerin ikili kültür testi PFo; Patojen <i>Fusarium oxysporum</i> , NPFus; Nonpatojen <i>Fusarium</i> spp.....	71
Şekil 4.25	Farklı kümelerde gruplanan nonpatojen <i>Fusarium</i> spp. izolatlarının farklı günlerdeki miseliyal gelişim eğrisi ve kontrol.....	74

## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
<b>B</b>	Bor
<b>Ca</b>	Kalsiyum
<b>Cl</b>	Klor
<b>Cm</b>	Santimetre
<b>Cu</b>	Bakır
<b>°C</b>	Derece santigrad
<b>Da</b>	Dekar
<b>Dk</b>	Dakika
<b>Fe</b>	Demir
<b>f. sp.</b>	Formae speciales
<b>Foc</b>	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>ciceris</i>
<b>G</b>	Gram
<b>Ha</b>	Hektar
<b>K</b>	Potasyum
<b>Kg</b>	Kilogram (ağırlık)
<b>M</b>	Metre
<b>Mbp</b>	Megabazçifti
<b>Mg</b>	Magnezyum
<b>ml</b>	Mililitre

<b>Mm</b>	Milimetre
<b>Mn</b>	Mangan
<b>Mo</b>	Molibden
<b>Mm</b>	Mikrometre
<b>NAOCl</b>	Sodyum hipoklorid
<b>P</b>	Fosfor
<b>S</b>	Kükürt
<b>Zn</b>	Çinko

#### **Kısaltmalar**

#### **Açıklama**

<b>CLA</b>	Carnation Leaf Agar
<b>FAO</b>	Food and Agricultural Organization
<b>PDA</b>	Patates Dektroz Agar
<b>SA</b>	Su Agar
<b>TÜİK</b>	Türkiye İstatistik Kurumu

# 1 GİRİŞ

Nohut (*Cicer arietinum* L.), Fabales takımına ait, Fabaceae familyasından Cicer cinsi içerisinde kültüre alınan tek tür olup fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) ve bezelyeden (*Pisum sativum* L.) sonra önemli yemeklik dane baklagillerdendir. Nohut orijini Türkiye'nin güneydoğusu ve Suriye'nin sınırı olduğu Güneydoğu Anadolu bölgesinden almış olup, tüm dünyaya buradan yayılmıştır (Van der Maesen, 1987; Bayrak et al., 2005).

Nohut daha çok Güney ve Batı Asya, Doğu ve Kuzey Afrika, Güney Avrupa, Kuzey ve Güney Amerika ve son zamanlarda da Avustralya olmak üzere tropikal, subtropikal ve ılıman bölgelerde yetiştirilmektedir (Jimenez Diaz et al., 2015; Jendoubi et al., 2017). Hindistan başta olmak üzere 44 farklı ülkede, 8 farklı iklim kuşağında kültüre alınabilmekte ve yaşamını sürdürebilmektedir (Sethy et al., 2006; Hajarpoor et al., 2014). Dünyada yetiştiriciliği yapılan nohudun 'Kabuli' ve 'Desi' olmak üzere iki tipi bulunmaktadır (Singh et al., 2008; Özer et al., 2010). Desi tipi nohutların, tuz, kuraklık ve soğuk gibi abiyotik faktörlere karşı dayanıklı (Bhagyawant and Srivastana, 2008) ve kabuli tip nohutlardan daha fazla lif içeriğine sahip olduğu bilinmektedir (Upadhyaya et al., 2008; Upadhyaya et al., 2011; Castro et al., 2011). Kabuli tip nohutların genellikle Güney Avrupa, Batı Asya ve Kuzey Afrika'da, desi tip nohutların ise Doğu Afrika ve Hindistan'da yetiştiriciliği yapılmaktadır (Singh et al., 2008). Türkiye'de Marmara ve Karadeniz bölgelerinin kıyı kesimleri hariç hemen hemen her yerde kabuli tip nohut yetiştiriciliği yapılmaktadır.

İlman iklim kuşağında geniş bir adaptasyon yeteneği olan nohut, nötr gün bitkisi olup Akdeniz ikliminden tropikal iklime kadar değişen birçok iklimde ve yıllık yağışı 350 mm olan bölgelerde sulanmadan yetişebilmektedir (Sepetoğlu, 2006; Düzdemir ve Akdağ, 2007). Toprak isteği bakımından da fazla seçici olmamakla birlikte genel olarak hafif, kireçli kumlu ve en ideal kumlu-tınlı topraklarda, toprak pH'sı 7,5-8,0 arasında iyi yetişmektedir (Akçin, 1988). Nohut tohumlarının çimlenmesi için optimum sıcaklık 20 °C, nohutun vejetatif gelişiminin erken dönemlerinde gece 21-24 °C, gündüz 29-32 °C sıcaklıklar arasında, daha sonraki gelişme dönemlerinde ise optimum gece 18-21 °C, gündüz 26-29 °C sıcaklık aralığına ihtiyaç duymaktadır (Ardıç, 2006).

Dünyanın hemen hemen her yerinde tarımı çok uzun zamanlardan beri yapılan nohut, insan ve hayvan beslenmesinde önemli bitkisel protein kaynaklarından biridir. Nohut kuru tanesinde içerdiği protein (*histidin, lösin, izolösin, lizin, sistin, fenilalanin, metiyonin, triptofan, valin*), karbonhidrat, mineral maddeler (K, Mg, P, Mn, Fe, Ca, Zn, Cu, Mo, Cl, S, B) ve vitaminler (A, B, C, E, K, B6, niacin, pantothenic acid, tiamin, ribofilavin) yönünden çok zengin olduğu bilinmektedir (Özer et al., 2010; Singh and Singh 2015). Ayrıca hipokolesteromik etkiye sahip olan nohut, fizyolojik fonksiyonlar ve hücre onarımı için gerekli olan Omega-3 ve Omega-6 gibi esansiyel yağ asitlerini de içermektedir (Metin, 2012).

Nohut, önemli stres faktörlerinden sıcağa, kurağa ve soğuğa dayanıklı olması ve bunun yanında besince fakir topraklarda ürün verebilmesi ve ayrıca kışlık tahıllarla da ekim nöbetine girmesi nedeniyle bir baklagil bitkisi olarak ayrı bir öneme sahiptir (Atasağun, 2009). Ayrıca nohut tüm bu özelliklerinin yanında baklagillerin genel özelliği olarak, köklerinde simbiyotik yaşam sürdürebilen *Rhizobium* bakterileri ile havadaki serbest azotu kullanabilmesi ve toprağı bu yönden zenginleştirmesi ve toprak verimliliğini artırması açısından önemli baklagiller arasında yer almaktadır (Hajarpoor et al., 2014). Bir sezonda hektar başına 140 kg'ye kadar azotu toprağı bağlayabilen nohut azot ihtiyacının % 80 kadarını bu yolla karşılayabilmektedir (Metin, 2012). Toprak verimliliğinin artmasına yardımcı olarak topraktan hastalıkların ve bazı zararlıların giderilmesinde de oldukça önemlidir (Tabanlı, 2016). Ayrıca bu özelliklerinden dolayı nohut bitkisi allelopatik etkisinden nedeniyle kendisinden sonra ekilen ürünlerin verimliliğinin artmasına da yardımcı olmaktadır (Gautam et al., 2014).

Dünya nohut üretim alanları FAO verilerine göre; 2014 yılında 13 780 525 ha iken 2018 yılında 17 814 502 ha'a yükselmiştir. 2018 yılı verilerine göre Dünya'da nohut üretim alanları açısından Hindistan (% 66,7), Avustralya (% 6), Pakistan (% 5,4) ve Rusya'dan (% 4,5) sonra ülkemiz % 2,8'lik pay ile beşinci sırada yer almaktadır (Çizelge 1.1).



Çizelge 1.1. Dünya'da başlıca nohut yetiştiren ülkelerin 2014-2018 yılları arasındaki üretim alanları (FAO, 2020)

Ülkeler	Üretim Alanı (ha)				
	2014	2015	2016	2017	2018
Hindistan	9 927 000	8 251 000	8 399 000	9 539 000	11 899 185 (66,7)*
Avustralya	507 800	424 800	677 444	1 069 000	1 075 136 (6)
Türkiye	388 169	357 222	351 687	392 673	514 102 (2,8)
Rusya	-	-	357 945	457 051	819 330 (4,5)
Amerika	85 834	82 190	129 500	247 260	341 070 (1,9)
Etiyopya	239 755	258 486	225 608	231 935	241 212 (1,3)
Myanmar	377 977	372 311	363 870	375 620	368 390 (2)
Meksika	106 434	80 386	66 316	98 501	194 370 (1)
Pakistan	949 513	942 673	939 488	971 043	976 580 (5,4)
Kanada	66 000	46 500	40 400	64 700	176 000 (0,9)
Dünya	13 780 525	11 843 141	12 629 700	14 473 056	17 814 502

\*Parantez içindeki değerler ülkelerin dünya üretim alanlarındaki % payını göstermektedir.

Dünya nohut üretimi 2014 yılında 13 612 809 ton iken, 2018 yılında 17 192 188 tona yükselmiştir. Dünyada nohut üretimi açısından Hindistan % 66,1'lik pay ile birinci sırada yer alırken, Avustralya % 5,8 ile ikinci, Türkiye ile Rusya ise % 3,6'lık pay ile üçüncü sırada yer almaktadır (Çizelge 1.2).

Çizelge 1.2. Dünya'da başlıca nohut yetiştiren ülkelerin 2014-2018 yılları arasındaki üretim miktarları (FAO,2020)

Ülkeler	Üretim Miktarı (ton)				
	2014	2015	2016	2017	2018
Hindistan	9 530 000	7 332 000	705 800	9 075 000	11 380 000 (66,1)*
Avustralya	629 400	555 400	874 593	2 004 000	998 231 (5,8)
Türkiye	450 000	460 000	455 000	470 000	630 000 (3,6)
Rusya	319 969	319 969	319 969	418 646	620 400 (3,6)
Amerika	127 369	114 440	247 070	320 100	577 970 (3,3)
Etiyopya	458 682	520 965	444 146	473 884	515 642 (2,9)
Myanmar	570 700	571 500	559 390	526 772	509 856 (2,9)
Meksika	171 665	137 809	121 567	188 939	351 796 (2)
Pakistan	399 030	379 192	286 162	329 751	323 364 (1,8)
Kanada	123 000	83 500	75 200	95 600	311 300 (1,8)
Dünya	1 3612 809	11 220 906	112 61 006	14 722 155	17 192 188

\*Parantez içindeki değerler ülkelerin dünya üretim alanlarındaki % payını göstermektedir.

Son yıllarda Dünya'da 14 564 399 ha alanda nohut üretimi yapılmakta olup, toplam 14 776 827 ton ürün elde edilmektedir (FAO, 2020). Ülkemizin 2014-2018 yıllarına ait nohut üretim alanları incelendiğinde üretim alanlarımızın 2018 yılında, 2014 yılına göre yaklaşık

% 40'lık artışla 514 102 ha'a, üretim miktarının ise % 32'lik artışla 630 000 tona yükseldiği görülmektedir (Çizelge 1.1, Çizelge 1.2).

Türkiye'nin neredeyse tüm bölgelerinde nohut yetiştiriciliği yapılmaktadır. Ülkemizde en fazla nohut yetiştiriciliği yapan illerin başında Kırşehir, Yozgat, Ankara, Adıyaman, Konya ve Kırıkkale gelmektedir. Nohut yetiştiriciliğinde ilk 10 ilin üretim alanı ve üretim miktarlarına ilişkin değerler Çizelge 1.3'de verilmiştir. Uşak 2019 yılı verilerine göre; Türkiye genelinde üretim alanı olarak yedinci sırada, üretim miktarı olarak ise son sırada yer almaktadır. Çizelge 1.3 incelendiğinde; Uşak ilinde her geçen yıl nohut üretim alanı ve üretim miktarının azaldığı görülmektedir.

Çizelge 1.3. Türkiye genelinde illere göre nohut üretim alanı ve üretim miktarları (TUİK, 2020)

İller	Üretim Alanı (da)				Üretim Miktarı (ton)			
	2016	2017	2018	2019	2016	2017	2018	2019
Kırşehir	202 011	343 403	532 518	606 715	32 385	46 243	65 952	70 813
Yozgat	178 718	268 186	418 776	600 985	20 798	28 418	53 319	68 614
Ankara	201 173	307 533	485 479	538 774	26 712	35 397	57 959	67 948
Kırıkkale	66 110	153 342	348 001	413 954	9 626	20 113	46 697	44 582
Konya	213 707	246 491	351 518	336 196	32 139	34 586	48 845	46 858
Adıyaman	85 220	107 140	274 064	326 157	15 572	16 766	46 059	47 565
Uşak	297 093	286 016	289 917	219 875	35 898	30 542	27 233	19 981
Karaman	216 450	227 430	232 908	208 377	23 416	30 599	27 607	26 342
Çorum	63 970	64 481	128 234	189 045	8 099	8 390	18 848	28 701
Diyarbakır	63 600	68 980	146 938	168 317	13 295	13 110	24 104	26 285

Ülkemizde Ege Bölgesi nohut üretim alanlarının % 11'ini, üretim miktarının ise yaklaşık % 8'ini oluşturmaktadır (TUİK, 2020). Uşak ili Ege Bölgesi nohut üretim alanlarının yaklaşık % 51,11'ini oluşturmakta; başta Uşak ilinin Ulubey ilçesi olmak üzere diğer tüm ilçelerinde de yoğun olarak üretimi yapılmaktadır. Ulubey, Merkez ve Banaz ilçeleri başta olmak üzere bölgede 27 233 ton nohut üretilmektedir (Çizelge 1.4).

Çizelge 1.4. Uşak ili ilçelere göre nohut üretim alanı, üretim miktarı ve verim değerleri (TUIK, 2020)

İlçe Adı	Ekilen alan (da)	Üretim (ton)	Verim (kg/da)
Ulubey	67 633	5 738	85
Banaz	56 345	7 225	128
Merkez	66 455	4 381	80
Sivaslı	12 618	1 130	90
Karahallı	8 412	793	94
Eşme	8 412	714	85

Ülkemizde iç tüketim ve ihracatımız için önemli bir yere sahip olan nohut bitkisinin üretimi ve verimi bazı faktörler tarafından etkilenebilmektedir. Bu faktörler arasında mikro besin elementi noksanlıkları, soğuk, kuraklık, tuzluluk (Atalay, 2009), ekim zamanı (Eser, 1978) gibi çeşitli abiyotik faktörler ve bazı biyotik etmenlerden kaynaklanan nohut hastalıkları da verimliliği doğrudan etkilemektedir (Nene et al.,1996). Nohutta günümüze kadar tüm dünyada yaklaşık olarak 172 patojenin hastalık oluşturduğu tespit edilmiş ve bu patojenlerin nohut üretiminde azalmalar meydana getirdiği bilinmektedir (Jimenez-Diaz et al., 2015). Bu patojenler fungal, bakteriyel ve viral kaynaklı olup, bunlar içerisinde fungal kaynaklı olanlar daha fazla yer turmaktadır (Yiğit, 2001). Bu hastalık etmenlerinden bazıları Anonymus'a (Anonymous, 2008) göre; *Acrophialophora fusipora*, *Alternaria alternata*, *Alternaria tenuissima*, *Ascochyta rabiei*, *Fusarium solani*, *Botrytis cinerea*, *Sclerotium rolfsii*, *Colletotrichum capsici*, *Colletotrichum dematium*, *Pythium debaryanum*, *Pythium irregulare*, *Pythium ultimum*, *Perenospora* sp., *Macrophomina phaseolina*, *Fusarium acuminatum*, *Fusarium arthrosporioides.*, *Fusarium avenaceum*, *Fusarium equiseti*, *Fusarium solani* f.sp. *eumartii*, *Fusarium oxysporum* Schlechtend Fr. f. sp. *ciceris*, *Phoma medicaginis*, *Phytophthora citrophthora*, *Phytophthora cryptogea*, *Phytophthora drechsleri*, *Phytophthora megasperma*, *Leveillula taurica*, *Uromyces ciceris-arietini*, *Uromyces striatus*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotinia trifoliorum*, *Verticillium alboatrum*, *Verticillium dahliae* olarak ifade edilmektedir. Nohutta bu kadar fazla fungal hastalık etmeni tespit edilmesine rağmen hepside aynı yaygınlıkta ve şiddette hastalık oluşturmamaktadırlar. En önemli fungal hastalıkların başında antraknoz, *Fusarium solgunluğu*, Kurşuni küf, *Phytophthora kök çürüklüğü*, kuru kök çürüklüğü (*Macrophomina phaseolina*), *Sclerotinia gövde çürüklüğü* ve pas hastalıkları olduğu ifade edilmiştir (Singh et al., 2003a, b; Ahmad et al., 2005; Knights et al., 2008; Jiménez-Díaz et al., 2015). Toprak

kaynaklı hastalık etmenleri bitkilerde çökerten/kök çürüklüğü, iletim demeti solgunluğu ve gövde solgunluğuna neden olmaktadır (Infantino et al., 2006).

*Fusarium* türleri çok geniş bir konukçu dizisine sahip olup, doğada yaygın olarak bulunmakta, birçok kültür bitkisinde solgunluk oluşturmakta, bazen de farklı bitki türlerinde kök çürüklüğüne neden olmaktadır. *Fusarium* genusu farklı morfolojik, fizyolojik ve ekolojik özellikleri nedeni ile geniş bir biyoçeşitliliğe sahiptir (Burgess et al., 1996). *Fusarium oxysporum* konukçuya spesifik olmasından dolayı formae specialeslere ayrılmış olup (Snyder and Hansen, 1940), konukçu türüne bağlı olarak yaklaşık 150 farklı formae speciales bulunmaktadır (Baayen et al., 2000).

Nohut ekimi yapılan alanlarda son yıllarda dikkat çeken *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris* Schlechtend'in neden olduğu *Fusarium* solgunluğu (Haware et al., 1996) antraknoz (*Ascochyta rabiei*) hastalığından sonra önemli verim kayıplarına neden olan ikinci fungal patojen olarak bilinmektedir (Martin, 2004). Nohut solgunluğuna sebep olan *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* (Foc) ilk kez 1918'de Butler tarafından Hindistan'da bildirilmiş, ancak etiolojisi 1940 yılında Padwick tarafından tanımlanmıştır (Cunnington et al., 2007). Fungus, sadece Cicer türlerinde ve bu türlerden kültüre alınan tek tür olan nohut bitkisinde patojenik özellik göstermektedir. Bununla birlikte *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris*, fasulye, bakla, mercimek ve güvercin bezelyesi gibi diğer baklagillerin kök dokularını herhangi bir belirti göstermeksizin kolonize edebilmektedir. Ayrıca patojen diğer bitkiler ve çift çenekli yabancı otlarda da yine belirti göstermeksizin bitki bünyesinde bulunabilmektedir (Haware and Nene 1982b; Trapero-Casas and Jimenez-Diaz, 1985).

Fungus, patates dekstroz agar (PDA) veya patates sükroz agar (PSA) besi yerinde UV ışık altında, başlangıçta ince beyaz pamuğumsu görünümündedir. Ancak daha sonraki dönemlerde krem veya somon renkli bir hal alabilir veya beyaz renkte kalabilir (Jimenez-Diaz et al., 2011). Fungus makrokonidi, mikrokonidi ve klamidospor olmak üzere 3 tip spor oluşturur. Mikrokonidiler 2,5-4,5 µm × 5-11 µm boyutlarında düz veya kavisli oval veya silindirikdir. Makrokonidiler ise mikrokonidilerden daha az sayıda üretilmektedir. Makrokonidiler ince duvarlı, 3-5 bölmeli, uç kısımları fusoid veya sivri 3,5-4,5 x 25-65 µm boyundadır. Yaşlı kültürlerde (15 gün) oluşan klamidosporlar ise düz veya pürüzlü olup terminal (uçta) veya interkalar (ortada) olarak tek, çift veya zincir şeklinde olup kalın duvarlıdır (Jimenez-Diaz et al., 2011; Castro et al., 2012). Fungus pH 4-9,4 ve 7-35 °C

sıcaklıklarda gelişmektedir. Miseliyal gelişim için optimum koşullar, türlere bağlı olarak pH 5,1-5,9 ve 25-27 °C sıcaklarda ve spor oluşumu için optimum pH 7,1-7,9'dur (Jimenez-Diaz et al., 2011).

Hastalığın belirtileri bitki gelişiminin herhangi bir aşamasında ortaya çıkabilmekte ve (Jimenez-Diaz et al., 2015) ve hastalık hassas çeşitlerde ekimden sonra 25 gün içinde ("erken solgunluk" olarak adlandırılır) oluşmaktadır (Al-Taae et al., 2013; Jimenez-Diaz et al., 2015). Erken solgunlukta bitkilerde yapraklarda yumuşaklık, ardından donuk yeşil renk değişikliği, kuruma ve sonunda bitkinin tümünün çökmesi gibi belirtiler görülmektedir (Jimenez-Diaz et al., 1989). Bununla birlikte, semptomlar genellikle çiçeklenmenin erken evrelerinde, ekimden 6-8 hafta sonra göze çarpıcı hale gelmekte (geç solgunluk) bu geç solgunluk sonucu çiçek, yaprak sapları ve yaprakçıkların sarkmasına bunu takiben yapraklarda kademeli olarak sararmaya ve nekroz oluşumuna neden olmaktadır (Jimenez-Diaz et al., 2015). Hastalıklı fideler ve bitki kökleri, şiddetli bir şekilde hastalanıp kurumadan önce söküldüğünde, kökte dış yüzeyde herhangi bir renk değişimi gözlenmemektedir. Kökler dıştan bakıldığında sağlıklı gibi görünse de kök boğazı kısmından boyuna kesitler alındığında iç dokularının kahverengi olduğu görülmektedir (Haware et al., 1978). Floem-ksilem, ksilem-öz ve floem-kortikal parankima dokuları arasında oluşan kısımda, hastalıklı bitkinin kök ve gövdelerinin iletim dokularında histolojik bozulmalar meydana gelir ve ayrıca vasküler kambiumda anormal hücreler çoğalır (Jimenez-Diaz et al., 1989). Erken solgunluk (% 77-94), geç solgunluğa (% 24-65) göre daha fazla verim kaybına neden olmaktadır. Geç solgunluk görülen bitkilerden elde edilen tohumlar sağlıklı bitkilerden elde edilen tohumlara göre daha mat, hafif ve sert olmaktadır (Haware and Nene, 1980; Navas-Cortes et al., 2000).

Dünya genelinde nohutta Cezayir, Arjantin, Avustralya, Bangladeş, Şili, Çin, Kolombiya, Mısır, Etiyopya, Macaristan, Hindistan, İran, Irak, İtalya, Kenya, Malawi, Meksika, Fas, Myanmar, Nepal, Pakistan, Peru, İspanya, Sri Lanka, Sudan, Suriye, Tunus, Türkiye, Uganda, Amerika, Zambia, Rusya'nın da dahil olduğu birçok ülkede solgunluk hastalığı görülmektedir (Nene et al., 1996; Singh et al., 2014). *Fusarium solgunluğu* dünya genelinde nohutlarda % 10-% 15 (Trapero-Casas and Jimenez-Diaz, 1985; Jalali and Chand, 1992), % 10-% 40 (Kaiser et al., 1994; Abou-Zeid and Hallila, 2003) arasında ekonomik

kayba neden olmakla birlikte, bazen belirli koşullarda bu kayıp % 100'e bile ulaşabilmektedir (Jimenez-Gasco and Jimenez-Diaz, 2003).

*Fusarium solgunluğu*, dünya genelinde birçok alanda nohut üretiminde büyük bir engel teşkil etmektedir. Ekim alanlarında oldukça yaygın olan bu hastalık etmeninin virülensliğinin farklı oluşu, diğer bir deyişle farklı patojenik ırklardan ve patotiplerden oluşması (en az sekiz patojenik ırk (0, 1A, 1B/C, 2, 3, 4, 5 ve 6), toprakta uzun süre canlı kalması (en az 6 yıl) hastalığın mücadelesini zorlaştırmaktadır (Haware et al., 1996). Türkiye’de de nohutta *Fusarium solgunluğuna F. oxysporum* f. sp. *ciceris*’in neden olduğu (Soran, 1977; Şehirli ve ark., 1995; Dolar, 1995; Demirci et al., 1998, 1999; Bayraktar and Dolar, 2009) ve bu hastalık etmeninin virülenslik derecelerinin farklı olduğu belirtilmiştir (Bayraktar et al., 2008; Bayraktar and Dolar, 2012). Benzer şekilde son yıllarda Türkiye’de 37 ilde yapılan survey çalışmalarında nohut üretim alanlarında karşılaşılan en önemli problemlerden birinin *F. oxysporum* f. sp. *ciceris*’in neden olduğu solgunluk ve sararma hastalığı olduğu ifade edilmiştir (Kocalar, 2020).

Tüm dünyada patojene karşı etkili bir kimyasal mücadele programı bulunmamaktadır (Martin, 2004). Tohum ilaçlarının koruyuculuğu ise kısa sürmekte ve bu nedenle son yıllarda hastalığa karşı entegre hastalık yönetimi stratejileri içinde dayanıklı çeşitlerin yetiştirilmesi ağırlık kazanmıştır (Jalali and Chand, 1992; Kaiser et al., 1994). Birçok araştırmacı tarafından dayanıklı çeşitlerin kullanımının *Fusarium solgunluk* hastalığının kontrolünde en etkili ve pratik yöntem olduğu belirtilmiştir (Nene and Haware, 1980; Bakhsh et al., 2007). Bununla birlikte, yetiştiricilik yapılan farklı alanlarda hastalığın virülensliğinin farklı olması, patojene yönelik mücadeleyi zorlaştırmakta ve ağır kayıplara neden olmaktadır. Ürün rotasyonu, toprak solarizasyonu, temiz tohumluk kullanımı, uygun üretim alanı seçimi ve dayanıklı çeşit kullanımı *Fusarium solgunluğunu* önlemek için kullanılmakta ancak hastalığın kontrolünde tam olarak yeterli olmadığı ifade edilmektedir (Jimenez-Diaz et al., 2015). *Fusarium*'a karşı dirençli nohut çeşitlerini yetiştirmek veya seçmek için, patojen içinde bulunan genetik çeşitliliğin belirlenmesi gerekmektedir. Özellikle, bir bölgede yaygın olan bitki patojenlerinin patojenik farklılıklarının genetik olarak tanımlanması ve ıslah programlarının yanı sıra etkili mücadelenin ürün verimliliğini arttırmak için oldukça önemli olduğu ifade edilmiştir (Singh et al., 2006).

Bu nedenle son yıllarda dünyada yapılan çalışmalarda kimyasal mücadeleye alternatif olarak biyolojik mücadele çalışmalarının hız kazandığı görülmektedir. Dünya genelinde birçok bitkide *Fusarium* solgunluğunun biyolojik mücadelesinde, topraktan izole edilen antagonistik bakteri ve fungusların kullanılması ile ilgili çalışmalar son yirmi yıldır yapılmaktadır (Kaur et al., 2010). Birçok araştırmacı tarafından da *Fusarium* solgunluğuna karşı *Fusarium oxysporum*'un nonpatojen izolatları kullanılarak çalışmalar yapılmıştır (Benhamou et al., 2002; Shishido et al., 2005; Edel-Hermann et al., 2011; Aimé et al., 2013). *Fusarium* solgunluğunu biyolojik mücadelesinde sera ve tarla denemelerinde çok sayıda bitkide nonpatojen *Fusarium* türlerinin hastalığı kontrol ettiği ifade edilmiştir (Mandeel and Baker, 1991; Larkin et al., 1996; Larkin and Fravel, 1998; Katsube and Alasaka, 1997; Honda and Kawakub, 1998; Minuto et al., 1997a, b; Hervás et al., 1998; Fuch et al., 1999). *Fusarium* genusu; çoğu türü doğada yüksek saprofitik potansiyele sahip ve bazıları patojenik olan önemli toprak kaynaklı etmenlerdir (Larkin and Fravel, 1998; Patil et al., 2011). Türlerin bazıları, bitkilerde vasküler solgunluğa neden olup konukçu bitki türlerine ve bazen de belirli çeşitlerde konukçuya özelleşme göstermektedirler. *Fusarium* türleri bitkide endofitik olarak kolonize olarak, kök ve bitki dokuları içine girerek penetrasyonu gerçekleştirmektedirler. Ancak nonpatojen türler vasküler dokulara zarar vermez ve hastalık oluşturmazlar. *Fusarium*'un patojen türleri ise bitkilerde vasküler solgunluğa neden olmaktadır (Patil et al., 2011).

Nonpatojen *Fusarium* türlerinin, muz (Gerlach et al., 1999) fesleğen (Fravel and Larkin, 2002), karanfil (Garibaldi et al., 1986), hıyar (Mandeel and Baker, 1991), siklamen (Minuto et al., 1995), keten (Alabouvette et al., 1993), glayöl (Magie, 1980), kavun (Rouxel et al., 1979), domates (Lemanceau and Alabouvette, 1991; Larkin and Fravel, 1998; Patil et al., 2011), ıspanak (Katsube et al., 1994), çilek (Tezuka and Makino, 1991) ve karpuz (Larkin et al., 1996; Raghunandan et al., 2014) dahil olmak üzere birçok bitkide *Fusarium* solgunluğuna karşı kullanıldığı rapor edilmiştir.

*Fusarium* solgunluğu kontrol etmek amacıyla *Trichoderma* spp., *Pseudomonas fluorescens*, *Burkholderia cepacia*, *Fusarium* spp. izolatlarının nonpatojen ırklarında bulunduğu fungal ve bakteriyel antagonistlerin etkinlikleri birçok çalışmada değerlendirilmiştir. Antagonistlerin çoğunun *Fusarium* solgunluğunu azaltma potansiyeline sahip olduğu ancak nonpatojen *Fusarium* izolatları kadar etkili ve sürdürülebilir bir etkiye

sahip olmadığı ifade edilmiştir. *Fusarium* solgunluğunu baskı altına almak amacıyla nonpatojen *F. oxysporum* ve *F. solani* izolatlarının oldukça etkili antagonistler olduğu ve hastalığın gelişimini önemli derecede azalttığı (% 50-80) yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (Larkin and Fravel, 1998). Farklı agroklimatik bölgelerden izole edilen nonpatojen *Fusarium* spp'nin etkili sonuçlarının olduğu birçok çalışma bulunmaktadır (Schneider, 1984; Paulitz et al., 1987; Larkin et al., 1993, 1996; Raghunandan et al., 2014). *F. oxysporum* ve *F. solani* türlerinin toprakta bulunan diğer *Fusarium* türlerine göre daha fazla engelleme etkisinin olduğu ve ayrıca bu nonpatojen *F. oxysporum*'un etkili biyokontrol ırklarının sağlıklı bitkilerden izole edildiği ifade edilmiştir (Ogawa and Komada, 1984; Postma and Rattink, 1992). Nonpatojen *Fusarium* türlerinin etki mekanizmaları arasında besin ve yer açısından rekabet ve uyarılmış sistemik dayanıklılık (ISR) bulunmaktadır (Patil et al., 2011).

Nohut bitkisinin rizosfer bölgesinde yaşayan, saprofitik özellikteki bazı bakteriler (*Pseudomonas* spp., *Bacillus* spp., *Paenibacillus* spp.) ve funguslar (patojen olmayan (NP) izolatlar) nohut solgunluğuna karşı biyolojik mücadelede etkili bir şekilde kullanılmaktadır (Hervas et al., 1997; Hervas et al., 1998; Landa et al., 2001). Bu biyokontrol etmenleri içinde nonpatojen *Fusarium* türleri, *Fusarium* solgunluğuna karşı biyolojik mücadelede en çok kullanılan antagonistler olarak bilinmektedir (Mandeeel and Baker, 1991; Ogawa and Komada, 1985; Paulitz et al., 1987). Saprofitik özellikteki *Fusarium* türleri, dünyanın her tarafına yayılmış olup, hemen hemen tüm toprak ve doğal habitatlarda bulunmaktadır. Nonpatojen *Fusarium* türleri, bitki patojenlerine karşı rekabet, mikoparazitizm ve konukçu dayanıklılığını uyarma şeklindeki etki mekanizmalarını kullanmaktadır (Fravel et al., 2002). Son yıllarda yapılan çalışmalarda nonpatojen *Fusarium* türlerinin, hem *in vitro* hem de *in vivo*'da *Fusarium* solgunluğunu baskı altına almada kullanılan önemli antagonistler olduğu belirtilmiştir (Schneider, 1984; Tamietti and Alabouvette, 1986; Paulitz et al., 1987; Tamietti and Pramotton, 1990; Larkin et al., 1993, 1996; Singh et al., 2002a, b; Yiğit et al., 2001; Altınok, 2009; Thongkamngam and Jaenaksorn, 2017). Yapılan literatür taramaları da dikkate alındığında, son yıllarda nohutta solgunluğa sebep olan fungal patojenlerin tespiti ve tanınmasına yönelik ülkemizde ve dünyada birçok çalışma yürütülmüştür. Ancak ülkemizde nohutta hastalığa neden olan patojen *Fusarium* türlerinin yanında nonpatojen *Fusarium* türlerinin varlığı ve bunların kimyasal mücadeleye alternatif olarak biyolojik mücadelede kullanım olanakları ile ilgili bir çalışma mevcut değildir.



Uşak ilinde 2018 ve 2019 yıllarında önemli nohut üretim alanlarında yürütölen bu çalışma, nohutta solgunluğa neden olan hastalık etmenlerini tespit etmek, tanılamak, patojen olan *Fusarium* türlerini belirlemek ve nohut bitkilerinde bulunma oranı en yüksek olan *Fusarium* spp.'ne karşı *in vivo* 'da çeşitlerin duyarlılığını tespit etmek ve ayrıca nonpatojen olan *Fusarium* izolatlarının ikili kültür ortamında nohutta solgunluk hastalığına sebep olan *Fusarium oxysporum*'a karşı *in vitro* 'da antagonistik etkilerini değerlendirmek amacıyla ele alınmıştır.



## 2 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

### 2.1 Ülkemizde Yapılan Çalışmalar

Ülkemizde ekimi yapılan baklagillerden nohutta, nohut antraknozu (*Mycosphaerella rabiei*), pas (*Uromyces ciceris arietini*), kök çürüklüğü (*Pythium ultimum*) ve solgunluk (*Fusarium oxysporum*, *F. acuminatum*) hastalıklarının yaygın olduğu bildirilmiştir (Bremer, 1948).

Soran (1977), nohutun en önemli hastalıklarının antraknoz, solgunluk ve kök çürüklüğü olduğunu ve bu nohut bitkilerinden *Fusarium* spp. (*F. oxysporum*, *F. acuminatum*) ve *Pythium* sp. izole edildiğini belirtmiştir.

Maden (1987), Türkiye'nin 25 farklı ilinden temin edilen 140 nohut tohum örneğinde yaptığı incelemeler sonucunda tohumların *Fusarium oxysporum*, *Ascochyta rabiei*, *Botrytis cinerea*, *Rhizoctonia solani*, *F. moniliforme*, *F. solani*, *F. equiseti*, *F. sambucinum*, *Macrophomina phaseolina* ve *Verticillium dahliae* etmenleri ile bulaşık olduğunu ve bunlar arasında *Fusarium oxysporum*'un (% 50) nohut ekim alanlarında yoğun olarak görüldüğünü tespit etmiştir.

Yücel ve Güncü (1991), Akdeniz bölgesinde 1986-1989 yıllarında yapılan survey çalışmasında; nohutta, çiçek-meyve döneminde kök ve kökboğazı enfeksiyon oranı en çok Antalya (% 80,9) ve sırasıyla İçel (% 72,22), Adana (% 68,2), Kahramanmaraş (% 50,13) ve Gaziantep (% 19,43) illerinde görülmüştür. Baklagillerden nohut, mercimek ve fasulyede kök çürüklüğü ve solgunluk hastalıklarında yaygın fungus genusunun *Fusarium* spp. (*F. solani*, *F. oxysporum*, *F. acuminatum*) olduğu ve ayrıca nohutta, *Macrophomina phaseoli*, fasulyede ise *Rhizoctonia solani*, *Pythium ultimum* türlerinin patojen olduğu belirtilmiştir. Çalışma sonucunda; kök çürüklüğü ve solgunluk hastalığının antraknoz ve pas hastalıklarına göre daha önemli olduğu ifade edilmiştir.

Dolar (1996), tarafından Ankara ili nohut ekim alanlarında yapılan survey çalışması sonucunda en yaygın solgunluk patojeni olarak *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* (% 49), kök patojeni olarak ise *Fusarium solani* (% 34) bulunmuştur.

Dolar (1997), Ankara' da farklı nohut ekim alanlarından toplanan enfekteli bitkilerden izole edilen 31 *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* izolatını 10 farklı nohut çeşidiyle (JG-62, C-104, JG-74, CPS-1, BG-212, WR-315, Annigeri, Chafa, L-550, 850-3/27) test etmiş ve bu bölgede patojenin 0, 2 ve 3 nolu ırklarının bulunduğu tespit etmiştir.

Demirci et al. (1999), Doğu Anadolu'da solgunluk ve kök çürüklüğü belirtisi gösteren nohut bitkilerinden (Aziziye-94) yaptıkları izolasyonlar sonucunda *Fusarium solani* f. sp. *pisi* (% 50,3), *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* (% 38,3), *Macrophomina phaseolina* (% 5,7), *Rhizoctonia solani* (% 3,4) *F. acuminatum*, *F. avenaceum* ve *F. equiseti* etmenlerini tespit etmişlerdir.

Martin (2004), *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* (Foc)'in 4 ırkına (0, 2, 3 ve 5 ırkları) karşı 16 tescilli nohut çeşidini (Aydın 92, Küsmen, İzmir 92, Canitez 87, Menemen 92, Uzunlu 99, Sarı 98, Diyar 95, ILC 195/2, ILC 482, Damla 89, Aziziye 94, Cevdet Bey, Er 99, Gökçe, Akçin 91) kullanarak yaptığı reaksiyon denemesi sonucunda Gökçe, Diyar 95 ve İzmir 92 çeşitlerinin birer ırka dayanıklı, 3 ırka karşı ise tolerant reaksiyon göstererek Foc'a en dayanıklı çeşit olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca Uzunlu 99 ve ILC 482 çeşitleri ise en hassas çeşit olarak saptanmıştır.

Bayraktar (2006), Türkiye'nin 15 farklı ilinde nohut ekim alanlarında solgunluk ve kök çürüklüğüne neden olan fungal izolatları patojenisite testi, RAPD ve ISSR yöntemlerini kullanarak incelemiştir. Yaptığı surveyler sonucunda, *Fusarium oxysporum*, *F. solani*, *F. equiseti*, *F. semitectum*, *F. acuminatum*, *Macrophomina phaseolina* ve *Rhizoctonia solani*'nin nohut ekim alanlarında solgunluk ve kök çürüklüğüne neden olan önemli patojenler olduğunu bildirmiştir. Ayrıca en yaygın solgunluk patojeninin *F. oxysporum* olduğu ve bunu sırasıyla *F. solani* ve *M. phaseolina*'nın takip ettiğini gözlemlemiştir. Hassas nohut çeşitlerini (JG 62, ILC 482) kullanarak yaptığı patojenisite testi sonucunda bu izolatlardan 26 izolatu yüksek virülant, 104 izolatu orta derece virülant ve 14 izolatu ise düşük virülant (nonpatojen) olarak tespit etmiştir. RAPD analizi ile 74 *F. oxysporum* izolatu 3 ana gruba ayrılırken, 25 *F. solani* izolatu ise 2 farklı gruba ayrılmıştır. Ayrıca patojenler

arasındaki genetik ilişkiyi araştırmak için RAPD ve ISSR yöntemleri kullanarak incelemiş ve cluster analizi ile birbirlerinden ayrı olarak gruplandırmıştır. Bu çalışma ile, RAPD ve ISSR yöntemlerinin tek başlarına veya birlikte kombine edilmesiyle (RAPD+ISSR) elde edilen dendogramlar arasında yüksek bir korelasyonun olduğu ve her iki yöntemin fungus popülasyonları arasındaki genetik varyasyonun ortaya konulmasında faydalı olacağını tespit etmiştir.

Bayraktar et al. (2008), Türkiye’de 13 ilden toplanan örneklerden izole edilen *F. oxysporum* f. sp. *ciceris* izolatının genetik karakterizasyonunu ve popülasyon yapısını 30 rastgele oligomer primeri ve 20 ISSR primeri kullanılarak değerlendirmişlerdir. Çalışmada izolatlar 3 gruba altında toplanmış ve yüksek oranda değişkenlik göstermiştir. Dendrogramlarında kümelenme ile coğrafik orijin ve virülenslik açısından bir ilişki tespit edilememiştir. İzolatların ILC482 nohut çeşidinde orta derecede virüレント olarak saptanmıştır. Yapılan bu çalışma ölkemizde nohutta *F. oxysporum* izolatlarının genetik karakterizasyonu ve popülasyon yapısının ortaya konduğu ilk kayıt olduğu belirtilmiştir.

Bayraktar and Dolar (2009), nohutta solgunluk hastalığı ve kök çürüklüğüne neden olan etmenler arasındaki polimorfizmleri RAPD ve ISSR primerleri ile incelemiş ve genetik çeşitliliğin önemli derecede olduğunu belirtmişlerdir. Elde edilen izolatların hassas nohut çeşidinde oluşturduğu etkilere göre 3 gruba ayrılmıştır. *F. solani*, Türkiye’de nohut bitkilerinde Fusarium kompleksi içinde en sık izole edilen ikinci fungus olarak belirlenmiştir.

Maden (2007), ölkemizde 2001-2002 yıllarında Ankara, Eskişehir, Kırşehir, Konya, Kayseri, Burdur, Denizli, Kütahya, Uşak, Antalya, K. Maraş, Adıyaman, Diyarbakır, Amasya ve Tokat olmak üzere 15 ilde nohut ekim alanlarında yapılan survey çalışmaları sonucunda *Fusarium oxysporum* izolatları elde etmiştir. 104 izolatın patojenisite çalışmaları sonucunda 17 izolat yüksek virüレント, 75 izolat orta derecede virüレント ve 12 izolatı ise düşük virüレント ya da nonpatojen olarak tespit etmiştir.

Bayraktar and Dolar (2012), Türkiye'nin dört bölgesinde bulunan sekiz ili temsil eden nohut ekim alanlarından izole ettikleri *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* izolatlarını 10 farklı nohut çeşidiyle (JG 62, C 104, JG 74, CPS 1, BG 212, WR 315, Annigeri, Chafa, L 550, 850-3/27) patojenik özellikleri yönünden test etmişler ve bu bölgelerde 0, 2 ve 3 nolu ırkların

bulduğunu bildirmişlerdir. Karadeniz, Ege ve Akdeniz bölgelerini temsil eden izolatlar arasında 0 ve 2 nolu ırklar yaygın olarak bulunurken, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde ise 0 ve 3 nolu ırkların yaygın olarak bulunduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmanın, Türkiye'nin farklı bölgelerinde önemli nohut yetiştiriciliği yapılan alanlardan elde edilen *Fusarium* solgunluğuna neden olan izolatların ırk dağılımının belirlenmesi için yapılan ilk kapsamlı araştırma olduğunu belirtmişlerdir.

Tekeoğlu et al. (2017), Türkiye'de 10 farklı ilden toplanan nohut bitkilerinden izole ettikleri 45 *Fusarium* spp. izolatını tanımlamak için spesifik PCR primerleri ve Translation Elongation Factor 1-a (Ef-1a) gen bölgesinin sekansına dayanan markörleri kullanmışlardır. Tür spesifik primere göre yapılan PCR'de 8 izolatın *F. redolens*, 11 izolatında *F. oxysporum* f. sp *ciceris* olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca 11 *F. oxysporum* f. sp *ciceris* izolatının ırk spesifik primerlerle yapılan PCR sonuçlarına göre yedisi ırk 0 olarak tanımlanmıştır. Yapılan bu çalışma, *F. redolens*'in Türkiye'de nohutta solgunluğa neden olduğu ilk kayıt niteliği taşımaktadır.

Aydın and İnal (2019), nohutta verim kayıplarına neden olan en önemli hastalıklardan birinin *Fusarium* solgunluğu olduğu ve bu hastalığa başta *F. oxysporum* ve *F. solani* olmak üzere bazı fungusların neden olduğunu ifade etmişlerdir. Moleküler çalışmaların, patojenin genetik karakterizasyonu ve virülensinin belirlenmesinde önemli olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada Siirt, Mardin ve Diyarbakır illerinden alınan solgunluk belirtisi gösteren nohut bitkilerinden izole edilen 10 *Fusarium* genotipinin ITS bölgesinin dizi analizi yapılarak etmenin moleküler çeşitliliği türler arası genetik benzerlikler ve farklılıklar ortaya çıkarılmıştır. N1, N2, N3, N4, N5, N7, N9 ve N10 genotipleri, *F. oxysporum* olarak tanımlanırken, N8 genotipi *F. solani* olarak tanımlanmıştır. N6 genotipi ise, *F. solani* ve *F. oxysporum* ile aynı oranda benzerlik göstermiş, bu nedenle tam olarak tanımlayamamışlardır. Filogenetik ağaca göre N2, N4 ve N10 *Fusarium oxysporum* genotipleri ayrı bir grup olarak belirlenirken, N5, N7 ve N9 *Fusarium oxysporum* genotipleri birbiriyle yakın ilişki gösteren ayrı bir grup olarak belirlemişlerdir. Patojenisite çalışması sonucunda izolatların ILC-482 nohut çeşidinde neden olduğu hastalık indeksinin 1,25-3,50 skala değerleri arasında değiştiğini saptamışlardır. Çalışmada *F. oxysporum*, N2, N4, N5, N7, N9 ve N10 izolatları arasında yakın ilişki olduğu ve aynı izolatların patojenite testi sonucunda da bu durumu doğrulamışlardır. N7 izolatının ise nohut tohumlarında

hastalığa neden olarak bitki çıkışını engellediği ve ayrıca yüksek virülense sahip olduğunu ortaya koymuşlardır.

Yıldırım ve Güldür (2019), *Fusarium solgunluk* izolatlarına karşı (İzo 1, İzo 2 ve İzo 3) 34 tescilli nohut çeşidini (Akçin, Aksu, Arda, Akça, Aydın, Azkan, Aziziye, Canitez, Cevdetbey, Çakır, Çağatay, Damla, Diyar, Dikbas, Er 99, Eser, Gökçe, Gülümser, Hisar, Ilgaz, Tavas, Işık, İnci, İzmir, Küsmen, Menemen, Sarı, Seçkin, Sezenbey, Uzunlu, Yaşa, TAEK-Sağel, Zuhul ve Hasanbey) kullanarak yaptıkları çeşit reaksiyon çalışması sonucunda; tescilli çeşitlerde dayanıklılık tespit etmemişlerdir. Ayrıca yapılan bu çalışma ile tescilli çeşitlerden 20'sinde 3. haftadan itibaren solgunluk ve sararma ile birlikte ölüm gerçekleştiğini gözlemlemişlerdir.

Kocalar (2020), nohutta sararma ve solgunluk hastalığına neden olan *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris*'in (FOC) patojenik karakterizasyonu amacıyla nohut yetiştirilen 37 ilde 2015 ve 2016 yıllarında survey çalışmaları yapmış ve ortalama hastalık şiddeti, yoğunluğu ve yaygınlığı sırasıyla % 3,24, % 4,04 ve % 53,90 olarak belirlemiştir. Çalışmada örnek toplanan Mersin, Isparta, Aksaray ve Eskişehir illerinde solgunluk ve diğer illerde ise sararma belirtileri gözlemlemiştir. Patojenisite denemelerinde solgunluk ve sararma izolatlarının virülensliklerinin farklı olmasına karşın hastalık belirtilerinin benzer olduğunu ve solgunluk izolatlarının (% 49,43 DSI) sararma izolatlarına göre (% 29,39 DSI) daha virulent olduğunu belirlemiştir. Bu çalışma ile Türkiye'de FOC ve patojen olmayan *F. oxysporum* izolatlarının tek VCG'de bulunduğu ilk kez rapor edilmiştir. FOC'in karmaşık yapısını saptamış ve bu tahripkar patojene karşı dayanıklı/tolerant nohut çeşitlerinin geliştirilmesinin önemini ortaya koymuştur.

## 2.2 Dünyada Yapılan Çalışmalar

Nene and Haware (1980), yaptıkları bir çalışmada 14 farklı nohut hattını (P-165, P-289, P-517, P-678, P-1265, P-1270, P-1353, P-4116-1, P-6099, JG-74, NEC-790, WR-315, CPS-1 ve BG-212) *Fusarium solgunluğuna* karşı dayanıklı bulmuşlardır. Ayrıca test edilen 9 yabancı *Cicer* sp. cinsinden *C. judaicum*'un da solgunluğa karşı dirençli olduğunu tespit etmişlerdir.

Haware and Nene (1982a), Hindistan'ın farklı bölgelerinde nohut ekim alanlarından izole ettikleri *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* (Foc) izolatları ile 10 farklı nohut çeşidini (BG-212, JG-74, CPS-1, WR-315, JG-62, C-104, L-550, 850-3/27, Annigeri, Chafa) kullanarak yaptıkları reaksiyon denemesi sonucunda bu bölgede 1, 2, 3 ve 4 nolu ırkların bulunduğunu tespit etmişler ve en yaygın olan ırkların, ırk 1 ve 2 olduğunu bildirmişlerdir.

Sharma et al. (1983), *F. oxysporum* f. sp. *ciceris*, *Rhizoctonia bataticola* ve *Sclerotium rolfsii*'nin Hindistan'ın kuzey bölgesinde nohut ekim alanlarında solgunluk ve kök çürüklüğüne neden olan önemli patojenler olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca bu bölgede, solgunluk yüzdesinin % 15,90-% 37,99 arasında, kök çürüklük yüzdesinin ise % 3,58-% 20,63 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Bhatti et al. (1985), tipik solgunluk belirtileri gösteren nohut bitkilerinde, sırasıyla en yaygın olarak *Fusarium* spp. (% 42), *Rhizoctonia solani* (% 28), *Macrophomina phaseolina* (% 17) ve *Verticillium albo-atrum* (% 4) funguslarının izole edildiğini bildirmişlerdir. Çalışma sonucunda *Fusarium* spp., *R. solani* ve *M. phaseolina*'nın % 100 tohum çürüklüğüne neden olduğunu, *V. albo-atrum*'un ise nohutta fide döneminde solgunluğa neden olduğunu belirtmişlerdir.

Gupta et al. (1986), *F. oxysporum* f. sp. *ciceris*'in 6 izolatını morfolojik özellik açısından incelemişler, makrokonidi ve mikrokonidi boyları, kültürel özellikleri pigmentasyon ve sporülasyon gibi gelişme parametrelerinde farklılıklar olduğunu ortaya koymuşlardır. Elde edilen sonuçlar izolatlar arasında açık bir varyasyon olduğunu göstermiş ve ırkların varlığını güçlü bir şekilde desteklemiştir.

Gupta et al. (1987), 1981-1982 yıllarında Hindistan'ın (Madhya Pradesh) farklı bölgelerinde nohut ekim alanlarında (22 ilçe, 84 farklı noktada) yaptıkları surveyler sonucunda *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris*'in neden olduğu solgunluk oranının % 0-60 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Reddy et al. (1991), Mandaly, Sagaing ve Bago'nun merkezlerinde ve Myanmarda yaptıkları surveyler sonucunda *F. oxysporum* f. sp. *ciceris* ve *Rhizoctonia bataticola*'nın nohut ekim alanlarında solgunluk ve kök çürüklüğüne neden olan önemli patojenler olduğunu bildirmişlerdir.

Beniwal et al. (1992), Etiyopya'da nohutta önemli solgunluk ve kök çürüklüğü hastalıklarına neden olan *F.oxysporum* f. sp. *ciceris*, *R. bataticola*, *R. solani*, *F. solani*, *Sclerotium rolfsii* arasında en fazla ürün kaybını *R. bataticola* ve Foc' in meydana getirdiğini tespit etmişlerdir.

Patil et al. (2005), *F. oxysporum* f.sp. *ciceris*'in 6 izolatu (FOCR-1, FOC-H-2, FOC-G-3, FOC-J-4, FOC-L-5 ve FOC-Ju-6) morfolojik özellik ve patojenik özellikleri yönünden değerlendirildiğinde ve bu izolatlardan üçünün orta ile kabarık miselyum üretirken, diğer üç izolatu ise ince düz ile kabarık pembemsi miselyum ürettiğini gözlemlemişlerdir. Ayrıca Foc izolatlarının JG 62 nohut çeşidinde oldukça patojenik özellik gösterdiğini ve % 59,9 ile % 100 arasında solgunluğa neden olduğunu tespit etmişlerdir.

Sharma et al. (2005), yaptıkları bir çalışmada WR 315 çeşidinin *F.oxysporum* f. sp. *ciceris* 'in beş irkına (1A, 2, 3, 4 ve 5) karşı dirençli olduğunu tespit etmişlerdir.

Mandhare et al. (2007), Hindistan'da (Maharashtra kentinde) nohut ekim alanlarından izole ettikleri 53 *Fusarium* spp. izolatu morfolojik ve patojenik özellikler açısından incelemişler ve bu izolatları 6 gruba ayırmışlardır. Grup 1, 2, 3 ve 4'ün izolatları solgunluk oluşturan *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris* olduğunu, grup 5 izolatu tohum çürümesi (*F. solani*) neden olduğunu ve grup 6 izolatu ise patojen olmadığını tespit etmişlerdir. Ayrıca grup 1, 2, 3, 4 ve 5 izolatlarının neden olduğu solgunluk oranlarının %38 ile 82 arasında değiştiğini de bildirmişlerdir.

Shehabu et al. (2008), Etiyopya'da hastalığın görüldüğü farklı bölgelerden toplanan solgunluk belirtisi gösteren nohut bitkilerinden izole ettikleri *F. oxysporum* f.sp. *ciceris*'in



24 izolatını 10 farklı nohut hattı (JG-62, C-104, JG-74, CPS-1, BG-212, WR-315, Annigeri, Chefa, L-550, 850 3/27) ve geliştirilmiş 8 nohut çeşidiyle (DZ-10-11, DZ-10-4, Maryie, Worku, Arerti, Shasho, Habru, Chefe) test ederek bunları patojenisite yönünden değerlendirmiş ve bu izolatların farklı nohut hatları ve geliştirilmiş nohut çeşitlerinde solgunluk şiddetinde oldukça anlamlı değişiklikler gösterdiğini tespit etmişlerdir. Farklı nohut hatlarında ortaya çıkan reaksiyon tiplerine dayanarak, izolatları dört ilgili ırka göre gruplandırmışlardır. 24 izolattan F13, F20 ve F22 izolatlarının yüksek virülense sahip olduğunu bulmuşlar ve tüm ilçelerde ırk 3'ün izolatlarına rastlamışlardır. Tüm nohut çeşitlerinin ırk 3 izolatlarına dirençli iken, Arerti ve DZ-10-4 çeşitlerinin test edilen izolatlara dirençli olduğunu ve ortalama en düşük solgunluk şiddetine sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca DZ-10-11 ve Maryie çeşitlerinin F3, F20 ve F22 izolatlarına duyarlı ve ortalama en yüksek solgunluk şiddetine sahip olduğunu da saptamışlardır. Çalışma sonucunda ırkların belirlenmesinin solgunluk hastalığına karşı dayanıklı nohut çeşitlerinin ıslahında faydalı olabileceği kanısına varmışlardır.

Dubey et al. (2010), Hindistan'ın farklı bölgelerinden topladıkları nohut bitkilerinden izole ettikleri *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris*(Foc)'in 112 izolatını morfolojik özellik ve patojenisite yönünden test etmişler ve bu 112 izolatu, radyal büyüme, makrokonidi büyüklükleri ve büyüme düzenleri temelinde 12 kategoride gruplandırmışlardır. Mikrokonidilerin boyutlarının 5,1-12,8×2,5-5,0 µm arasında değiştiğini, makrokonidilerin ise 1-5 bölmeli olup boyutlarının 16,5-37,9×4,0-5,9 µm arasında değiştiğini gözlemlemişlerdir. Ayrıca Foc izolatlarının çoğunluğunun JG 62 nohut çeşidinde oldukça patojenik özellik gösterdiğini ve % 50'den fazla solgunluğa neden olduğunu da tespit etmişlerdir. Bunun yanı sıra seçtikleri 56 izolatu 18 nohut çeşidiyle (C-104, Chafa, JG-62, L-550, K-850, JG-74, WR-315, CPS-1, BG-212, Annigeri, GPF-2, Vijay, BCP-17, KWR-108, KPG-59, DCP-92/3, H-82/2, Pusa-362) test ederek bunları patojenik özellikleri açısından değerlendirmiş ve bu izolatların farklı nohut çeşitlerinde solgunluk şiddetinde oldukça farklılıklar gösterdiğini tespit etmişlerdir. Farklı nohut çeşitlerinde ortaya çıkan reaksiyon tiplerine dayanarak, izolatları üç gruba ayırmışlar ve tüm Punjab, Haryana ve Delhi eyaletlerinin izolatları ile birkaç Rajasthan izolatlarını birinci gruba; Rajasthan izolatlarının geri kalanını ikinci gruba; Jharkhand izolatlarını ise üçüncü bir gruba yerleştirmişlerdir.

Arvayo-Ortiz et al. (2011), yaptıkları çalışmada Meksika'da farklı bölgelerden (Sanora ve Sinaloa) topladıkları nohut bitkilerinden izole ettikleri 161 *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* (Foc) izolatının morfolojik özelliklerini belirlemek ve hastalığın gelişmesine neden olan abiyotik faktörleri tespit etmeyi amaçlamışlardır. Yapılan bu çalışma ile 161 Foc izolatının 91'i daha önce Amerika'da tanımlanmış olduğunu, 70 izolatın patojenik olmadığı veya Amerika'da henüz kaydedilmemiş ırklar olabileceği kanısına varmışlardır. Sonuç olarak Foc 'deki morfolojik değişkenliğin, Meksika'nın kuzeybatısında nohut üreten bölgelerde yüksek olduğu ve bu değişkenliğin toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleriyle ya da ekim alanlarının coğrafi konumlarıyla ilgili olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca yapılan bu çalışma ile *F. oxysporum* f. sp. *ciceris* ırkları Meksika'da ilk kayıt olarak bildirilmiştir.

Kumar et al. (2012), Hindistan'ın doğu bölgelerinde 12 farklı alandan toplanan solgunluk belirtisi gösteren nohut bitkilerinden yaptıkları izolasyon çalışmaları sonucunda hastalığın tüm bölgelerde yaygın olarak bulunduğu ve hastalık yüzdesinin % 38,7- % 59,2 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ayrıca *F. oxysporum* f. sp. *ciceris*'in 4 izolatının (FOC Rn, FOC Du, FOC Da ve FOC Ch) 10 farklı nohut çeşidinde (JG 62, C 104, L 550, K 850, Chaffa, Anneri, CPS 1, BG 212, WR 315 ve JG 74) çeşit reaksiyonlarını belirlemişler ve C 104, CPS1 ve WR315 çeşitlerinin ırk 7'ye (Ranchi, Dumka ve Darisai'den elde edilen üç izolat) karşı dayanıklı olduğunu, C104 çeşidinin Chatra izolatına karşı orta derecede duyarlı, CPS 1 çeşidinin ise duyarlı olduklarını tespit etmişlerdir.

Al-Tae et al. (2013), Irak'ın kuzeyinde farklı bölgelerden toplanan solgunluk belirtisi gösteren nohut bitkilerinden izole ettikleri *F. oxysporum* f.sp. *ciceris*'in 20 izolatını 12 farklı nohut çeşidiyle yaptıkları çeşit reaksiyon çalışmasında, bu çeşitleri patojenik özellikleri açısından değerlendirmiş ve bu izolatların farklı nohut çeşitlerinde solgunluk şiddetinde farklılıklar gösterdiğini tespit etmişlerdir. Farklı nohut çeşitlerinde belirlenen reaksiyon tiplerine dayanarak, izolatları dört gruba ayırmışlar ve FocS1, FocQ7, FocQ10, FocF13, FocH17 ve FocH18 izolatlarını birinci gruba; FocS2, FocS3, FocS4, FocQ5, FocQ8, FocQ9, FocF11, FocF12, FocF14 ve FocH19 izolatlarını ikinci gruba; FocF15, FocH16, FocH20 izolatlarını üçüncü gruba; FocQ6 izolatını ise dördüncü gruba yerleştirmişlerdir. Ayrıca elde edilen sonuçlar genetik benzerlik yüzdesinin % 42 ile % 100 arasında değiştiğini ve ilk grup ile diğer gruplar arasındaki benzerlik yüzdesinin % 42 iken geri kalan üç grup arasındaki

benzerlik yüzdesinin % 72 olduğunu belirlemişlerdir. Yapılan bu çalışmanın, Irak'ta 0, 4, 5 ve 1B / C ırklarının tespiti ile ilgili ilk rapor niteliğini taşıdığı bildirilmiştir.

Mohammad and Srivastava (2013), *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* izolatlarını (Foc1, Foc2, Foc3, Foc4 ve Foc5), 5 farklı nohut çeşidiyle (K 850, Radhey, Pusa 256, JG 15 ve Awrodhi) test ederek bunları patojenisite yönünden değerlendirmişler ve Awrodhi çeşidinin Foc5 hariç test edilen izolatların çoğunda dirençli olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca yapılan bu çalışma ile K 850 çeşidinin Foc2 ve Foc5 izolatlarına karşı oldukça duyarlı olduğu da bulunmuştur.

### **2.3 Nonpatojen *Fusarium* spp.'nin Biyolojik Mücadelede Kullanımı ile İlgili Yapılan Çalışmalar**

Gessler and Kuc (1982), hıyarda *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*'a karşı patojen olmayan *Fusarium* türlerini (*F. oxysporum* f. sp. *melonis*, *F. oxysporum* f. sp. *conglutinans* ve *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*) uyarıcı olarak test etmişlerdir. Yapılan bu çalışma ile solgunluk hastalığına bağlı ölüm oranı kontrol bitkilerinde %71 olarak belirlenirken, patojen olmayan *F. oxysporum* f. sp. *melonis*, *F. oxysporum* f. sp. *conglutinans* ve *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*'nin inokulasyonu ile ortaya çıkan ölüm oranı sırasıyla % 58, % 63 ve % 63 olarak saptanmıştır.

Erzurum ve Maden (1995), kavunda *Fusarium* solgunluğuna neden olan *F. oxysporum* f. sp. *melonis*'e karşı trifluralin ve patojen olmayan *Fusarium* türlerini inokule ederek dayanıklılığı teşvik edici potansiyelini araştırmışlardır. Yaptıkları bu çalışma ile hem Trifluralin'in hem de *F. oxysporum*'un patojen olmayan iki izolatının dayanıklılığı yüksek oranda teşvik ederek hastalık çıkışını sırasıyla % 46, % 46, 3 ve % 39,2 oranında azalttığını saptamışlardır.

Hervas et al. (1995), nohutta *Fusarium* solgunluğuna karşı (Foc ırk 5), nonpatojen olan ırk 0 ve ırk 1 dayanıklılıktaki rollerini araştırmışlardır. Uyarıcıların patojenden önce inokule edilmesi hastalık gelişimini ve şiddetini önemli ölçüde azalttığını belirtmişlerdir. Ancak bu durumun, uyarıcının özelliğine ve nohut genotipine göre değiştiğini bildirmişlerdir.

Fuchs et al. (1997), domateste *Fusarium solgunluğuna* karşı patojen olmayan *Fusarium oxysporum* Fo47 izolatının dayanıklılıktaki rolünü araştırmışlardır. Fo47 izolatının uyarıcı olarak patojenden önce inokule edilmesinin dayanıklılığı teşvik ederek, bitkilerdeki kitinaz,  $\beta$ -1,3 glukanaz ve  $\beta$ -1,4-glukozidaz aktivitesini arttırdığını bildirmişlerdir. Ayrıca yapılan bu alışma Fo47 izolatının, domates bitkilerinde *Fusarium solgunluğuna* karşı dayanıklılığı teşvik ettiğini gosteren ilk rapor olduğunu bildirmişlerdir.

Nohutta solgunluğa sebep olan *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris*'in oldukça şiddetli virulent ırkına karşı (*Foc* ırk 5), *Foc* ırk 0 ve nonpatojen *Fusarium oxysporum*'un dayanıklılık uyarıcı olarak etkileri araştırılmıştır. Patojenin inokulasyonundan önce Kabuli tip ICCV 4 nohut çeşidine ilk önce uyarıcılar kök daldırma yöntemi ile inokule edilmiştir. Çalışma sonucunda *Foc* ırk 5'in baskılanmasında kullanılan uyarıcılardan nonpatojen *Fusarium oxysporum*'un hastalığı baskılamada *Foc* ırk 0'dan daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bu uyarıcıların inokulasyonunun maackiain ve medicarpin fitoaleksinlerinin sentezini arttırdığı ve bitki köklerinde kitinaz,  $\beta$ -1,3-glukanaz ve peroksidaz birikimine neden olduğu bildirilmiştir (Cachinero et al., 2002).

Landa et al. (2004), entegre mücadele yöntemlerinin (ekim tarihi, biyokontrol etmenleri ile tohum ve toprak tedavi uygulamaları) etkinliğini değerlendirmek amacıyla İspanya'da nohutta solgunluğa neden olan *F.oxysporum* f.sp. *ciceris* ırk 5 ile bulaşık olan alanlarda 3 yıl süren bir çalışma yapmışlardır. Yapılan bu çalışma ile ekim tarihinin ilkbaharın başından kış dönemine çekilmesi hastalığın başlamasını geciktirmiş ve hastalık yoğunluğunu azalttığını gözlemlemişlerdir. Ayrıca nohutta *F. oxysporum* f. sp. *ciceris* ırk 5'e karşı nonpatojen *F. oxysporum*, *Bacillus subtilis* ve *Pseudomonas fluorescens* biyokontrol etmenleri ile tohum ve toprak uygulamalarının hastalığı baskı altına almakla birlikte tohum verimini de arttırdığını bildirmişlerdir.

Yiğit ve ark (2007), domateste *Fusarium solgunluğuna* neden olan *F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*'ye karşı farklı Gramineae türleri ve domates bitkilerinin rizosferlerinden izole edilen 40 farklı patojen olmayan *Fusarium* izolatını sera koşullarında uyarıcı olarak test ederek, bu hastalığın biyolojik kontrolünü % 10,7-69,6 sağlamışlardır. Ayrıca test edilen izolatlardan D8, G5, G39 ve D18 izolatları hastalığı diğerlerine göre daha iyi kontrol altına alarak, hastalığı sırasıyla % 34,6, % 46,4, % 64,2 ve % 69,6 oranında

engellemişlerdir. Elde edilen sonuçlar bu antagonistlerin domateste etkili bir biyokontrol ajanı olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Yine yapılan başka bir çalışmada patlıcanda *Fusarium oxysporum* f. sp. *melongenae* karşı Acidobenzolar S methyl bitki aktivatörü (ASM) ile patlıcanda nonpatojen olan *Fusarium oxysporum* izolatı (*F. oxysporum* f. sp. *melonis*; FOM) sera koşullarında denenmiş ve ASM VE FOM uygulamasının hastalık şiddetini önemli ölçüde azalttığı bildirilmiştir (Altınok, 2009).

Thongkamngam and Jaenaksorn (2017), yaptıkları çalışmada *Curvularia lunata* (C11, C12), *F. semitectum* (F113), *F. oxysporum* f.sp. *lactucae* (F221-R, F442-G), *Rhizoctonia solani* (R11, R12) ve *Rhizoctonia* sp. (R111, R112, R113) patojenlerine karşı nonpatojen *F. oxysporum* (F221-B) izolatının *in vitro*'da misel gelişimini %36-56 oranında engellediğini tespit etmişlerdir. Ayrıca nonpatojen F221 B izolatının F442 G'nin neden olduğu solgunluk semptomlarını ve hastalık şiddetini kontrole kıyasla % 60-80 oranında azalttığını ve 3 marul çeşidinin gelişimini önemli ölçüde desteklediğini saptamışlardır. Sonuç olarak bu çalışma, etkili bir biyokontrol ajanı olduğu ve bitki büyümesini teşvik ettiği için F221-B'nin daha da geliştirilmesi yönünde çalışmalar yapılması konusunda önemli bir öneri sağlamaktadır.

### 3 MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1 Materyal

##### 3.1.1 Fungal ve Bitkisel Materyal

2018 ve 2019 yıllarında Uşak iline bağlı Merkez, Banaz, Ulubey ilçelerindeki nohut ekim alanlarından elde edilen hastalıklı bitki örnekleri, bu örneklerden elde edilen fungal izolatlar (en yaygın olan *Fusarium* spp.) çalışmanın ana materyalini oluşturmuştur. Ayrıca patojenisite testleri için kullanılan sağlıklı nohut fideleri (cv.ILC 482) ve çeşit reaksiyon çalışmaları için kullanılan sağlıklı nohut fideleri (cv.Akçin, Azkan, Canitez 87, Işık 05, Gökçe, İnci, Akça, Çakır, Yaşa 05, Hisar, Diyar 95, Menemen 92, İzmir 92, Sarı-98, Cevdetbey, Aydın 92, Küsmen, Uzunlu, Er 99) de bu çalışmanın bitkisel materyalini oluşturmuştur.

##### 3.1.2 Survey Alanı

Çalışmanın survey alanını, Uşak İl Tarım ve Orman Müdürlüğü'nün 2018-2019 yılı verilerine göre 50 000 da ve üzeri nohut ekim alanına sahip Ulubey, Merkez, Banaz, ilçelerinde bulunan nohut ekim alanları oluşturmuştur. Nohut solgunluk hastalığının Uşak ilinde durumunu tespit etmek amacıyla surveye dâhil edilen ilçelerin nohut ekim alanı ve tarla büyüklüklerine göre incelenen tarla sayısı Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. 2018-2019 yıllarında ilçelerin tarla büyüklüklerine göre incelenen tarla sayısı (TUİK, 2020)

İlçe Adı	Ekilen alan (da)		İncelenen			
			Tarla sayısı (adet)		Ekilen alan (da)	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Ulubey	90 000	90 000	30	30	450	450
Banaz	71 000	71 000	24	24	355	355
Merkez	85 100	90 000	26	30	426	450

Çizelge 3.1'de 2018 yılı verilerine göre survey alanında araştırmanın yürütüldüğü ilçelerde nohut ekim alanlarının toplamı 246 100 da olup, Uşak ili nohut ekim alanlarının % 86'sını oluşturmaktadır. Ulubey ilçesi 90 000 da alanla % 31,5 'ini, Merkez ilçe 85 100 da alanla % 29,7'sini ve Banaz ilçesi ise 71 000 da alanla % 24,8'ini oluşturmaktadır. 2019 yılı verilerine göre ise nohut ekim alanlarının toplamı ise 251 000 da olup, Uşak ili nohut ekim alanlarının % 86,5'ini oluşturmaktadır. Ulubey ve Merkez ilçe 90 000 da alanla % 31 'ini, Banaz ilçesi ise 71 000 da alanla % 24, 4'ünü oluşturmaktadır.

## 3.2 Yöntem

### 3.2.1 Nohut Bitkilerinden İzolasyon Çalışmaları

Her ilçede ekim alanının en az % 0,5 'inde olacak şekilde gözlem ve örnekleme yapılmıştır (Çizelge 3.2). Bitki örnekleri; 2018 ve 2019 yılları Mayıs-Haziran ayları arasında toplanmıştır. Survey çalışmalarında, sayım yapılacak tarlada kontrol edilecek bitki sayısı, incelenecek tarlanın büyüklüğüne göre Çizelge 3.3'deki gibi belirlenmiştir.

Çizelge 3.2. İncelenecek tarlanın büyüklüğüne göre kontrol edilen bitki sayısı

Tarlanın alanı (da)	Kontrol edilen bitki sayısı (adet)
1-5	25
6-10	50
11-50	100
51-100	150

Surveyler solgunluk belirtisi gösteren bütün tarlalardan incelenen alanı temsil edecek şekilde, köşegenler doğrultusunda girilerek daha önce tarlanın büyüklüğüne göre belirlenen sayıdaki nohut bitkisinin makroskopik (sağlam bitki/hastalıklı bitki) olarak incelenmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Alınan örnekler etiketlenip naylon torbalara konularak laboratuara getirilmiş, laboratuara getirilen örneklerden 24-48 saat içerisinde izolasyon çalışmaları yapılmıştır. Laboratuara getirilen enfekte olmuş ve tipik solgunluk belirtisi gösteren nohut bitkilerinin kök ve gövde kısımları topraklarından arındırılmak üzere musluk suyu altında yıkanmıştır. Daha sonra nohut bitkilerinin hastalık belirtisi gösteren

kısımlarından sağlıklı dokuları da içerecek şekilde küçük parçalar alınarak, bu parçalar (2-2,5 mm) yüzey dezenfeksiyonu için % 2'lik sodyum hipokloritte (NaOCl) 2 dakika bekletilmiştir. Sonra steril saf su ile 3 kez durulanıp, steril kurutma kağıtlarında kurutulmuştur. Daha sonra bu parçaların Patates Dekstroza Agar (PDA- Merck) ortamına ekimleri yapılmış ve  $25 \pm 2$  °C' de inkübasyona bırakılmıştır. 5 günlük inkubasyon sonrası petri ler mikroskop altında incelemeye alınmıştır. PDA'daki gelişim açısından birbirinden farklı kolonilerden PDA'ya saflaştırma yapılmıştır. Morfolojik ve kültürel özellikleri dikkate alınarak tanılamalar yapılmış (Booth, 1971; Barnett and Hunter, 1972; Leslie and Summerell, 2006; Delen, 2007) ve tanılaması yapılan izolatlar içerisinde PDA bulunan petrilere ekimleri yapılarak,  $25 \pm 2$  °C'de inkübatörde 14 gün inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra gelişen izolatlar eğik agarda tüplere aktarılmıştır. Tüpler aynı sıcaklıkta inkübasyona bırakıldıktan sonra, gelişen etmenler daha sonraki çalışmalarda kullanılmak üzere  $+4$  °C'de buzdolabına kaldırılmıştır.

### **3.2.2 Nohut Alanlarında Fungusların Bulunma Oranının Belirlenmesi**

İzolasyon çalışmaları sonucunda her bir tarlaya ait bitki örneklerinden elde edilen kültürler mikroskopta incelenerek cins düzeyinde tanılaması yapılmış ve her bir tarlaya ait bitki örneklerinde fungusların cins düzeyinde bulunma sıklıkları belirlenmiştir. Daha sonra bulunma oranları (Bora ve Karaca, 1970) dikkate alınarak her cinsten temsilci izolat seçilerek patojenisite çalışmaları yapılmıştır.

### **3.2.3 Patojenisite Çalışmaları**

Bu çalışma, 2018 ve 2019 yıllarında nohut üretim alanlarından yaygın olarak elde edilen funguslar esas alınarak yapılmıştır. Yapılan ön çalışmalar sırasında yaygın olarak elde edilen fungus *Fusarium* spp. olmuştur.

#### **3.2.3.1 Ön patojenisite çalışmaları**

Seçilen *Fusarium* spp. izolatları PDA besi yerinde çimlenmiş nohut tohumları üzerinde ön patojenisite testine tabi tutulmuştur. Bu amaçla; PDA'da geliştirilmiş 10 günlük *Fusarium* spp. kültürlerinden alınan fungal diskler (5 mm) PDA içeren petrilere merkezine yerleştirilerek  $25 \pm 2$  °C'de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. Sağlıklı nohut tohumları



% 1'lik sodyum hipoklorit (NaOCl) içerisinde 5 dakika yüzey sterilizasyona tabi tutulmuş ve steril saf su içerisinde 3 kez durulanmıştır. Daha sonra tohumlar, nemi alınmak üzere steril filtre kağıdı üzerinde kurutulmuş ve PDA üzerine 3'er adet olacak şekilde ekimleri yapılmıştır (Şekil 3.1).

Ön patojenisite çalışmalarında *Fusarium* solgunluğuna karşı hassas nohut çeşitlerinden ILC 482 kullanılmıştır. Petri kapları, 12 saat aydınlık/12 saat karanlık koşullarda  $25\pm 2$  °C'de 10 günlük inkübasyona bırakılmış ve inkübasyon periyodu sonrasında nohut tohumlarından gelişen kökçükler üzerinde belirtiler gözlemlenmiştir (Basbagci et al., 2019). Kökçüklerdeki lezyon uzunlukları dijital kumpas yardımıyla ölçülerek, lezyon uzunlukları kaydedilmiş ve lezyonlar 1-5 skalasına göre değerlendirilmiştir (Peters and Grau, 2002; Leisso et al., 2011).

**Skala Değeri    Hastalık Tanımı**

- 1            Çimlenmiş nohut tohumlarının köklerinde hastalık belirtisi yok
- 2            Çimlenmiş tohumların köklerinin < % 25' ölü
- 3            Çimlenmiş tohumların köklerinin < % 25-50'si ölü
- 4            Çimlenmiş tohumların köklerinin < % 50-75'i ölü
- 5            Tohumda çimlenme yok (hastalık nedeniyle) veya çimlenmiş tohumların köklerinin < % 75-100'ü ölü



Şekil 3.1. PDA'da geliştirilmiş 10 günlük *Fusarium* spp. izolatu (A), 3 gün önceden çimlendirilmiş nohut tohumları (B), *Fusarium* spp.'nin ILC-482 nohut çeşidiyle ön patojenisite testi (C)

### 3.2.3.2 Toprak inokulasyonu yöntemiyle kontrollü koşullarda yapılan patojenisite çalışmaları

Patojenisite çalışmaları Nene and Haware (1980)' nin toprak inokulasyon yöntemine göre yapılmıştır. İçerisinde 45 gr elenmiş kum, 5 gr nohut unu ve 5 ml destile su bulunan inokulum harcı hazırlanmış ve hazırlanan bu harç 2 gün üst üste 121 °C'de 15 dk otoklav edilmiştir. Daha sonra Patates Dektroz Agar besi yerinde (PDA) geliştirilen 10 günlük fungus kültürlerinden alınan 7 mm çapındaki 5 adet disk sterilize edilen inokulum harcına konulmuş ve 25±2 °C'de 15 gün inkübasyona bırakılmıştır. Gelişen inokulum, patojenisite denemesinin yapılacağı steril harç toprağına % 1 oranında karıştırılmış ve hafifçe sulandıktan sonra inokulumun toprağı sarması için 4 gün iklim odasında bekletilmiştir. Daha sonra nohut tohumlarının ekimi yapılmadan önce yüzey sterilizasyonu amacıyla %1'lik NaOCl çözeltisinde 5 dakika bekletilmiş daha sonra da 3 kez steril saf su ile durulanmıştır. Yüzey sterilizasyonu yapılmış olan tohumlar saksılara ekildikten sonra 25±2 °C'de % 30-50 nispi nem ve 14 saat aydınlık/8 saat karanlık fotoperiyot koşullarda 40 gün boyunca yetiştirilmeye bırakılmıştır. Çalışma tesadüf parselleri deneme deseninde 5 tekerrürlü olarak, her bir saksıda 3 bitki bulunacak şekilde yürütülmüştür. Kontrol saksılarına ise inokulum içermeyen 50 g nohut unu-kum karışımı ilave edilmiş ve aynı şekilde her saksıda 3 adet tohum olacak şekilde ekimleri yapılmıştır (Şekil 3.2). İnokulasyondan 3 hafta sonra bitkilerde kökten uca doğru sararma ve nekrozlar 0-4 skalasına (bitkide yapraklarda % sararma ve bitkinin tümünde ölüm) göre gözlemlenmiş ve hastalık değerlendirmesi inokulasyondan 6 hafta sonra yapılmıştır (Trapero-Casas and Jimenez-Diaz, 1985).

#### 0-4 Skalası

0 = % 0

1 = % 1-33

2 = % 34-66

3 = % 67-100

4 = Ölü Bitki

Hassas nohut çeşidinde (ILC-482) 3.1-4.0 skala değeri arasında olan izolatlar yüksek virüent (HV), 1.1-3.0 skala değeri arasında olan izolatlar orta derecede virüent (MV) ve 0.0-1.0 skala değeri arasında olan izolatlar ise düşük virüent olarak gruplandırılmıştır (Trapero-Casas and Jimenez-Diaz, 1985).



Şekil 3.2. *Fusarium* spp.'nin inokulum hazırlığı (a,b,c) ve inokulum verilmiş saksılara nohut tohumlarının ekimi (d)

### 3.2.4 Tek Spor İzolasyonu

Patojen *Fusarium* spp. izolatlarının öncelikle tek sporları elde edilmiştir. Bu amaçla patojenisite çalışmaları sonucunda elde edilen *Fusarium* spp. izolatları, PDA besiyerinde 24° C'de 7 gün geliştirilmiştir. Her izolata ait kültürlere, içerisinde Tween 80 bulunan 4-5 ml steril saf su ilave edilerek ve bu izolatların spor süspansiyonları hazırlanmıştır. İzolatlara ait spor süspansiyonlarının yoğunluğu Thoma lamı aracılığıyla belirlenmiş ve spor süspansiyonları 10<sup>3</sup> spor/ml olacak şekilde ayarlanmıştır. Spor süspansiyonundan mikropipet yardımıyla 100 µl alınarak içerisinde Su Agar (SA) bulunan petrilere aktarılmış ve spor süspansiyonu steril cam baget yardımıyla yayılmıştır. Daha sonra bu petrilere 24 °C'de inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyondan 22-24 saat sonra kültür, bir mantar delici yardımıyla delinmiş ve mikroskop altında tek olarak çimlenen sporlar belirlenmiştir. Tek

spor olduğu belirlenen diskler öze yardımıyla PDA besi yerine aktarılmış ve tek sporlar 24 °C’de 5 gün inkübasyona bırakılmıştır.



### 3.2.5 Tanılama Çalışmaları

#### 3.2.5.1 Klasik tanılama

İnkübasyon süresi sonunda tek spordan gelişen *Fusarium* spp. kolonilerinin makroskopik ve mikroskopik incelemelerle koloni rengi, makrokonidi, mikrokonidi, klamidospor, konidiofor ve fialid özellikleri dikkate alınarak tanılamaları yapılmıştır (Nelson et al., 1983). Bu amaçla 2018 ve 2019 yıllarına ait nohutta patojen olduğu tespit edilen *Fusarium* spp. izolatlarının lam kültürleri yapılmıştır. 2 adet 9 cm'lik steril cam petrilere 2'şer adet steril kurutma kağıdı ve üzerine 2 ml steril saf su konularak nemli hücre kültürü oluşturulmuştur. Daha sonra steril kürdanlar üzerine steril lam konularak bir petriye 2 adet steril SA plağı, diğer petriye ise 2 adet steril Carnation Leaf Agar (CLA) plağı konulmuştur. Sonra bu plakların her iki yanına öze ile izolatların ekimleri yapılmıştır. Daha sonra bu kültürler 20 °C' de 2 gün inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası her bir izolatin makrokonidi, mikrokonidi, klamidospor, konidiofor ve fialid özellikleri dikkate alınarak tür tanılamaları yapılmıştır. Ayrıca her iki yıla ait *Fusarium* spp. izolatlarının hem SA hem de CLA'a ekimleri yapılarak 25 °C'de 4 hafta inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra bu izolatlar mikroskop altında incelenerek klamidospor oluşturup oluşturmadıkları var/yok olarak kaydedilmiştir (Leslie and Summerell, 2006).

#### 3.2.6 Çeşit Reaksiyon Çalışmaları

Bu çalışmada, 2018 ve 2019 yıllarında nohut üretim alanlarında bulunma oranı en yüksek olan fungal etmene (*Fusarium* spp.) karşı ülkemizde yaygın olarak üretimi yapılan tescilli çeşitlerin (cv. Akçin, Azkan, Canitez 87, Işık 05, Gökçe, İnci, Akça, Çakır, Yaşa 05, Hisar, Diyar 95, Menemen 92, İzmir 92, Sarı-98, Cevdetbey, Aydın 92, Küsmen, Uzunlu, Er 99) duyarlılıkları belirlenmiştir. Bu amaçla patojenisite çalışmaları sonucunda virülensi en yüksek olan izolat seçilmiş ve saksı koşullarında 3.2.3.2'de patojenisite çalışmalarında belirtilen yöntemle göre bitkiler inokule edilmiş ve çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 5 bitki olacak şekilde yürütülmüştür. Hastalıklı bitkiler inokulasyondan 3 hafta sonra 0-4 skalasına gözlemlenmeye başlanmış ve hastalık değerlendirilmesi inokulasyondan 6 hafta sonra yapılmıştır (Trapero-Casas and Jimenez-Diaz, 1985). Hastalık şiddeti Trapero-Casas and Jimenez-Diaz (1985)'a göre; dayanıklı (0-

1), tolerant (1.1-3.0) ve hassas (3.1-4.0) olarak gruplandırılmıştır. Ayrıca bitkiler söküldükten sonra kökler yıkanmış, kök uzunlukları ve bitki boyu ölçülmüş ve bitki yaş/kuru ağırlıkları tartılmıştır.

### **3.2.7 Nonpatojen *Fusarium spp.* İzolatları ile Patojen *Fusarium oxysporum*'un İkili Kültür Metodu**

*Fusarium oxysporum*'a karşı nonpatojen *Fusarium spp.*'nin antagonistik etkisi *in vitro*'da Patates Dekstroz Agar (PDA) besi ortamında ikili kültür yöntemi (Fungal Disk Yöntemi) kullanılarak belirlenmiştir (Thongkamngam and Jaenaksorn, 2017). Bu amaçla hem nonpatojen *Fusarium spp.* hem de *F.oxysporum* izolatlarının 7 günlük kültürlerinden, 5 mm çapında mantar deliğiyle ayrı ayrı diskler alınarak (petriye 5 cm boşluk olacak şekilde) PDA içeren steril petri kaplarına ekimleri yapılmıştır. Ekimleri yapılan petri kaplarının etrafı streç film ile kapatılarak  $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ' de inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra kontrol petrisindeki patojenin iki fungus arasında gelişen engelleme zonu (IZ) inokulasyonun 3., 5., 7. ve 9. günlerinde dijital kumpas yardımıyla ölçülerek değerlendirilmiştir. Her nonpatojen-patojen fungus kombinasyonu için denemeler 3 tekerrürlü olacak şekilde yürütülmüştür (Thongkamngam and Jaenaksorn, 2017).

**Engelleme yüzdesi:**  $((D1-D2)/D1) \times 100$

**D1:** Kontroldeki patojenin koloni çapı

**D2:** İkili kültürdeki patojenin koloni çapı formülüne göre hesaplanmıştır.

### **3.2.8 İstatiksel Analizler**

Denemeler süresince elde edilen veriler, SPSS paket programına göre değerlendirilmiştir. SPSS programı aracılığıyla varyans analizine (ANOVA) tabi tutularak, çeşit, patojen ve uygulama faktörleri ile bu faktörlerin birbiri arasındaki etkileşimler belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testi aracılığıyla karşılaştırılmıştır ( $P < 0.001$ ,  $P < 0.05$ ). Çalışmada antagonistik etkisi değerlendirilen nonpatojen sayısının çokluğu (105 adet) ve tekrar sayısının azlığı (3) klasik varyans analizi tekniği ile çözüme imkan vermemektedir. Bundan dolayı her bir nonpatojen için karışık etkiler yöntemi kullanılarak şansa bağlı kesim (Random Intercepts) ve farklı günlerdeki antagonistik etkilerinin eğim (Random Slopes) parametreleri hesaplanmıştır. Nonpatojenlerin antagonistik etkilerine göre sınıflandırılması, kesim noktaları ve farklı

günlerdeki eğim parametreleri dikkate alınarak hiyerarşik Wards's kümeleme yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Kümeleme analizi sonucunda miseliyal gelişimi bakımından farklılaşmış üç grup elde edilmiştir. Bu üç grup ile kontrol grubu miseliyal gelişim ortalamaları, 3., 5., 7. ve 9. günlerin her biri için tek yönlü varyans analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır. Verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SAS 9.4 yazılımı ile Minitab 17.1 yazılımları kullanılmıştır.



## 4 ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

### 4.1 Nohut Bitkilerinden İzolasyon Çalışmaları

Uşak İli nohut üretim alanlarında 5 Mayıs-5 Haziran 2018 ve 18 Mayıs-18 Haziran 2019 tarihlerinde iki yıl süre ile solgunluğa neden olan etmenlerin tespiti ve tanınmasına yönelik survey çalışması yapılmıştır. İlk yıl yürütülen surveyde Merkez (26 tarla), Banaz (24 tarla) ve Ulubey ilçesinde (30 tarla) toplamda 80 adet tarladan (1 231 da alan) bitki örnekleri alınmış, ikinci yıl yürütülen surveyde ise Merkez (30 tarla), Banaz (24 tarla) ve Ulubey (30 tarla) ilçesinde toplamda 84 adet tarladan (1 255 da alan) örnekler alınmıştır (Çizelge 4.1, Çizelge 4.2).

Çizelge 4.1. 2018 yılına ait nohut üretim alanlarında bitkilerin toplandığı ilçe, köy, tarla ve örnek sayıları

Örneğin alındığı ilçe/köy		Örnek alınan tarla sayısı	Hastalıklı tarla sayısı	Survey alanı (da)	Hastalıklı tarla alanı (da)	Örnek alınan bitki sayısı (adet)	Hastalıklı bitki sayısı (adet)
İlçe	Köy						
Ulubey	Avgan	10	9 (90,00)*	200	170	625	383 (61,28)
	Üyükbaşı	13	12 (92,30)	195	190	625	326 (52,16)
	Külçen	7	7 (100)	55	55	275	144 (52,36)
<b>TOPLAM</b>		<b>30</b>	<b>28 (93,33)</b>	<b>450</b>	<b>415</b>	<b>1525</b>	<b>853 (55,93)</b>
Merkez	Şükranıye	9	7 (77,77)	200	153	525	394 (75,04)
	Yoncalı	6	6 (100)	121	121	400	235 (58,75)
	Susuzören	6	6 (100)	45	45	225	122 (54,22)
	İlyaslı	5	5 (100)	60	60	200	116 (58,00)
<b>TOPLAM</b>		<b>26</b>	<b>24 (92,30)</b>	<b>426</b>	<b>379</b>	<b>1350</b>	<b>867 (64,22)</b>
Banaz	Çiftlik	10	8 (80,00)	185	175	625	345 (55,20)
	Paşacık	9	7 (77,77)	135	95	425	202 (47,52)
	Karaköse	5	4 (80,00)	35	30	175	101 (57,71)
<b>TOPLAM</b>		<b>24</b>	<b>19 (79,16)</b>	<b>355</b>	<b>300</b>	<b>1225</b>	<b>648 (52,89)</b>
<b>GENEL TOPLAM</b>		<b>80</b>	<b>71 (88,75)</b>	<b>1231</b>	<b>941</b>	<b>4100</b>	<b>2368 (57,75)</b>

\*Parantez içindeki rakamlar yüzde değerlerini ifade etmektedir.

İlk yıl yürütülen surveyde her üç ilçede incelenen toplam 80 tarlanın % 88,7'sinde (71 tarla/941 da alan) solgunluk belirtisi gösteren nohut bitkilerine rastlanmıştır. Yine aynı



survey döneminde Uşak Merkez ilçeden 1 350, Banaz ilçesinden 1 225 ve Ulubey ilçesinden 1 525 adet olmak üzere toplamda 4 100 adet nohut bitkisi toplanmış ve bu bitkilerin ortalama % 57,7'sinde (2 368 adet nohut bitkisi) solgunluk belirtisi gözlenmiştir (Çizelge 4.1).

İkinci yıl yürütülen surveyde ise incelenen toplam 84 tarlanın % 83,3'ünde (70 tarla/1 075 da alan) solgunluk belirtisine rastlanmıştır. Tüm tarlaların toplamında rastgele seçilen 4 350 adet nohut bitkisi makroskobik olarak incelenmiş ve bu bitkilerin ortalama % 61,2'sinde (2 663 adet nohut bitkisi) solgunluk belirtisi gözlenmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. 2019 yılına ait nohut üretim alanlarında bitkilerin toplandığı ilçe, köy, tarla ve örnek sayıları

Örneğin alındığı ilçe/köy		Örnek alınan tarla sayısı	Hastalıklı tarla sayısı	Survey alanı (da)	Hastalıklı tarla alanı (da)	Örnek alınan bitki sayısı (adet)	Hastalıklı bitki sayısı (adet)
İlçe	Köy						
Ulubey	Avgan	13	11 (84,61)*	235	185	725	460 (63,44)
	Üyükbaşı	13	12 (92,30)	180	150	575	334 (58,08)
	Külçen	4	3 (75,00)	35	30	175	100 (57,14)
<b>TOPLAM</b>		<b>30</b>	<b>26 (86,66)</b>	<b>450</b>	<b>415</b>	<b>1 475</b>	<b>894 (60,61)</b>
Merkez	Şükraniye	10	9 (90,00)	210	145	625	401 (64,16)
	Yoncalı	11	9 (81,81)	175	155	625	404 (64,64)
	Susuzören	3	3 (100)	30	30	150	91 (60,66)
	İlyashı	6	5 (83,33)	35	30	175	108 (61,71)
<b>TOPLAM</b>		<b>30</b>	<b>26 (86,66)</b>	<b>450</b>	<b>360</b>	<b>1 575</b>	<b>1 004 (63,74)</b>
Banaz	Çiftlik	10	8 (80,00)	195	185	625	384 (61,44)
	Paşacık	8	7 (87,5)	105	95	400	218 (54,50)
	Karaköse	6	5 (83,33)	55	35	275	163 (59,27)
<b>TOPLAM</b>		<b>24</b>	<b>20 (83,33)</b>	<b>355</b>	<b>300</b>	<b>1 300</b>	<b>765 (58,84)</b>
<b>GENEL TOPLAM</b>		<b>84</b>	<b>70 (83,33)</b>	<b>1 255</b>	<b>1 075</b>	<b>4 350</b>	<b>2 663 (61,21)</b>

\*Parantez içindeki rakamlar yüzde değerlerini ifade etmektedir.

2018 yılında örnek alınan alandan toplamda 2 368 adet nohut bitkisinde yapılan izolasyon çalışmaları sonucunda bu sezona ait izolatların % 67,14'nü *Fusarium* spp. izolatlarının oluşturduğu saptanmıştır. *Fusarium* spp. her üç ilçede de izole edilmesine karşın en yüksek Ulubey ilçesinde (% 43,58) bulunmuş, bunu sırasıyla Merkez (% 29,49) ve Banaz (% 26,91) ilçesi takip etmiştir. Bu dönemde izole edilen ve saptanan toplam 2 368 adet nohut bitkisinin % 17,06'sında *Macrophomina phaseolina*, % 5,78'inde *Alternaria* sp. ve *Rhizoctonia* sp., % 1,60'ında *Cladosporium* sp., % 0,80'inde *Thielaviopsis* sp., % 1,26'ında *Chaetomium* sp., % 0,46'sında *Cylindrocarpon* sp., ve % 0,08'inde *Epicoccum* sp. fungusları izole edilmiştir (Çizelge 4.3).

2019 yılında ise nohut üretim alanlarından alınan toplam 2 663 adet nohut bitkisinde yapılan izolasyon çalışmaları sonucunda bu sezona ait izolatların % 73,75'ini *Fusarium* spp. izolatlarının oluşturduğu saptanmıştır. *Fusarium* spp.'nin izole edilme oranı ilçelere göre farklı olmakla birlikte en yüksek % 43,73'lük oranla Merkez ilçede kaydedilmiş, bunu sırasıyla Ulubey (% 33,45) ve Banaz (% 22,81) ilçeleri takip etmiştir. Bu dönemde izole edilen ve saptanan toplam 2 663 adet nohut bitkisinin % 16,71'inde *Macrophomina phaseolina*, % 3,11'inde *Alternaria* sp., % 5,06'sında *Rhizoctonia* sp., % 1,12'sinde *Thielaviopsis* sp. ve % 0,22'sinde ise *Cylindrocarpon* sp. etmenleri izole edilmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. 2018 ve 2019 yılı nohut üretim alanlarından elde edilen fungal izolat sayılarının ilçelere göre dağılımı

Yıl	İzole edilen Funguslar	İlçeler						Toplam İzolat	
		Merkez		Banaz		Ulubey			
2018	<i>Alternaria</i> sp.	100	(12,61)*	16	(2,15)	21	(2,52)	137	(5,78)
	<i>Cladosporium</i> sp.	20	(2,52)	17	(2,29)	1	(0,12)	38	(1,60)
	<i>Chaetomium</i> sp.	30	(3,78)	0	-	0	-	30	(1,26)
	<i>Cylindrocarpon</i> sp.	11	(1,38)	0	-	0	-	11	(0,46)
	<i>Epicoccum</i> sp.	2	(0,25)	0	-	0	-	2	(0,08)
	<b><i>Fusarium</i> sp.</b>	<b>469</b>	<b>(59,14)</b>	<b>428</b>	<b>(57,68)</b>	<b>693</b>	<b>(83,19)</b>	<b>1 590</b>	<b>(67,14)</b>
	<i>Macrophomina phaseolina</i>	27	(3,40)	281	(37,87)	96	(11,52)	404	(17,06)
	<i>Rhizoctonia</i> sp.	115	(14,50)	0	-	22	(2,64)	137	(5,78)
	<i>Thielaviopsis</i> sp.	19	(2,39)	0	-	0	-	19	(0,80)
	<b>TOPLAM</b>	<b>793</b>	<b>(33,48)</b>	<b>742</b>	<b>(31,33)</b>	<b>833</b>	<b>(35,17)</b>	<b>2368</b>	<b>(47,06)</b>
2019	<i>Alternaria</i> sp.	35	(2,91)	27	(4,83)	21	(2,32)	83	(3,11)
	<i>Cylindrocarpon</i> sp.	0	-	6	(1,07)	0	-	6	(0,22)
	<b><i>Fusarium</i> sp.</b>	<b>859</b>	<b>(71,64)</b>	<b>448</b>	<b>(80,14)</b>	<b>657</b>	<b>(72,59)</b>	<b>1 964</b>	<b>(73,75)</b>
	<i>Macrophomina phaseolina</i>	226	(18,84)	29	(5,18)	190	(20,99)	445	(16,71)
	<i>Rhizoctonia</i> sp.	49	(4,08)	49	(8,76)	37	(4,08)	135	(5,06)
	<i>Thielaviopsis basicola</i>	30	(2,50)	0	-	0	-	30	(1,12)
	<b>TOPLAM</b>	<b>1 199</b>	<b>(45,02)</b>	<b>559</b>	<b>(20,99)</b>	<b>905</b>	<b>(33,98)</b>	<b>2 663</b>	<b>(52,93)</b>
<b>GENEL TOPLAM</b>	<b>1 992</b>	<b>(39,59)</b>	<b>1 301</b>	<b>(25,85)</b>	<b>1 738</b>	<b>(34,54)</b>	<b>5 031</b>		

\*Parantez içindeki rakamlar yüzde değerlerini ifade etmektedir.

Survey çalışmaları sonucunda Uşak ili nohut üretimi açısından en fazla üretim alanına sahip Merkez, Banaz ve Ulubey ilçelerinde *Fusarium* spp.'nin yaygın olduğu belirlenmiştir. Ülkemizde yapılan surveylerde nohut ekim alanlarının yaklaşık olarak % 40'ının *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* ile bulaşık olup, ekonomik olarak önemli ürün kayıplarına neden olduğu saptanmıştır (Maden, 1987). Ankara'da nohut üretim alanlarında

en yaygın solgunluk patojeninin *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris* (% 49), kök patojeninin ise *Fusarium solani* (% 34) olduğu bildirilmiştir (Dolar, 1996). Demirci et al. (1999), Doğu Anadolu’da geliştirilen Aziziye-94 nohut çeşidinden yaptıkları izolasyon çalışmaları sonucunda, solgunluk ve kök çürüklüğü etmenlerinden *F.solani* f. sp. *pisi*, *F.oxysporum* f. sp. *ciceris*, *F. acuminatum*, *F. avenaceum*, *F. equiseti* ve *Rhizoctonia solani* (AG-5)’yi izole etmişlerdir. Benzer şekilde Bayraktar (2006), Türkiye’de 15 farklı ilde nohut üretim alanlarında yaptığı survey çalışmaları sonucunda *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. equiseti*, *F. acuminatum*, *F. semitectum*, *Macrophomina phaseolina* ve *R. solani*’nin solgunluk ve kök çürüklüğüne neden olan önemli patojenler olduğunu tespit etmiştir. Ülkemizin nohut ekim alanının yaklaşık % 70’ ni temsil eden 15 farklı ilinde (Maden, 2007), yine ayrı bir çalışmada 8 farklı ilde (Bayraktar and Dolar, 2012) yapılan surveylerde alınan örneklerden *F. oxysporum* f. sp. *ciceris* izolasyonları yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda nohutta en önemli fungal hastalıkların başında antraknoz, *Fusarium* solgunluğu, Kurşuni küf, *Phytophthora* kök çürüklüğü, kuru kök çürüklüğü (*M. phaseolina*), *Sclerotinia* gövde çürüklüğü ve pas hastalıkları olduğu bildirilmiştir (Singh et al., 2003a,b; Ahmad et al., 2005; Knights et al., 2008; Jiménez-Díaz et al., 2015). Dünyada önemli nohut üretim alanı ve üretim miktarına sahip olan Hindistan’da farklı araştırmacılar tarafından birçok çalışma yürütülmüştür. Nohutta solgunluk, sararma ve kök çürüklüğü belirtilerinin nedeninin öncelikli olarak *Fusarium* solgunluğu etmeni olan *F. oxysporum* f. sp. *ciceris*’in neden olduğu ifade edilmiştir (Nene and Haware, 1980; Nene et al., 1984; Nene et al., 1986; Sharma et al., 1983; Gupta et al., 1986, 1987). Dünyada yapılan farklı çalışmalarda solgunluk ve kök çürüklüğü hastalıkları olan *F. oxysporum* f. sp. *ciceris*, *Rhizoctonia bataticola*, *Sclerotium rolfsii*, *R. solani* ve *F. solani* etmenlerinin nohut üretim alanlarında yoğun olarak bulunduğu bildirilmiştir (Westerlund et al., 1974; Beniwal et al., 1992). Benzer şekilde son yıllarda ülkemizde yapılan çalışmalarda da önemli nohut üretim alanlarına sahip olan 37 farklı ilde survey çalışmaları sonucunda tarlaların % 53,90’ının *Fusarium* solgunluk ve sararma hastalığı ile enfekteli olduğunu tespit etmiş ve bu belirtileri gösteren nohut bitkilerinin % 57,37’sinden *Fusarium* spp. izolatu elde etmiştir (Kocalar, 2020).

Uşak ili Merkez, Banaz ve Ulubey ilçelerinde yapılan survey çalışmaları esnasında toplanan hastalıklı nohut bitkilerinden, besiyerine yapılan ekimler sonucu gelişen fungal mikroorganizmalardan 278 *Fusarium* spp. izolatu saflaştırılmıştır. Çalışmada hastalıklı bitkilerden çok fazla sayıda *Fusarium* spp. izole edilmiştir. Ancak elde edilen izolat sayısı

oldukça fazla olduğundan dolayı izolatlar koloni gelişimi, şekline ve koloni rengine göre gruplandırılmış ve benzer izolatlardan temsili izolatlar seçilmiş ve izolat sayısı düşürülerek saflaştırma işlemi yapılmıştır. Saflaştırılan izolatların ilçelere göre dağılımları Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Uşak ili nohut üretim alanlarından izole edilen *Fusarium* spp. etmeninin ilçelere göre izolat sayıları

Survey alanları	<i>Fusarium</i> spp.'nin izolat sayıları	
	2018	2019
Merkez	81	35
Banaz	50	26
Ulubey	46	40
<b>GENEL TOPLAM</b>	177	101

## 4.2 Patojenisite Çalışmaları

### 4.2.1 Ön patojenisite çalışmaları

Toplanan hastalıklı nohut bitkilerden izole edilen *Fusarium* spp. etmenleri ile yapılan ön patojenisite çalışmaları sonucunda ILC 482 nohut çeşidinin kökçükleri üzerinde oluşan belirtiler skalaya göre değerlendirilmiş ve patojen olarak belirlenen izolatlar saksılarda yapılacak patojenisite denemeleri için gruplanmış ve ayrılmıştır.

Ön patojenisite çalışmalarında, ILC-482 nohut çeşidinin kökçükleri stereomikroskop altında incelendiğinde, *Fusarium* spp. izolatlarının hifleri ve misellerinin nohut kökçükleri üzerinde nekrozlara neden olduğu saptanmıştır (Şekil 4.1). 2018 izolatları ile petrielerde yapılan ön patojenisite denemesi sonuçları da Çizelge 4.5'de verilmiştir.



Şekil 4.1. *Fusarium* spp. izolatlarının ILC-482 nohut çeşidi ile ön patojenisite testi

Çizelge 4.5. Uşak ili 2018 yılı nohut üretim alanlarında nohut bitkilerinden izole edilen *Fusarium* spp. izolatlarının kökçüklerdeki ortalama lezyon boyu ve hastalık indeksi

Örneğin alındığı yer	İzolat no	Ortalama lezyon boyu (mm)	Hastalık indeksi	Patojenite sonuç
Merkez/Şükranıye	Ş2T/1	0	-	Nonpatojen
Merkez/Şükranıye	Ş2T/3	21,80	3	Patojen
Merkez/Şükranıye	Ş2T/4	30,33	3.33	Patojen
Merkez/Şükranıye	Ş2T/5	3,46	2	Patojen
Merkez/Şükranıye	Ş2T/15	32,53	3.66	Patojen
Merkez/Şükranıye	Ş3T/1	29,36	3.33	Patojen
Merkez/Şükranıye	Ş3T/3	5,86	2	Patojen
Merkez/Şükranıye	Ş3T/5	0	-	Nonpatojen
Merkez/Şükranıye	Ş3T/11	0	-	Nonpatojen
Merkez/Şükranıye	Ş3T/14	26,33	3.33	Patojen
Merkez/Şükranıye	Ş3T/17	0	-	Nonpatojen
Merkez/Şükranıye	Ş3T/19	39,11	4	Patojen
Merkez/Şükranıye	Ş3T/26	7,66	2	Patojen
Merkez/Şükranıye	Ş3T/41	5,56	2	Patojen
Merkez/Şükranıye	Ş5T/9	7,66	2	Patojen
Merkez/Şükranıye	Ş5T/10	50	4.66	Patojen
Merkez/Şükranıye	Ş5T/14	25,55	3	Patojen
Merkez/Şükranıye	Ş6T/3	0	-	Nonpatojen
Merkez/Şükranıye	Ş6T/7	6,66	2	Patojen
Merkez/Şükranıye	Ş6T/10	39,02	4	Patojen
Merkez/Şükranıye	Ş6T/12	0	-	Nonpatojen
Merkez/Şükranıye	Ş6T/13	14,33	2.33	Patojen
Merkez/Şükranıye	Ş6T/14	0	-	Nonpatojen
Merkez/Şükranıye	Ş6T/19	0	-	Nonpatojen
Merkez/Şükranıye	Ş6T/21	0	-	Nonpatojen
Merkez/Şükranıye	Ş6T/27	35,38	4	Patojen
Merkez/Şükranıye	Ş6T/40	16,33	2.33	Patojen
Merkez/Şükranıye	Ş6T/43	5,08	2	Patojen
Merkez/Şükranıye	Ş6T/49	46,90	4.33	Patojen
Merkez/Şükranıye	Ş6T/92	11,96	2.33	Patojen
Merkez/Şükranıye	Ş7T/2	0	-	Nonpatojen
Merkez/Şükranıye	Ş7T/5	5,66	2	Patojen
Merkez/Şükranıye	Ş7T/16	0	-	Nonpatojen
Merkez/Şükranıye	Ş7T/18	0	-	Nonpatojen
Merkez/Şükranıye	Ş7T/21	32,49	3.66	Patojen
Merkez/Şükranıye	Ş8T/2	2,57	2	Patojen
Merkez/Şükranıye	Ş8T/7	0	-	Nonpatojen
Merkez/Şükranıye	Ş8T/12	0	-	Nonpatojen
Merkez/Şükranıye	Ş8T/16	32,04	3.66	Patojen
Merkez/Şükranıye	Ş9T/4	4,47	2	Patojen
Merkez/Şükranıye	Ş9T/13	0	-	Nonpatojen
Merkez/Susuzören	Sus1T/1	0	-	Nonpatojen
Merkez/Susuzören	Sus1T/2	0	-	Nonpatojen
Merkez/Susuzören	Sus2T/2	46,68	4.33	Patojen
Merkez/Susuzören	Sus3T/3	0	-	Nonpatojen
Merkez/Susuzören	Sus3T/4	49,83	4.66	Patojen
Merkez/Susuzören	Sus3T/5	8,61	2	Patojen
Merkez/Susuzören	Sus5T/3	3,99	2	Patojen
Merkez/Susuzören	Sus6T/1	36,78	4	Patojen
Merkez/Susuzören	Sus6T/4	0	-	Nonpatojen
Merkez/Susuzören	Sus6T/11	37,88	4	Patojen
Merkez/Susuzören	Sus6T/21	2,03	2	Patojen
Merkez/Yoncalı	Y1T/9	0	-	Nonpatojen
Merke/Yoncalı	Y1T/13	42,76	4.33	Patojen
Merkez/Yoncalı	Y1T/17	0	-	Nonpatojen
Merkez/Yoncalı	Y1T/18	33,51	3.33	Patojen
Merkez/Yoncalı	Y3T/1	22,94	2.66	Patojen
Merkez/Yoncalı	Y3T/2	32,43	3.33	Patojen
Merkez/Yoncalı	Y3T/6	44,10	4.33	Patojen
Merkez/Yoncalı	Y3T/19	41,53	4	Patojen
Merkez/Yoncalı	Y4T/1	50,32	4.66	Patojen
Merkez/Yoncalı	Y5T/1	41,25	4	Patojen

Çizelge 4.5(Devamı)

Merkez/Yoncalı	Y5T/6	0	-	Nonpatojen
Merkez/Yoncalı	Y5T/11	0	-	Nonpatojen
Merkez/Yoncalı	Y5T/12	9,66	2	Patojen
Merkez/Yoncalı	Y6T/1-2	41,59	4	Patojen
Merkez/Yoncalı	Y6T/2	38,85	4	Patojen
Merkez/Yoncalı	Y6T/8	0	-	Nonpatojen
Merkez/Yoncalı	Y6T/9	29,89	3,66	Patojen
Merkez/İlyaslı	İ1T/3	2,03	2	Patojen
Merkez/İlyaslı	İ1T/11	25,35	3	Patojen
Merkez/İlyaslı	İ1T/14	45,79	4,33	Patojen
Merkez/İlyaslı	İ1T/15	46,41	4,33	Patojen
Merkez/İlyaslı	İ1T/18	54,62	5	Patojen
Merkez/İlyaslı	İ3T/1	33,25	3,66	Patojen
Merkez/İlyaslı	İ2T/5	8,03	2	Patojen
Merkez/İlyaslı	İ4T/1	38,67	4	Patojen
Merkez/İlyaslı	İ4T/5	44,86	4,33	Patojen
Merkez/İlyaslı	İ4T/8	4,80	2	Patojen
Merkez/İlyaslı	İ4T/11	3,66	2	Patojen
Merkez/İlyaslı	İ5T/5	7,66	2	Patojen
Ulubey/Avgan	A1T/1	0	-	Nonpatojen
Ulubey/Avgan	A1T/2	0	-	Nonpatojen
Ulubey/Avgan	A1T/8	0	-	Nonpatojen
Ulubey/Avgan	A1T/10	31,57	3,33	Patojen
Ulubey/Avgan	A1T/11	0	-	Nonpatojen
Ulubey/Avgan	A1T/15	24,18	3	Patojen
Ulubey/Avgan	A1T/30	0	-	Nonpatojen
Ulubey/Avgan	A1T/34	19,87	2,66	Patojen
Ulubey/Avgan	A1T/35	0	-	Nonpatojen
Ulubey/Avgan	A1T/36	17,89	2,66	Patojen
Ulubey/Avgan	A2T/2	0	-	Nonpatojen
Ulubey/Avgan	A2T/3-2	0	-	Nonpatojen
Ulubey/Avgan	A2T/5	10,67	2,33	Patojen
Ulubey/Avgan	A3T/17	5,97	2	Patojen
Ulubey/Avgan	A4T/8	0	-	Nonpatojen
Ulubey/Avgan	A4T/13	0	-	Nonpatojen
Ulubey/Avgan	A4T/15	17,88	2,66	Patojen
Ulubey/Avgan	A4T/42	0	-	Nonpatojen
Ulubey/Üyükbaşı	Ü2T/2	18,57	2,66	Patojen
Ulubey/Üyükbaşı	Ü2T/10	20,64	2,66	Patojen
Ulubey/Üyükbaşı	Ü2T/13	4,81	2	Patojen
Ulubey/Üyükbaşı	Ü2T/19	5,87	2	Patojen
Ulubey/Üyükbaşı	Ü2T/22	6,99	2	Patojen
Ulubey/Üyükbaşı	Ü3T/11	0	-	Nonpatojen
Ulubey/Üyükbaşı	Ü4T/1	14,66	2,33	Patojen
Ulubey/Üyükbaşı	Ü7T/4	0	-	Nonpatojen
Ulubey/Üyükbaşı	Ü7T/32	3,89	2	Patojen
Ulubey/Üyükbaşı	Ü9T/3	0	-	Nonpatojen
Ulubey/Üyükbaşı	Ü9T/5	0	-	Nonpatojen
Ulubey/Üyükbaşı	Ü10T/2	17,37	2,33	Patojen
Ulubey/Üyükbaşı	Ü10T/4	0	-	Nonpatojen
Ulubey/Üyükbaşı	Ü10T/26	23,39	3	Patojen
Ulubey/Üyükbaşı	Ü10T/27	21,66	2,66	Patojen
Ulubey/Üyükbaşı	Ü12T/1	19,75	2,66	Patojen
Ulubey/Külçen	K1T/3	19,99	2,66	Patojen
Ulubey/Külçen	K4T/5	18,87	2,66	Patojen
Ulubey/Külçen	K5T/1	0	-	Nonpatojen
Ulubey/Külçen	K5T/7	0	-	Nonpatojen
Ulubey/Külçen	K5T/11	0	-	Nonpatojen
Ulubey/Külçen	K5T/16	16,27	2,33	Patojen
Ulubey/Külçen	K5T/21	0	-	Nonpatojen
Ulubey/Külçen	K6T/1	0	-	Nonpatojen
Ulubey/Külçen	K6T/2	16,65	2,33	Patojen
Ulubey/Külçen	K6T/8	16,37	2,33	Patojen
Ulubey/Külçen	K7T/12	0	-	Nonpatojen
Ulubey/Külçen	K7T/13	26,09	3	Patojen
Banaz/Çiftlik	Ç1T/1	15,44	2,33	Patojen

Çizelge 4.5(Devamı)

Banaz/ Çiftlik	Ç1T/2	0	-	Nonpatojen
Banaz/ Çiftlik	Ç1T/3	0	-	Nonpatojen
Banaz/ Çiftlik	Ç2T/1	17,35	2.33	Patojen
Banaz/ Çiftlik	Ç2T/2	0	-	Nonpatojen
Banaz/ Çiftlik	Ç2T/3	0	-	Nonpatojen
Banaz/ Çiftlik	Ç2T/43	0	-	Nonpatojen
Banaz/ Çiftlik	Ç2T/44	0	-	Nonpatojen
Banaz/ Çiftlik	Ç2T/45	16,35	2.33	Patojen
Banaz/ Çiftlik	Ç3T/16	14,57	2.33	Patojen
Banaz/ Çiftlik	Ç3T/18	0	-	Nonpatojen
Banaz/ Çiftlik	Ç3T/30	0	-	Nonpatojen
Banaz/ Çiftlik	Ç3T/74	15,40	2.33	Patojen
Banaz/ Çiftlik	Ç5T/2	0	-	Nonpatojen
Banaz/ Çiftlik	Ç5T/6	0	-	Nonpatojen
Banaz/ Çiftlik	Ç5T/13	0	-	Nonpatojen
Banaz/ Çiftlik	Ç6T/2	16,91	2.33	Patojen
Banaz/ Çiftlik	Ç6T/3	0	-	Nonpatojen
Banaz/ Çiftlik	Ç7T/24	0	-	Nonpatojen
Banaz/ Çiftlik	Ç7T/28	13,82	2.33	Patojen
Banaz/ Çiftlik	Ç7T/42	0	-	Nonpatojen
Banaz/ Paşacık	P1T/9	0	-	Nonpatojen
Banaz/ Paşacık	P1T/20	12,57	2.33	Patojen
Banaz/ Paşacık	P1T/63	0	-	Nonpatojen
Banaz/ Paşacık	P2T/8	11,35	2.33	Patojen
Banaz/ Paşacık	P3T/14	0	-	Nonpatojen
Banaz/ Paşacık	P4T/6	0	-	Nonpatojen
Banaz/ Paşacık	P4T/12	20,84	2.66	Patojen
Banaz/ Paşacık	P4T/20	0	-	Nonpatojen
Banaz/ Paşacık	P6T/3	0	-	Nonpatojen
Banaz/ Paşacık	P6T/9	0	-	Nonpatojen
Banaz/ Paşacık	P6T/13	0	-	Nonpatojen
Banaz/ Paşacık	P6T/15	8,37	2	Patojen
Banaz/ Paşacık	P8T/2	11,33	2.33	Patojen
Banaz/ Paşacık	P8T/4	0	-	Nonpatojen
Banaz/ Paşacık	P8T/10	0	-	Nonpatojen
Banaz/ Paşacık	P9T/4	18,47	2.66	Patojen
Banaz/ Paşacık	P9T/13	20,01	2.66	Patojen
Banaz/ Karaköse	K1T/2	0	-	Nonpatojen
Banaz/ Karaköse	K1T/11	0	-	Nonpatojen
Banaz/ Karaköse	K1T/14	19,85	2.66	Patojen
Banaz/ Karaköse	K2T/11	0	-	Nonpatojen
Banaz/ Karaköse	K2T/23	0	-	Nonpatojen
Banaz/ Karaköse	K2T/35	21,45	3	Patojen
Banaz/ Karaköse	K3T/1	0	-	Nonpatojen
Banaz/ Karaköse	K3T/7	23,56	3	Patojen
Banaz/ Karaköse	K4T/5	5,48	2	Patojen
Banaz/ Karaköse	K5T/4	0	-	Nonpatojen
Banaz/ Karaköse	K5T/12	0	-	Nonpatojen
Banaz/ Karaköse	K5T/16	15,27	2.33	Patojen
<b>TOPLAM İZOLAT</b>			<b>177</b>	

2018 yılında nohut ekim alanlarından toplanan nohut bitkilerinden toplamda 177 adet *Fusarium* spp. izolatu elde edilmiş ve yapılan ön patojenisite çalışmaları sonucunda izolatların % 56,49'unun (100 izolat) patojen, 77 izolatın ise patojen olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.6. Uşak ili 2019 nohut üretim alanlarında nohut bitkilerinden izole edilen *Fusarium* spp. izolatlarının kökçüklerdeki ortalama lezyon boyu ve hastalık indeksi

Örneğin alındığı yer	İzolat no	Ortalama lezyon boyu (mm)	Hastalık indeksi	Patojenisite sonuç
Merkez/Şükranıye	Ş1T/1	0	-	Nonpatojen
Merkez/Şükranıye	Ş1T/10	19,44	2.66	Patojen
Merkez/Şükranıye	Ş1T/21	13,31	2.33	Patojen
Merkez/Şükranıye	Ş2T/3	20,95	3	Patojen
Merkez/Şükranıye	Ş3T/4	0	-	Nonpatojen
Merkez/Şükranıye	Ş3T/5	0	-	Nonpatojen
Merkez/Şükranıye	Ş3T/9	21,69	3	Patojen
Merkez/Şükranıye	Ş4T/2	13,89	2.33	Patojen
Merkez/Şükranıye	Ş4T/3	33,13	3.66	Patojen
Merkez/Şükranıye	Ş5T/10	20,69	2.66	Patojen
Merkez/Şükranıye	Ş5T/11	25,37	3	Patojen
Merkez/Şükranıye	Ş5T/13	23,74	3	Patojen
Merkez/Şükranıye	Ş5T/16	0	-	Nonpatojen
Merkez/Şükranıye	Ş6T/8	17,23	2.66	Patojen
Merkez/Şükranıye	Ş6T/9	20,03	2.66	Patojen
Merkez/Şükranıye	Ş9T/8	27,36	3	Patojen
Merkez/Şükranıye	Ş9T/11	16,55	2.33	Patojen
Merkez/Şükranıye	Ş9T/12	20,70	2.66	Patojen
Merkez/Şükranıye	Ş10T/4	0	-	Nonpatojen
Merkez/Susuzören	Sus2T/4	25,87	3	Patojen
Merkez/Susuzören	Sus3T/6	0	-	Nonpatojen
Merkez/Susuzören	Sus3T/7	0	-	Nonpatojen
Merkez/Yoncalı	Y3T/4	0	-	Nonpatojen
Merkez/Yoncalı	Y4T/2	0	-	Nonpatojen
Merkez/Yoncalı	Y4T/7	0	-	Nonpatojen
Merkez/Yoncalı	Y4T/8	23,14	3	Patojen
Merkez/Yoncalı	Y5T/3	0	-	Nonpatojen
Merkez/Yoncalı	Y6T/3	0	-	Nonpatojen
Merkez/Yoncalı	Y6T/6	0	-	Nonpatojen
Merkez/Yoncalı	Y7T/5	25,46	3	Patojen
Merkez/Yoncalı	Y7T/7	28,74	3.66	Patojen
Merkez/İlyaslı	İ2T/1	20,67	2.66	Patojen
Merkez/İlyaslı	İ2T/3	0	-	Nonpatojen
Merkez/İlyaslı	İ3T/4	23,98	3	Patojen
Merkez/İlyaslı	İ3T/5	0	-	Nonpatojen
Ulubey/Avgan	A1T/4	0	-	Nonpatojen
Ulubey/Avgan	A1T/5	35,05	3.66	Patojen
Ulubey/Avgan	A2T/1	38,67	4	Patojen
Ulubey/Avgan	A2T/3	16,90	2.33	Patojen
Ulubey/Avgan	A2T/6	0	-	Nonpatojen
Ulubey/Avgan	A3T/1	24,96	3	Patojen
Ulubey/Avgan	A3T/3	24,46	3	Patojen
Ulubey/Avgan	A4T/3	24,04	3	Patojen
Ulubey/Avgan	A4T/7	23,52	3	Patojen
Ulubey/Avgan	A4T/8	24,71	3	Patojen
Ulubey/Avgan	A5T/2	23,62	3	Patojen
Ulubey/Avgan	A5T/11	14,55	2.33	Patojen
Ulubey/Avgan	A6T/1	0	-	Nonpatojen
Ulubey/Avgan	A6T/7	0	-	Nonpatojen
Ulubey/Avgan	A6T/9	0	-	Nonpatojen
Ulubey/Avgan	A6T/13	31,97	3.33	Patojen
Ulubey/Avgan	A6T/17	17,06	2.66	Patojen
Ulubey/Avgan	A7T/3	16,91	2.33	Patojen
Ulubey/Avgan	A7T/8	11,37	2.33	Patojen
Ulubey/Avgan	A8T/1	17,07	2.66	Patojen
Ulubey/Avgan	A8T/6	22,32	3	Patojen
Ulubey/Avgan	A9T/1	26,21	3	Patojen
Ulubey/Avgan	A9T/8	0	-	Nonpatojen
Ulubey/Avgan	A9T/11	0	-	Nonpatojen
Ulubey/Avgan	A10T/9	26,09	3	Patojen
Ulubey/Üyükbaşı	Ü1T/5	14,01	2.33	Patojen
Ulubey/Üyükbaşı	Ü1T/6	0	-	Nonpatojen



Çizelge 4.6(Devamı)

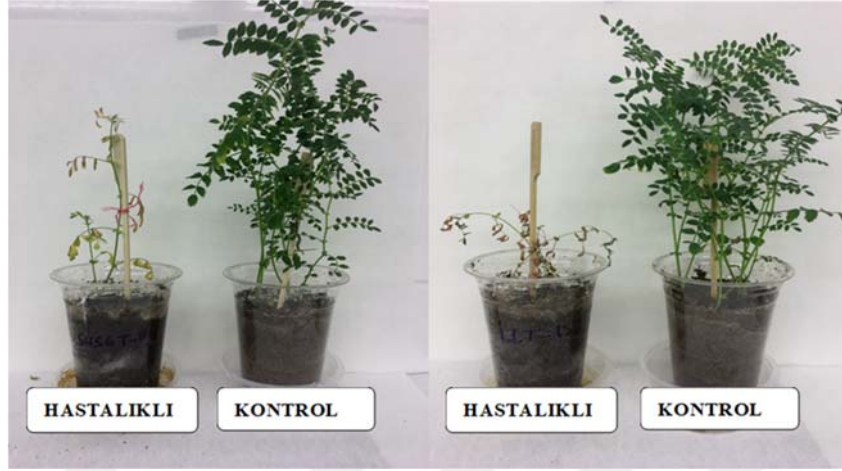
Ulubey/Üyükbaşı	Ü1T/9	25,52	3	Patojen
Ulubey/Üyükbaşı	Ü1T/19	0	-	Nonpatojen
Ulubey/Üyükbaşı	Ü2T/1	21,50	2.66	Patojen
Ulubey/Üyükbaşı	Ü2T/11	0	-	Nonpatojen
Ulubey/Üyükbaşı	Ü3T/7	0	-	Nonpatojen
Ulubey/Üyükbaşı	Ü10T/3	27,18	3	Patojen
Ulubey/Üyükbaşı	Ü10T/4	21,82	2.66	Patojen
Ulubey/Üyükbaşı	Ü12T/1	21,42	2.66	Patojen
Ulubey/Üyükbaşı	Ü12T/4	0	-	Nonpatojen
Ulubey/Üyükbaşı	Ü13T/3	0	-	Nonpatojen
Ulubey/Üyükbaşı	Ü13T/7	30,78	3.33	Patojen
Ulubey/Külçen	K1T/1	10,81	2.33	Patojen
Ulubey/Külçen	K1T/5	25,13	3	Patojen
Banaz/Çiftlik	Ç1T/1	0	-	Nonpatojen
Banaz/Çiftlik	Ç2T/1	19,41	2.66	Patojen
Banaz/Çiftlik	Ç2T/43	19,01	2.66	Patojen
Banaz/Çiftlik	Ç3T/16	18,53	2.33	Patojen
Banaz/Çiftlik	Ç5T/2	24,82	3	Patojen
Banaz/Çiftlik	Ç5T/13	9,44	2	Patojen
Banaz/Çiftlik	Ç6T/1	18,98	2.66	Patojen
Banaz/Çiftlik	Ç6T/11	12,89	2.33	Patojen
Banaz/Çiftlik	Ç7T/3	0	-	Nonpatojen
Banaz/Çiftlik	Ç7T/10	35,83	4	Patojen
Banaz/Çiftlik	Ç7T/13	23,83	3	Patojen
Banaz/Çiftlik	Ç7T/16	16,15	2.33	Patojen
Banaz/Paşacık	P1T/1	13,52	2.33	Patojen
Banaz/Paşacık	P1T/3	14,89	2.33	Patojen
Banaz/Paşacık	P2T/1	21,36	2.66	Patojen
Banaz/Paşacık	P3T/3	0	-	Nonpatojen
Banaz/Paşacık	P4T/3	18,04	2.66	Patojen
Banaz/Paşacık	P4T/4	0	-	Nonpatojen
Banaz/Paşacık	P5T/1	19,99	2.66	Patojen
Banaz/Paşacık	P5T/8	23,14	3	Patojen
Banaz/Paşacık	P6T/7	30,91	3.33	Patojen
Banaz/Karaköse	K1T/3	16,79	2.33	Patojen
Banaz/Karaköse	K2T/1	16,52	2.33	Patojen
Banaz/Karaköse	K2T/2	24,72	3	Patojen
Banaz/Karaköse	K3T/1	0	-	Nonpatojen
Banaz/Karaköse	K3T/2	11,98	2.33	Patojen
<b>TOPLAM İZOLAT</b>			<b>101</b>	

2019 yılında nohut ekim alanlarından toplanan nohut bitkilerinden toplamda 101 adet *Fusarium* spp. izolatu elde edilmiş ve yapılan ön patojenisite çalışmaları sonucunda izolatların % 64,35'inin (65 izolat) patojen, 36 izolatın ise patojen olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.6).

#### 4.2.2 Toprak İnokulasyonu Yöntemiyle *In vivo*'da Yapılan Patojenisite Çalışmaları

Ön patojenisite çalışmaları sonucunda tohumlarda oluşan belirtilere göre, patojen olduğu belirlenen izolatların saksılarda patojenisite çalışmaları yürütülmüştür. Ancak çalışmada elde edilen izolat sayısı çok olduğundan dolayı izolatlar koloni gelişimi, şekline ve koloni rengine göre gruplandırılmış ve benzer izolatlardan temsili izolatlar seçilmiş ve izolat sayısı düşürülerek patojenisite çalışmaları yapılmıştır. Çalışmalar sonucunda

izolatların ILC-482 nohut çeşidinde sararma, solgunluk, kök çürüklüğü ve tohum çimlenmesinin engellenmesi gibi simptomlara neden olduğu görülmüştür (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. *Fusarium* spp. izolatlarının ILC 482 nohut çeşidi ile toprak inokulasyon yöntemiyle *in vivo*'da patojenisite testi

Çizelge 4.7. 2018 yılı *Fusarium* spp. izolatlarının ILC 482 nohut çeşidinde hastalık şiddeti (%) ve hastalık indeksi

İzolat no	Hastalık şiddeti (%)	Hastalık indeksi*	İzolat no	Hastalık şiddeti (%)	Hastalık indeksi*
Ş2T/15	70.83	2.83 MV	A1T/34	16.66	0.66 LV
Ş3T/14	47.91	1.91 MV	A1T/36	64.58	2.58 MV
Ş3T/19	100	4.00 HV	A4T/15	77.08	3.08 MV
Ş3T/26	50	2.00 MV	Ü2T/2	100	4.00 HV
Ş5T/10	66.66	2.66 MV	Ü2T/10	47.91	1.91 MV
Ş6T/10	72.91	2.91 MV	Ü10T/26	87.50	3.25 HV
Ş6T/27	22.91	0.91 LV	Ü10T/27	100	4.00 HV
Ş6T/49	41.66	1.66 MV	Ü12T/1	56.25	2.25 MV
Ş7T/21	27.08	1.08 LV	K1T/3	56.25	2.25 MV
Ş8T/16	64.58	2.58 MV	K4T/5	62.50	2.50 MV
Sus2T/2	97.91	3.91 HV	Ç1T/1	41.66	1.66 MV
Sus3T/4	14.58	0.58 LV	Ç2T/1	12.50	0.50 LV
Sus6T/1	58.33	2.33 MV	Ç2T/45	18.75	0.75 LV
Sus6T/11	60.41	2.41 MV	Ç3T/16	56.25	2.25 MV
Y1T/13	16.66	0.66 LV	Ç3T/74	27.08	1.08 LV
Y1T/18	75	3.00 MV	Ç6T/2	14.58	0.58 LV
Y3T/6	100	4.00 HV	Ç7T/28	22.91	0.91 LV
Y3T/19	100	4.00 HV	P1T/20	31.25	1.25 MV
Y4T/1	45.83	1.83 MV	P2T/8	16.66	0.66 LV
Y5T/1	50	2.00 MV	P4T/12	91.66	3.66 HV
Y6T/1-2	27.08	1.08 LV	P6T/15	16.66	0.66 LV
Y6T/2	100	4.00 HV	P8T/2	93.75	3.75 HV
İ1T/14	47.91	1.91 MV	P9T/4	16.66	0.66 LV
İ1T/15	100	4.00 HV	P9T/13	41.66	1.66 MV
İ1T/18	100	4.00 HV	K1T/14	64.58	2.58 MV
İ4T/1	85.41	3.41 HV	K2T/35	100	4.00 HV
İ4T/5	47.91	1.91 MV	K3T/7	64.58	2.58 MV
A1T/10	31.25	1.25 MV	K5T/16	62.50	2.50 MV
A1T/15	58.33	2.33 MV			

\*0.0-1.0=Düşük virülent (LV); 1.1-3.0=Orta derecede virülent (MV); 3.1-4.0= Yüksek virülent (HV)

2018 yılı *Fusarium* spp. izolatları ile ILC 482 çeşidinde yapılan patojenisite testi sonucunda, 15 izolatın da yüksek virulent (3.1-4.0), 28 izolatın orta derecede virulent (1.1-3.0) ve 14 izolatın düşük virulent (0.0-1.0) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.7). Çizelge 4.8’de belirtildiği şekilde 2019 yılı *Fusarium* spp. izolatlarının ise 7 izolatın yüksek virulent, 26 izolatın orta derecede virulent ve 10 izolatın düşük virulent olduğu görülmüştür. Maden (2007) yaptığı çalışmada, ülkemizde Uşak ilinin de içinde olduğu 15 ilde yapılan surveylerden elde edilen *Fusarium oxysporum* izolatlarının patojenisite çalışmaları sonucunda 17 izolatın yüksek virulent (YV), 75 izolat orta derecede virulent (OV) ve 12 izolatın ise düşük virulent (DV) ya da nonpatojen olduğunu tespit etmiştir. Uşak ili’nden aldıkları 6 izolatın 4’ü yüksek virulent, 2’si ise orta derecede olduğunu saptamışlardır. Çalışmamızda da her iki yılın patojenisite sonuçlarına göre toplam 22 izolat yüksek virulent, 54 izolatın orta derecede virulent ve 24 izolatın ise düşük virulent olduğu ortaya konmuştur.

Çizelge 4.8. 2019 yılı *Fusarium* spp. izolatlarının ILC 482 nohut çeşidinde hastalık şiddeti (%) ve hastalık indeksi

İzolat no	Hastalık şiddeti (%)	Hastalık indeksi*	İzolat no	Hastalık şiddeti (%)	Hastalık indeksi*
Ş1T/10	16.66	0.66 LV	A4T/8	54.16	2.16 MV
Ş2T/3	18.75	0.75 LV	A5T/2	41.66	1.66 MV
Ş3T/9	35.41	1.41 MV	A6T/13	81.25	3.25 HV
Ş4T/3	83.33	3.33 HV	A9T/1	72.91	2.91 MV
Ş5T/10	27.08	1.08 LV	A10T/9	70.83	2.83 MV
Ş5T/11	62.50	2.50 MV	Ü1T/9	66.66	2.66 MV
Ş5T/13	43.75	1.75 MV	Ü10T/3	75	3.00 MV
Ş6T/9	25	1.00 LV	Ü13T/7	79.16	3.16 HV
Ş9T/8	75	3.00 MV	K1T/5	60.41	2.41 MV
Ş9T/12	29.16	1.16 MV	Ç5T/2	56.25	2.25 MV
Sus2T/4	68.75	2.75 MV	Ç6T/1	22.91	0.91 LV
Y4T/8	37.5	1.50 MV	Ç7T/10	87.5	3.50 HV
Y7T/5	64.58	2.58 MV	Ç7T/13	45.83	1.83 MV
Y7T/7	77.08	3.08 MV	P2T/1	33.33	1.33 MV
İ2T/1	22.91	0.91 LV	P4T/3	20.83	0.83 LV
İ3T/4	47.91	1.91 MV	P5T/1	25	1.00 LV
A1T/5	85.41	3.41 HV	P5T/8	37.5	1.50 MV
A2T/1	89.58	3.58 HV	P6T/7	79.16	3.16 HV
A3T/1	58.33	2.33 MV	K1T/3	18.75	0.75 LV
A3T/3	52.08	2.08 MV	K2T/1	16.66	0.66 LV
A4T/3	50	2.00 MV	K2T/2	54.16	2.16 MV
A4T/7	39.58	1.58 MV			

\*0.0-1.0=Düşük virulent (LV); 1.1-3.0=Orta derecede virulent (MV); .1-4.0= Yüksek virulent (HV)

### 4.3 Tek Spor İzolasyonu

2018 ve 2019 yıllarına ait toplam 100 patojen *Fusarium* spp. izolatının tek spor izolatları elde edilmiştir. Tek spor izolatları daha sonraki çalışmalarda kullanılmak üzere eğişik agar ortamında +4°C’ de ve steril kağıtlarda -20°C’de saklanmıştır.

#### 4.4 Tanılama Çalışmaları

2018 ve 2019 yılı nohut üretim alanlarından toplanan nohut bitkilerinden izole edilen ve patojen olan *Fusarium* spp. tek spor izolatlarının lam kültürleri mikroskopta makrokonidi, mikrokonidi ve fialid özellikleri dikkate alınarak incelenmiştir (Leslie and Summerel, 2006). Ayrıca her iki yıla ait seçilen *Fusarium* spp. izolatlarının hem Su Agar (SA) hem de Carnation Leaf Agar (CLA)'a ekimleri yapılarak mikroskop altında klamidospor oluşturup oluşturmadıkları kaydedilmiş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.9 'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. 2018 ve 2019 nohut ekim alanlarından izole edilen patojen *Fusarium* izolatlarının türleri ve mikroskobik özellikleri

İzolat no	Koloni çapı (mm)	Koloni rengi	Bölme/boyut		Klamidospor oluşumu	Konidiogen hücre tipleri		Fusarium Türleri
			Makrokonidi (µm)	Mikrokonidi (µm)		Mono fialid	Poli fialid	
Ş2T/15	53.6	Krem-Beyaz	3-5 36.8×5.2	0-2 9.1×3.5	+	+	-	<i>F.oxysporum</i>
Ş3T/14	45.1	Beyaz-Sarımsı	3-4 37.9×5.3	0-2 12.0×3.6	+	+	-	<i>F.oxysporum</i>
Ş3T/19	42.6	Açık kahverengi	3-4 29.1×5.3	0-2 11.4×3.8	+	+	-	<i>F.oxysporum</i>
Ş3T/26	53.1	Krem-Beyaz	3 34.7×4.7	0-1 7.5×3.9	+	+	-	<i>F.oxysporum</i>
Ş5T/10	49.7	Beyaz-Sarımsı	3-4 39.5×5.6	0-2 12.0×3.9	+	+	-	<i>F.oxysporum</i>
Ş6T/9	42.8	Grimsi beyaz	3-7 29.0×2.5	0-1 4.0×4.2	-	+	-	<i>F.verticilloides</i>
Ş6T/27	42.2	Beyaz-Sarımsı	3 17.5×4.5	0-2 11.7×3.3	+	+	-	<i>F.oxysporum</i>
Ş6T/49	46.9	Beyaz-Sarımsı	3 22.8×5.2	0-1 8.1×4.4	+	+	-	<i>F.oxysporum</i>
Ş7T/21	44.3	Krem-Beyaz	3 26.6×4.6	0-1 7.0×3.4	+	+	-	<i>F.oxysporum</i>
Ş8T/16	56.5	Beyaz	3-5 38.5×6.5	0-1 8.0×4.0	+	+	-	<i>F.solani</i>
Ş9T/8	48.0	Açık kahverengi	3-4 29.0×4.3	0-1 10.4×4.8	+	+	-	<i>F.oxysporum</i>
Y1T/13	42.2	Grimsi beyaz	3-7 58.2×3.8	0-1 15.0×1.5	-	+	-	<i>F. verticilloides</i>
Y1T/18	47.6	Beyaz-Sarımsı	3 31.4×5.2	0-2 11.4×3.1	+	+	-	<i>F.oxysporum</i>
Y3T/6	38.6	Krem-Beyaz	3-4 29.5×5.5	0-1 11.6×3.8	+	+	-	<i>F.oxysporum</i>
Y3T/19	43.2	Krem-Beyaz	3-4 28.6×4.7	0-1 10.1×2.8	+	+	-	<i>F.oxysporum</i>
Y4T/1	48.6	Açık kahverengi	3-5 34.8×4.6	0-2 7.5×4.1	+	+	-	<i>F.oxysporum</i>
Y4T/8	39.8	Beyaz	3-5 37.1×5.2	0-1 12.6×4.0	+	+	-	<i>F.solani</i>
Y5T/1	39.8	Krem-Beyaz	3-4 35.7×5.7	0-1 9.9×3.5	+	+	-	<i>F.oxysporum</i>
Y6T/1-2	37.4	Beyaz	3-5 66.0×4.6	0-1 15.0×2.0	+	+	-	<i>F.solani</i>
Sus2T/2	43.5	Açık kahverengi	3-4 31.9×4.0	0-2 12.0×3.9	+	+	-	<i>F.oxysporum</i>
Sus2T/4	53.2	Beyaz	3-5 34.1×5.4	0-1 11.3×2.5	+	+	-	<i>F.solani</i>
Sus3T/4	40.6	Beyaz	3-4 29.2×5.0	0-1 9.0×3.2	+	+	-	<i>F.solani</i>

Çizelge 4.9(Devamı)

Sus6T/1	43.7	Krem-Beyaz	3 23.4×4.0	0-1 10.0×3.9	+	+	-	<i>F.oxysporum</i>
İ1T/15	49.1	Krem-Beyaz	3-4 28.1×4.1	0-2 12.0×4.4	+	+	-	<i>F.oxysporum</i>
İ1T/18	46.9	Beyaz	3-5 42.8×6.4	0-1 13.8×3.3	+	+	-	<i>F.solani</i>
İ4T/1	40.8	Krem-Beyaz	3 23.4×5.0	0-1 11.3×4.4	+	+	-	<i>F.oxysporum</i>
İ4T/5	46.6	Açık kahverengi	3-4 31.3×5.0	0-1 9.6×3.8	+	+	-	<i>F.oxysporum</i>
A1T/10	41.7	Krem-Beyaz	3-4 30.5×4.3	0-1 9.1×3.7	+	+	-	<i>F.oxysporum</i>
A1T/15	51.6	Beyaz-Sarımsı	5 66.5×5.7	1-2 11.6×4.5	+	+	-	<i>F.oxysporum</i>
A1T/34	46.4	Krem-Beyaz	3-4 22.9×5.7	0-1 8.7×3.9	+	+	-	<i>F.oxysporum</i>
A1T/36	43.4	Krem-Beyaz	3-5 35.7×5.6	0-2 9.3×3.8	+	+	-	<i>F.oxysporum</i>
A4T/7	52.3	Beyaz	3-4 26.0×4.5	0 8.7×2.1	+	+	-	<i>F.solani</i>
A4T/8	51.2	Beyaz	3-5 30.6×4.7	0-1 8.9×2.9	+	+	-	<i>F.solani</i>
A4T/15	47.8	Beyaz-Sarımsı	3-4 24.8×5.5	0-1 9.7×3.2	+	+	-	<i>F.oxysporum</i>
Ü2T/2	42.6	Krem-Beyaz	3-4 24.7×5.0	0-1 8.1×3.9	+	+	-	<i>F.oxysporum</i>
Ü2T/10	40.7	Beyaz-Sarımsı	3 26.5×4.9	0 7.0×4.0	+	+	-	<i>F.oxysporum</i>
Ü10T/26	41.9	Krem-Beyaz	3 27.6×5.7	0-1 12.0×4.8	+	+	-	<i>F.oxysporum</i>
Ü10T/27	37.9	Krem-Beyaz	3-5 40.7×5.5	0-2 11.1×4.5	+	+	-	<i>F.oxysporum</i>
Ü12T/1	43.4	Açık kahverengi	3-4 38.7×5.0	0-1 9.9×3.4	+	+	-	<i>F.oxysporum</i>
K1T/3	45.1	Krem-Beyaz	3-4 31.5×5.2	0-1 9.5×3.2	+	+	-	<i>F.oxysporum</i>
K4T/5	39.4	Krem-Beyaz	3-5 48.0×5.3	0-2 11.6×4.8	+	+	-	<i>F.oxysporum</i>
Ç2T/45	42.2	Krem-Mor	3-4 35.1×3.7	0-1 8.5×7.0	-	-	+	<i>F.proliferatum</i>
Ç3T/16	47.3	Krem-Mor	3-5 31.7×4.0	0 10.0×4.8	-	-	+	<i>F.proliferatum</i>
Ç3T/74	48.4	Krem-Mor	3-5 33.6×3.1	0-1 7.0×4.5	-	-	+	<i>F.proliferatum</i>
Ç6T/2	55.0	Krem-Beyaz	3-4 34.3×5.5	0-1 9.3×3.2	+	+	-	<i>F.oxysporum</i>
P4T/12	41.1	Krem-Beyaz	3 24.2×5.1	0-1 11.4×4.0	+	+	-	<i>F.oxysporum</i>
P8T/2	44.7	Krem-Mor	4-5 57.3×4.6	0-1 8.1×7.3	-	-	+	<i>F.proliferatum</i>
K1T/14	39.0	Krem-Mor	3-5 29.0×3.3	0-1 8.0×5.2	-	-	+	<i>F.proliferatum</i>
K3T/7	40.8	Kızılımsı-Turuncu	3-7 74.0×6.0	0-1 16.0×4.5	+	+	-	<i>Fusarium spp.</i>
K5T/16	42.0	Kızılımsı-Kahverengi	3-7 30.0×3.5	0-1 10.0×3.1	+	+	-	<i>Fusarium spp.</i>

Çizelge 4.9'da izolasyon çalışmaları sonucunda elde edilen ve patojen olan 100 *Fusarium spp.* izolatının morfolojik ve kültürel özelliklerine göre yapılan tanılama sonuçları verilmiştir (Şekil 4.3). Hastalıklı nohut bitkilerinden elde edilen izolatların % 61'i *F. oxysporum*, % 17'si *F. solani*, % 13'ü *F. proliferatum*, % 3'ü *F. verticillioides* ve % 6'sı da

*Fusarium* spp. olarak tanılanmıştır (Çizelge 4.9). Yaptığımız çalışmada Uşak ili nohut üretim alanlarında en fazla *F. oxysporum* izole edilmiş olup, bu sonuçlar daha önce yapılan birçok çalışma ile paralellik göstermektedir. Çalışmamızda *F. oxysporum*'dan sonra en fazla izole edilen türler sırasıyla *F. solani* ve *F. proliferatum* olmuştur. Ülkemizde yapılan farklı çalışmalarda nohut üretim alanlarında *F. solani* etmeninin *F. oxysporum* izolatından sonra sık olarak izole edildiği görülmektedir (Dolar, 1996; Bayraktar, 2006).

***Fusarium oxysporum*:** Makrokonidiler ince çeperli genellikle 3 bölmeli, fusoid (iki ucu sivri ortası şişkin) sivri uçlu ve her iki uç sivridir; bazen fusoid-orak şekillide olabilir. Kısa monofialidler üzerinde bulunan mikrokonidiler genellikle bol, değişken, oval-elipsoit veya böbrek şeklinde olup bölmesizdir. Yaşlı kültürlerde (CLA'da 2-4 hafta) oluşan klamidosporlar ise düz veya pürüzlü olup terminal (uçta) veya interkalar (ortada) olarak tek, çift veya kısa zincir şeklinde, kalın duvarlıdır (Leslie and Summerell, 2006; Şekil 4.3 a,b).

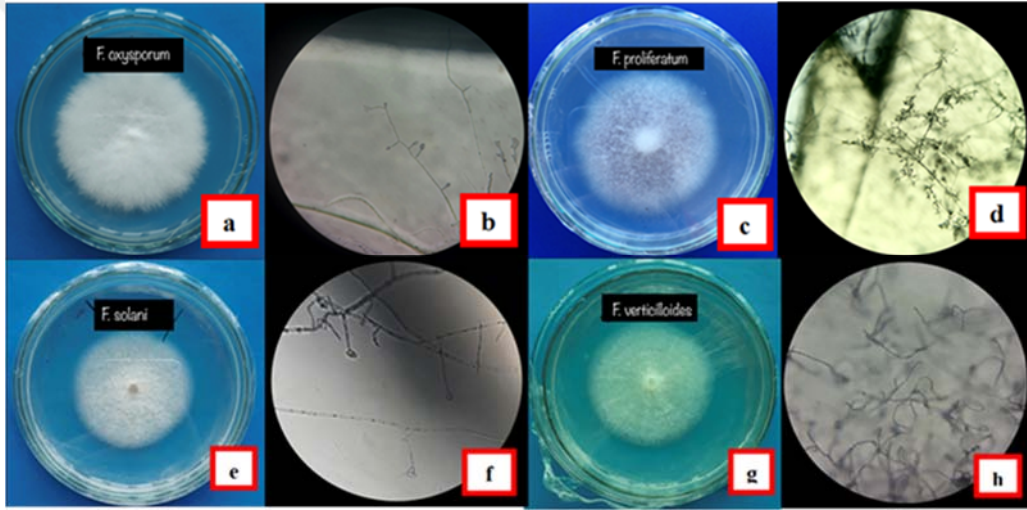
***Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris*:** Fungus, patates sükröz agar veya patates dekstroz agarda UV ışık altında, başlangıçta ince beyaz pamuğumsu görünümündedir. Ancak daha sonraki dönemlerde krem veya somon renkli bir hal alabilir veya beyaz renkte kalabilir (Jimenez-Gasco and Jimenez-Diaz, 2003). Fungus makrokonidi, mikrokonidi ve klamidospor olmak üzere 3 tip spor oluşturur. Mikrokonidiler 2.5-4.5 µm × 5-11 µm boyutlarında düz veya kavisli oval veya silindiriktir. Makrokonidiler ise; sayıca mikrokonidilerden daha az sayıda üretilmektedir. Makrokonidiler ince duvarlı, 3-5 bölmeli, uç kısımları fusoid veya sivri 3.5-4.5 x 25-65 µm boyundadır. Yaşlı kültürlerde (15 gün) oluşan klamidosporlar ise düz veya pürüzlü olup terminal (uçta) veya interkalar (ortada) olarak tek, çift veya zincir şeklinde olup kalın duvarlıdır (Jimenez-Diaz et al., 2011; Castro et al., 2012).

***Fusarium solani*:** PDA genellikle seyrek miselyum oluşumu görülmekte olup, koloni rengi kremimsi beyazdır. CLA ortamında yeşil, mavi veya krem renkli sporodochia üzerinde oluşan makrokonidiler nispeten geniş, düz kıvrımlı, hafif eğimli, yuvarlak uçlu, 3-7 bölmelidir. Krem renkli sporodochialar genellikle mavi veya yeşil renkli sporodochialardan daha fazla makrokonidi içerir. Mikrokonidiler renksiz, oval, elipsoid, reniform veya fusiform biçiminde bölmesiz veya bir bölmeli bazen iki bölmeli olup uzun monofialid üzerinde bulunur (Leslie and Summerell, 2006; Şekil 4.3 e,f).

***Fusarium proliferatum*:** Makrokonidiler 3-5 bölmeli, apikal hücresi eğri ve sporodochiada az sayıda üretilmektedir. Mikrokonidiler düz veya basık, nadiren pyriform

şekilli, bölmesiz, monofialid veya polifialid üzerinde bulunur. Klamidospor oluşturmaz (Leslie and Summerell, 2006; Şekil 4.3 c,d).

***Fusarium verticilloides***: Taba veya turuncu renkli sporodochialar üzerinde tek tek veya pseudo-pionnotal kitle halinde bulunan makrokonidiler, genellikle uzun, ince, düz veya hafif hilal şekilli, ince duvarlı, kavisli veya konik apikal hücreli, uçları çentikli veya ayak şeklinde olup genellikle 3-5 bölmelidir. Makrokonidi oluşumunun gözlenmesi oldukça zordur. Oval şekilli düzleştirilmiş bir tabana sahip olan mikrokonidiler ise genellikle bölmesiz olup tavşan kulağı görünümünü (V şeklinde) vermek için çiftler halinde monofialidler üzerinde bulunur. Klamidospor oluşturmaz (Leslie and Summerell, 2006; Şekil 4.3 g,h).



Şekil 4.3. *Fusarium* spp. türlerinin PDA'daki 7 günlük koloni gelişimi ve 4x objektif altında mikroskopik görünümleri. *Fusarium oxysporum* (a,b), *Fusarium proliferatum* (c,d), *Fusarium solani* (e,f), *Fusarium verticilloides* (g,h)

Çalışmamızda, patojen olan 100 *Fusarium* spp.'nin Patates Dekstroz Agar (PDA) ortamında  $25\pm 2^\circ\text{C}$ 'de 7 günlük miseliyal gelişimleri en düşük 37,4 mm en yüksek ise 56,5 mm olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.9). Balasaheb (2004), Hindistan'da yapılan çalışmada, *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris* izolatlarının inokulasyondan 5, 7 ve 9 gün sonra PDA besi yerinde  $25^\circ\text{C}$ 'de sırasıyla 19,76; 43,47 ve 58,81 mm olduğu, 5. gün ve 5 ile 7. gün süresince oldukça yavaş geliştiği ancak 7. günden sonra 7 ile 9 günlük ölçümlerde oldukça hızlı geliştiğini belirtmişlerdir. *Fusarium*'un miseliyal gelişimi için en uygun sıcaklığın  $30^\circ\text{C}$  olduğu,  $10^\circ\text{C}$  ve  $40^\circ\text{C}$  sıcaklıklarda ise en düşük miseliyal gelişim kaydetmişlerdir. *F. oxysporum* f. sp. *ciceris*'in miseliyal gelişimi için en uygun besi yerinin PDA olduğu ve

inokulasyondan 5, 7 ve 9 gün sonra sırasıyla 53,33; 68,33 ve 89,66 mm'lik en yüksek miseliyal gelişim gösterdiklerini belirlemişlerdir. PDA besi yeri, değerlendirme yapılan 3 farklı günde (5, 7 ve 9) diğer besi yerleri (Soya fasulyesi yaprağı, Patates sükröz agar, Malt ekstrakt agar, Pirinç agar, Richard's agar, Pepton dekstroz rose bengal agar ve Kings B besi yeri) ile karşılaştırıldığında fungusun en iyi miseliyal gelişim sağladığı kültür ortamı olduğunu tespit etmişlerdir.

PDA ortamında  $25\pm 2$  °C'de geliştirilen *Fusarium* izolatlarının mikrokonidi ve makrokonidileri 40X'te Leica Application Suite (LAS EZ) yardımı ile görüntülenmiş ve izolatların ortalama en ve boy ölçümleri çizelge 4.9'da belirtilmiştir. İzolatlar, mikro ve makrokonidi boyutuna göre önemli farklılıklar göstermektedir. *Fusarium oxysporum* izolatlarının mikrokonidi boyutu 0-2 septa ile 7.0-12.0 x 2.08-4.08 µm arasında değişirken, makrokonidi boyutu 3-5 septa ile 17.5-66.5 x 4.0-5.7 µm arasında değişmektedir. Dubey et al. (2010a), *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris* (Foc)'in mikrokonidi boyutunun 5.1-12.8 x 2.5-5.0 µm, makrokonidinin ise 1-5 septa ile 16.5-37.9 x 4.0-5.9 µm arasında değiştiğini, Singh et al. (2010), Foc'un farklı izolatlarında konidilerin septa sayısı açısından farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir. Gupta et al. (1986), mikrokonidi boyutunun 3.88-9.99 x 1.66-4.99 µm, makrokonidi boyutunun ise 16.65-66.60 x 3.33-6.66 µm arasında değiştiğini gözlemlemiştir. Yine yapılan başka bir çalışmada Kaur (2014), Foc izolatlarının, mikrokonidi boyutunun 0-1 septa ile 5.7-21.0 x 2.00-8.2 µm arasında değişirken, makrokonidi boyutu 1-5 septa ile 16.5-78.7 x 2.1- 13.4 µm arasında değiştiğini bildirmiştir. Yaptığımız çalışmada da farklı *Fusarium* izolatlarında mikrokonidi, makrokonidi ve septa sayısına ait kaydedilen veriler daha önce yapılan birçok çalışma ile benzerlik göstermektedir.

#### 4.5 Çeşit Reaksiyon Çalışmaları

Çeşit reaksiyon çalışmalarında 2018 ve 2019 yıllarında üretim alanlarından nohut bitkilerinden izole edilen ve patojen olan virülensliği yüksek 4 *Fusarium* türüne karşı tescilli nohut çeşitlerinin (cv. Akçin, Azkan, Canitez 87, Işık 05, Gökçe, İnci, Akça, Çakır, Yaşa 05, Hisar, Diyar 95, Menemen 92, İzmir 92, Sarı-98, Cevdetbey, Aydın 92, Küsmen, Uzunlu 99, Er 99) duyarlılıkları belirlenmiştir. Çalışma sonucunda hastalıklı bitkilerde hastalık şiddeti ve skala değerleri kaydedilmiştir. Ayrıca bu bitkilerin bitki boyu ve kök uzunluğu ölçülmüş, bitki sürgün ve bitki kök yaş/kuru ağırlıkları da tartılmıştır.



Yapılan çeşit reaksiyonu sonucunda çalışmada kullanılan çeşitlerde bitkilerde en fazla zarar meydana getiren türün *Fusarium oxysporum* olduğu görülmektedir (Çizelge 4.10). Bitkilerde gelişme geriliği ve kök çürüklüklerine neden olduğu, kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında ise bitki boyu ve kök uzunluklarının azaldığı ve istatistiksel açıdan farklı gruplarda yer aldığı görülmektedir ( $p<0,001$ ). Tüm çeşitler için en virülens tür %87,99 hastalık şiddeti ile *F. oxysporum* olup, bunu *F. solani* (% 53,42), *F. verticilloides* (% 38,75) ve *F. proliferatum* (% 36,05) takip etmiştir. Dolayısıyla hastalık şiddeti ve ortalama skala değerleri kontrole göre virülenslik bakımından her bir *Fusarium* türü farklı grupta yer almış ve istatistiksel olarak da bu fark önemli bulunmuştur ( $p<0,001$ ).

Çizelge 4.10. *Fusarium* türlerinin tescilli bazı nohut çeşitlerinde bazı parametreler üzerine etkisi

<i>Fusarium</i> Türleri	Kök yaş ağırlık (g)	Kök kuru ağırlık (g)	Kök uzunluğu (cm)	Sürgün yaş ağırlık (g)	Sürgün kuru ağırlık (g)	Bitki boyu (cm)	Hastalık şiddeti (%)	Hastalık indeksi
<i>Fusarium oxysporum</i>	0,75 d*	0,34 d	2,70 d	4,54 e	2,09 e	12,63 e	87,99 a	3,52 a
<i>F. solani</i>	1,65 c	0,82 c	10,23 c	14,40 d	4,76 d	23,44 d	53,42 b	2,14 b
<i>F. proliferatum</i>	2,04 b	1,02 b	15,24 a	17,50 b	6,30 b	31,28 b	36,05 d	1,44 d
<i>F. verticilloides</i>	2,02 b	1,02 b	14,95 b	17,16 c	6,13 c	30,92 c	38,75 c	1,55 c
Kontrol	2,11 a	1,05 a	15,26 a	21,80 a	8,45 a	36,20 a	0 e	0 e

\*Aynı sütun içindeki aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki açıdan fark yoktur ( $p<0,001$ ).

*F. oxysporum*'a karşı çeşitlerin oldukça hassas (hastalık indeksi 3.52), sırasıyla *F. solani*, *F. verticilloides* ve *F. proliferatum*'a tolerant (hastalık indeksi 2.14, 1.55,1.44) olduğu belirlenmiştir. Hastalık şiddeti ve indeksi Trapera -Casas and Jimenez-Diaz (1985)'in yaptıkları çalışmada da dayanıklı (0-1), tolerant (1.1-3.0) ve hassas (3.1-4.0) olarak gruplandırmışlardır. Çizelge 4.10'da çalışmada kullanılan tüm çeşitlerin *Fusarium* türlerine karşı göstermiş olduğu çeşit reaksiyonları değerlendirildiğinde kaydedilen tüm parametrelerin (kök ve sürgün uzunluğu, yaş ve kuru ağırlıkları, bitki boyu, hastalık şiddeti ve hastalık indeksi) kontrol ile kıyaslandığında çeşitlerin hastalıktan etkilendiği ve istatistiksel açıdan farklı gruplarda yer aldığı ve bu farklılığın önemli ( $p<0,001$ ) olduğu bulunmuştur.

Çalışmamızda çeşitlerin *Fusarium oxysporum* izolatına karşı gösterdikleri reaksiyonlar Çizelge 4.11'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde; çalışmanın sonuçlarına göre *Fusarium oxyporum* izolatının hastalık şiddeti % 82,50-% 100 oranları arasında değişirken, tüm çeşitlerin patojene karşı oldukça hassas (3.30-4.00) olduğu tespit edilmiştir.

Akçin ve Aydın 92 çeşitleri % 100 hastalık şiddeti ve 4.00 hastalık indeksi ile en hassas çeşitler olmuştur. Diğer 8 çeşit % 91,25 ve 3.65 hastalık indeksi ve geriye kalan 9 çeşit ise % 82,50 ve 3.30 hastalık indeksi ile hassas çeşitler arasında yer almıştır. Patojen köklerde lezyonlar oluşturarak kök çürüklüğü ile birlikte köklerde gelişme geriliğine neden olmuştur. Bu durum nohut bitkilerinde kök uzunluğunu ve kök kuru ağırlığını kontrole göre önemli derecede azaltmış, tüm çeşitler kontrol bitkileri ile kıyaslandığında hastalıklı bitkilerde bitki boyu, yaş ve kuru ağırlıklarında da azalmalar gözlenmiştir ( $p<0,001$ ). Çeşitler arasında bu parametreler (bitki boyu, gövde yaş/kuru ağırlığı, bitki kök uzunluğu, kök yaş/kuru ağırlıkları) kıyaslandığında çoğunluğu istatistiksel açıdan aynı grupta yer almıştır. Çizelge 4.11’de kök yaş/kuru ağırlığı ve kök uzunluğu açısından tüm çeşitler kontrolden farklı grupta olup, 2 farklı grupta yer almışlardır. En düşük kök yaş ağırlığı Gökçe çeşidinde (0,41g) en yüksek ise Er 99 çeşidinde (1,02 g), en düşük kök uzunluğu Cevdeybey çeşidinde (2,01), en yüksek Akça çeşidinde (3,62) ölçülmüştür. Gövde yaş/kuru ağırlığında İzmir 92 çeşidi istatistiki açıdan farklı grupta yer aldığı gözlenmiştir ( $p<0,001$ ). Tüm çeşitler bitki boyu açısından değerlendirildiğinde ise çeşitlerin tamamı aynı grupta yer almış, en düşük bitki boyu Akça çeşidinde (10,45) en yüksek bitki boyu ise Azkan (15,98) çeşidinde kaydedilmiştir. Çalışmamızda genel olarak çeşitlerin tamamının *Fusarium oxysporum*’a karşı hassas reaksiyon göstermesi virülensliği en yüksek izolatlar arasından seçilmiş olması ve ülkemizde yapılan çalışmalarda yüksek virülensliğe sahip olan izolatların patojenin 7 ırkı (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6) (Haware and Nene 1982) arasında virülensliği yüksek olan gruplardan birinde (ırk 2, ırk 3) olabileceğini düşündürmektedir. Yapılan çalışmalarda virülensliği en düşük ırkın, ırk 0 olduğu (Trapero-Casas and Jimenez- Diaz, 1985; Jimenez-Díaz et al., 1993; Martin, 2004) ve ırk 2’nin virülensliğinin yüksek olduğu ortaya konulmuştur (Martin, 2004). Dolar (1997), ülkemizde Ankara ilinde farklı üretim alanlarından hastalıklı bitkilerden izole edilen *F. oxysporum* f. sp. *ciceris* (Foc)’in 0, 2 ve 3 nolu ırklarını saptamıştır. Benzer şekilde Bayraktar and Dolar (2012) yaptıkları çalışmada, Türkiye’nin 4 bölgesini de (Karadeniz, Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri) temsil eden önemli üretim alanlarına sahip 8 ilden izole edilen Foc izolatlarını ırk 0, 2 ve 3 olarak tanımlamışlardır. 0 ve 2 ırkları Karadeniz, Ege ve Akdeniz bölgelerini temsil eden izolatlar arasında yaygın olduğu Güneydoğu Anadolu bölgesinde ise 0 ve 3 ırklarına rastlanıldığını ifade etmişlerdir. Ege bölgesini temsil eden illerden biri de Uşak ili olup, buradan 1 izolat alınmış ve ırk 0 olarak saptanmıştır. Yapılan başka bir çalışmada Jiménez-Díaz et al. (1993)

Türkiye'den 5 izolat arasında 0 ve 1B / C ırklarının varlığını tespit etmişlerdir. Bu sonuçlara Türkiye'de nohut üretim alanlarında en az 4 farklı (0, 1 B / C, 2 ve 3) ırkın varlığını ortaya koymuşlardır.

Dolar (1995) yaptığı çalışmada *F. oxysporum*'a karşı ILC 195, ILC 482, Canitez 87, çiftçi populasyonu, 65C 830, ICP 114, hibrit çeşitlerinin oldukça hassas olduğunu belirtmiştir. Demirci et al. (1999), *F. oxysporum* f. sp. *ciceris*'e karşı Aziziye 94 çeşidinin hassas olduğunu bulmuşlardır. Martin (2004) yaptığı çalışmada *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* (Foc) 'in 4 (0, 2, 3 ve 5) ırkına karşı 16 tescilli nohut çeşidinin (Aydın 92, Küsmen, İzmir 92, Canitez 87, Menemen 92, Uzunlu 99, Sarı 98, Diyar 95, ILC 195/2, ILC 482, Damla 89, Aziziye 94, Cevdet Bey, Er 99, Gökçe, Akçin 91) göstermiş oldukları çeşit reaksiyonlarını belirlemiştir. Irk 0'ın patojenitesi en düşük ırk olup, bu ırka sadece 2 çeşidin (Küsmen ve Uzunlu 99) duyarlı, Aydın 92, İzmir 92, Menemen 92, Aziziye 94, Akçin 91 ve Er 99 dayanıklı, diğer 8 çeşidin ise tolerant olduğunu tespit etmiştir. Irk 2'ye, ILC 195/2, ILC 482, Akçin 91 çeşitlerinin duyarlı, geriye kalan 12 çeşidin tolerant ve yalnızca Gökçe çeşidinin dayanıklı olduğunu bulmuştur. Irk 3 ve 5'e ise 7 çeşit duyarlı, 8 çeşit tolerant ve 1 çeşidin ise dayanıklı reaksiyon gösterdiğini belirtmiştir. Çalışmada Gökçe, Diyar 95 ve İzmir 92, birer ırka dayanıklı, 3 ırka tolerant reaksiyon oluşturması Foc'a en dayanıklı çeşitler olduğunu göstermiştir. Ayrıca Uzunlu 99 ve ILC 482 çeşitlerini en hassas çeşitler olarak belirtmiştir. Ülkemizde bulunan tescilli çeşitlerin bu hastalığa karşı çeşit reaksiyon çalışması ile ilgili çalışma sayısı ise oldukça az ve yeterli düzeyde değildir (Dolar, 1995; Demirci et.al., 1999). *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris*' in 7 ırkı olup, bu ırklar solgunluk veya sararmaya neden olmalarına göre iki gruba ayrılmış olup, nohuttaki bu patotipler arasında patojenik özellik açısından farklılık görülmekte olup, solgunluğa patotiplerinin sararmaya patotiplerinden çok daha önemli olduğu ve epidemilere yol açtığı ortaya konulmuştur (Maden, 2007).

Yıldırım ve Güldür (2019), *Fusarium solgunluk* izolatlarına karşı (İzo 1, İzo 2 ve İzo 3) 34 tescilli nohut çeşidini kullanarak yaptıkları çeşit reaksiyon denemesi sonucunda tescilli çeşitlerde dayanıklılık tespit etmemişlerdir. Ayrıca yapılan bu çalışma ile tescilli çeşitlerden 20'sinde 3. haftadan itibaren solgunluk ve sararma ile birlikte ölümlerin gerçekleştiğini gözlemlemişlerdir. Yaptığımız çalışmada da *Fusarium oxysporum* izolatına karşı 19 tescilli nohut çeşidinde dayanıklılık tespit edilmemiş olup, bu sonuçlar daha önce yapılan benzer birçok çalışma ile paralellik göstermektedir. Ayrıca çalışmamızda 19 çeşidin

de yaklaşık % 60'ından fazlasında 4. haftadan itibaren bitki ölümlerinin gerçekleştiği görülmüştür.

Genel olarak çizelgeler incelendiğinde; *F. oxysporum*'a karşı çalışmada kullanılan çeşitlerin (3.30-4.00) hassas, *F. proliferatum* (1.25-1.70), *F. solani* (2.00-2.40) ve *F. verticilloides* (1.20-1.90)'e karşı tüm çeşitlerin ise tolerant olduğu bulunmuştur. Patojenlerin bitkilerde solgunluk, gelişme geriliği ve çökerten belirtileri oluşturması nedeniyle incelenen diğer parametreler açısından değerlendirildiğinde (kök ve gövde uzunluğu, yaş ve kuru ağırlıkları) kontrole göre daha düşük değerler elde edilmiştir ( $p<0,001$ ) (Çizelge 4.11, Çizelge 4.12, Çizelge 4.13 ve Çizelge 4.14).

Çizelge 4.12'de *Fusarium proliferatum* izolatının tüm çeşitler kontrol bitkileri ile kıyaslandığında hastalıklı bitkilerde bitki gelişim parametreleri (bitki boyu, sürgün yaş/kuru ağırlığı, bitki kök uzunluğu, kök yaş/kuru ağırlıkları) açısından önemli farklılıklar göstermiş olduğu gözlenmiştir ( $p<0,001$ ). Çeşitler arasında da bu parametreler kıyaslandığında çoğunluğu istatistiksel açıdan aynı grupta yer almıştır. Çizelge 4.12'de sadece kök yaş/kuru ağırlığı (Sarı 98 kuru ağırlığı haricinde) kontrollerden farklı olup, kök uzunluğu açısından 5 çeşit (Akça, Akçin, Aydın 92, Cevdetbey ve İzmir 92) haricinde diğer tüm çeşitler kontrolle aynı grupta yer almışlardır. İzmir 92 çeşidi 2,10 g kök yaş ağırlığı ile ve Sarı 98 (0,94 g) ve Cevdeybey (1,05 g) kuru ağırlıkları ile diğer tüm çeşitlerden farklı grupta, sadece Sarı 98 istatistiksel olarak kontrol ile aynı grupta olduğu görülmektedir. Sürgün yaş/kuru ağırlıkları bitki boyu tüm çeşitlerde kontrollerden farklı bulunmuştur ( $p<0,001$ ). *F.proliferatum* izolatının hastalık şiddeti % 31,25-% 42,50 oranları arasında değişirken, tüm çeşitlerin patojene karşı tolerant (1.1-3.0) olduğu tespit edilmiştir. Hisar, İnci ve Menemen çeşitleri en düşük (1.25) hastalık indeksi ile, oldukça tolerant bulunmuştur. Akçin, Er 99, Hisar ve İzmir 92 çeşitlerinin hastalık indeksi değerlendirildiğinde diğer tüm çeşitlerden istatistiksel olarak farklı grupta yer almış, ancak bu çeşitlerde *F. proliferatum*'a karşı tolerant olmuştur (Çizelge 4.12). Çalışmamızda *F. verticilloides* izolatına karşı tüm çeşitler kontrol bitkilerinden ayrı grupta yer alırken, sadece İnci ve Sarı 98 çeşitleri kök kuru ağırlığı açısından kontrol ile aynı grupta değerlendirilmiştir. Tüm çeşitler % 28,75-47,50 hastalık şiddeti oranları ve 1.15-1.90 hastalık indeksi ile patojene karşı tolerant reaksiyon göstermiştir. Sadece Küsmen çeşidi (1.15) hastalık indeksi ile dayanıklıya yakın en tolerant çeşit olmuştur (Çizelge 4.13). Çizelge 4.14'de *F. solani* izolatının tüm çeşitlerde hastalıklı bitkilerde bitki gelişim parametreleri (bitki boyu, sürgün yaş/kuru ağırlığı, bitki kök uzunluğu, kök yaş/kuru

ağırlıkları) kontrol bitkileri ile kıyaslandığında tamamı kontrolden farklı grupta yer almıştır ( $p < 0,001$ ). Tüm çeşitlerin hastalık şiddeti değerleri birbirine çok yakın olup (% 50-60), hastalık indeksi 2.00-2.40 arasında ve istatistiksel olarak tüm çeşitlerin aynı grupta olduğu belirlenmiştir. Yapılan literatür taramalarında *F. proliferatum* ve *F. verticilloides* türlerine karşı çeşit reaksiyon çalışmalarına rastlanmamıştır. Farklı araştırmacılar tarafından Dünyada ve ülkemizde yapılan birçok çalışmada nohutlarda solgunluğa neden olan patojenlerle mücadelede dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi ve yetiştirilmesi üzerinde önemle durulmaktadır. Ancak söz konusu patojenlerin genetik yapısında önemli mutasyon ve rekombinasyonların olması nedeni ile dayanıklı çeşit geliştirilmesini zorlaştırdığı ve dayanıklılığın kırılmasına neden olduğunu ifade etmişlerdir. Buna ilaveten dayanıklılığın bölgesel olarak farklılık göstermesi nedeniyle patojene dayanıklı söz konusu ıslah materyallerinin farklı üretim bölgelerinde dayanıklılığının tekrar test edilmesi gerektiğini ortaya koymuştur (Maden, 2007). Bu nedenle ülkemizde önemli nohut üretim alanına sahip bölgelerde ve yaygın olarak üretimi yapılan çeşitlerde solgunluğa neden olan patojenlerle doğal bulaşık alanlarda da çeşit reaksiyon çalışmalarının yapılması gerektiği ve bu çalışmaların önemli olacağı düşünülmektedir.

Çizelge 4.11. *Fusarium oxyporum* (Fo) izolatının nohut çeşitlerinde hastalık şiddeti, kök ve sürgün uzunluğu, kök ve sürgün yaş/kuru ağırlıkları üzerine etkileri

Çeşit Adı	Kök						Sürgün						Hastalık şiddeti (%)	Hastalık indeksi*
	Yaş ağırlık (g)**		Kuru ağırlık (g)		Kök uzunluğu (cm)		Yaş ağırlık (g)		Kuru ağırlık (g)		Bitki boyu (cm)			
	Fo	Kontrol	Fo	Kontrol	Fo	Kontrol	Fo	Kontrol	Fo	Kontrol	Fo	Kontrol		
<b>Akça</b>	0,72 e	2,14 a	0,35 d	1,04 a	3,62 e	15,91 a	4,98 e	22,95 a	2,11 e	8,08 a	10,45 e	33,99 a	91,25	3,65 a H
<b>Akçin</b>	0,66 e	1,99 a	0,10 e	0,95 a	3,21 e	15,76 a	5,07 e	22,16 a	0,99 e	8,63 a	12,67 e	35,67 a	100	4,00 a H
<b>Aydın 92</b>	0,75 d	2,04 a	0,14 d	1,03 a	2,42 e	14,84 a	4,50 e	20,43 a	1,07 e	7,15 a	13,85 e	33,16 a	100	4,00 a H
<b>Azkan</b>	0,93 e	2,47 a	0,45 d	1,24 a	3,41 d	16,63 a	5,53 e	23,03 a	2,68 e	9,77 a	15,98 e	37,11 a	82,50	3,30 a H
<b>Camtez</b>	0,46 e	1,87 a	0,22 d	0,95 a	2,97 d	15,11 a	4,19 e	21,52 a	2,07 e	8,18 a	11,01 e	34,09 a	91,25	3,65 a H
<b>Cevdetbey</b>	0,64 d	2,21 a	0,33 e	1,13 a	2,01 e	14,39 a	4,09 e	20,65 a	2,03 e	7,85 a	10,67 e	35,82 a	82,50	3,30 a H
<b>Çakır</b>	0,58 e	1,76 a	0,30 d	0,88 a	2,62 d	15,45 a	4,72 e	21,95 a	2,33 e	8,10 a	13,84 e	36,33 a	91,25	3,65 a H
<b>Diyar 95</b>	0,63 e	1,86 a	0,29 d	0,91 a	2,14 d	14,38 a	4,76 e	22,17 a	2,36 e	8,91 a	14,06 e	33,10 a	82,50	3,30 a H
<b>Er 99</b>	1,02 d	2,54 a	0,51 d	1,30 a	3,05 d	15,05 a	4,87 e	22,42 a	2,40 e	8,19 a	12,64 e	35,70 a	91,25	3,65 a H
<b>Gökçe</b>	0,41 e	2,41 a	0,19 d	1,19 a	2,86 d	16,09 a	4,64 e	21,49 a	2,29 e	8,04 a	13,71 e	35,89 a	82,50	3,30 a H
<b>Hisar</b>	0,87 d	2,38 a	0,43 d	1,21 a	2,75 d	15,35 a	4,68 e	21,87 a	2,30 e	7,82 a	11,17 e	38,51 a	82,50	3,30 a H
<b>Işık 05</b>	0,67 d	2,04 a	0,31 d	1,06 a	3,01 e	14,86 a	4,03 e	20,21 a	2,00 e	7,33 a	14,79 e	33,28 a	82,50	3,30 a H
<b>İnci</b>	0,88 e	1,66 a	0,42 d	0,81 a	3,10 d	15,67 a	4,33 e	21,50 a	2,14 e	9,12 a	13,54 e	36,40 a	91,25	3,65 a H
<b>İzmir 92</b>	0,90 e	2,22 a	0,43 d	1,09 a	2,49 e	14,40 a	4,10 d	20,99 a	2,05 d	8,48 a	12,11 e	38,78 a	82,50	3,30 a H
<b>Küsmen</b>	0,97 d	2,06 a	0,45 e	1,03 a	2,73 d	14,33 a	4,27 e	22,97 a	2,11 e	9,75 a	12,36 e	36,90 a	91,25	3,65 a H
<b>Menemen</b>	0,91 d	1,95 a	0,46 d	0,99 a	2,17 d	14,21 a	4,36 e	22,77 a	2,18 e	9,01 a	11,24 e	37,64 a	91,25	3,65 a H
<b>Sarı 98</b>	0,89 d	1,93 a	0,42 c	0,96 a	2,43 d	15,26 a	4,45 e	21,74 a	2,24 e	8,49 a	11,65 e	39,23 a	82,50	3,30 a H
<b>Uzunlu 99</b>	0,78 d	2,15 a	0,38 d	1,08 a	2,08 d	16,18 a	4,18 e	21,36 a	2,06 e	8,53 a	13,03 e	40,01 a	82,50	3,30 a H
<b>Yaşa 05</b>	0,59 d	2,34 a	0,28 d	1,19 a	2,15 d	15,97 a	4,51 e	21,99 a	2,25 e	9,11 a	11,19 e	36,13 a	91,25	3,65 a H

\* 0-1=Dayanıklı; 1.1-3.0=Tolerant; 3.1-4.0= Hassas

\*\* Aynı sütun içindeki aynı harfle gösterilen rakamlar arasında istatistiki açıdan fark yoktur (p<0.001)

Çizelge 4.12. *Fusarium proliferatum* (Fp) izolatının nohut çeşitlerinde hastalık şiddeti, kök ve sürgün uzunluğu, kök ve sürgün yaş/kuru ağırlıkları üzerine etkileri

Çeşit Adı	Kök						Sürgün						Hastalık şiddeti (%)	Hastalık indeksi*
	Yaş ağırlık (g)**		Kuru ağırlık (g)		Kök uzunluğu (cm)		Yaş ağırlık (g)		Kuru ağırlık (g)		Bitki boyu (cm)			
	Fp	Kontrol	Fp	Kontrol	Fp	Kontrol	Fp	Kontrol	Fp	Kontrol	Fp	Kontrol		
<b>Akça</b>	2,06 b	2,14 a	1,00 b	1,04 a	15,87 b	15,91 a	17,67 b	22,95 a	5,44 b	8,08 a	29,45 b	33,99 a	36,25	1,45 c T
<b>Akçin</b>	1,94 b	1,99 a	0,92 b	0,95 a	15,70 b	15,76 a	17,53 b	22,16 a	6,31 b	8,63 a	30,14 c	35,67 a	37,50	1,50 d T
<b>Aydın 92</b>	1,97 b	2,04 a	0,99 b	1,03 a	14,79 b	14,84 a	17,35 b	20,43 a	5,61 b	7,15 a	29,21 b	33,16 a	32,50	1,30 c T
<b>Azkan</b>	2,42 b	2,47 a	1,21 b	1,24 a	16,63 a	16,63 a	18,22 c	23,03 a	7,36 c	9,77 a	33,52 b	37,11 a	37,50	1,50 c T
<b>Camtez</b>	1,84 b	1,87 a	0,93 b	0,95 a	15,09 a	15,11 a	17,58 b	21,52 a	6,21 b	8,18 a	29,88 b	34,09 a	38,75	1,55 c T
<b>Cevdetbey</b>	2,15 b	2,21 a	1,05 c	1,13 a	14,33 b	14,39 a	17,33 b	20,65 a	6,20 b	7,85 a	30,76 c	35,82 a	38,75	1,55 c T
<b>Çakır</b>	1,70 b	1,76 a	0,85 b	0,88 a	15,45 a	15,45 a	17,51 b	21,95 a	5,88 b	8,10 a	31,17 b	36,33 a	40,00	1,60 c T
<b>Dişar 95</b>	1,79 b	1,86 a	0,87 b	0,91 a	14,37 a	14,38 a	17,84 c	22,17 a	6,74 c	8,91 a	28,41 c	33,10 a	38,75	1,55 c T
<b>Er 99</b>	2,48 b	2,54 a	1,27 b	1,30 a	15,03 a	15,05 a	18,01 c	22,42 a	5,98 c	8,19 a	30,06 b	35,70 a	32,50	1,30 d T
<b>Gökçe</b>	2,36 b	2,41 a	1,16 b	1,19 a	16,09 a	16,09 a	17,73 b	21,49 a	6,16 b	8,04 a	30,80 b	35,89 a	40,00	1,60 c T
<b>Hisar</b>	2,33 b	2,38 a	1,18 b	1,21 a	15,34 a	15,35 a	17,62 b	21,87 a	5,69 b	7,82 a	33,33 c	38,51 a	31,25	1,25 d T
<b>Işık 05</b>	1,94 b	2,04 a	1,01 b	1,06 a	14,83 a	14,86 a	16,84 c	20,21 a	5,64 c	7,33 a	28,10 b	33,28 a	42,50	1,70 c T
<b>İnci</b>	1,57 b	1,66 a	0,76 b	0,81 a	15,65 a	15,67 a	17,10 b	21,50 a	6,92 b	9,12 a	32,43 b	36,40 a	31,25	1,25 c T
<b>İzmir 92</b>	2,10 c	2,22 a	1,03 b	1,09 a	14,36 b	14,40 a	16,09 b	20,99 a	6,03 b	8,48 a	33,68 b	38,78 a	33,75	1,35 d T
<b>Küsmen</b>	2,01 b	2,06 a	1,00 b	1,03 a	14,32 a	14,33 a	18,05 b	22,97 a	7,29 b	9,75 a	31,19 c	36,90 a	37,50	1,50 c T
<b>Menemen</b>	1,88 b	1,95 a	0,95 b	0,99 a	14,19 a	14,21 a	17,96 b	22,77 a	6,60 b	9,01 a	32,65 b	37,64 a	31,25	1,25 c T
<b>Sarı 98</b>	1,90 b	1,93 a	0,94 a	0,96 a	15,25 a	15,26 a	17,17 c	21,74 a	6,20 c	8,49 a	34,39 b	39,23 a	33,75	1,35 c T
<b>Uzunlu 99</b>	2,07 b	2,15 a	1,04 b	1,08 a	16,18 a	16,18 a	17,45 c	21,36 a	6,57 c	8,53 a	33,81 c	40,01 a	33,75	1,35 c T
<b>Yaşa 05</b>	2,25 b	2,34 a	1,14 b	1,19 a	15,97 a	15,97 a	17,53 b	21,99 a	6,88 b	9,11 a	31,18 c	36,13 a	37,50	1,50 c T

\* 0-1=Dayanıklı; 1.1-3.0=Tolerant; 3.1-4.0= Hassas

\*\* Aynı sütun içindeki aynı harfle gösterilen rakamlar arasında istatistiki açıdan fark yoktur (p<0.001)

Çizelge 4.13. *Fusarium verticilloides* (Fv) izolatının nohut çeşitlerinde hastalık şiddeti, kök ve sürgün uzunluğu, kök ve sürgün yaş/kuru ağırlıkları üzerine etkileri

Çeşit Adı	Kök						Sürgün						Hastalık şiddeti (%)	Hastalık indeksi*
	Yaş ağırlık (g)**		Kuru ağırlık (g)		Kök uzunluğu (cm)		Yaş ağırlık (g)		Kuru ağırlık (g)		Bitki boyu (cm)			
	Fv	Kontrol	Fv	Kontrol	Fv	Kontrol	Fv	Kontrol	Fv	Kontrol	Fv	Kontrol		
<b>Akça</b>	2,03 c	2,14 a	0,99 b	1,04 a	15,57 c	15,91 a	16,47 c	22,95 a	4,84 c	8,08 a	28,54 c	33,99 a	47,50	1,90 b T
<b>Akçin</b>	1,85 c	1,99 a	0,88 c	0,95 a	15,31 c	15,76 a	16,51 c	22,16 a	5,80 c	8,63 a	31,41 b	35,67 a	42,50	1,70 c T
<b>Aydın 92</b>	1,95 b	2,04 a	0,98 b	1,03 a	14,01 c	14,84 a	16,35 c	20,43 a	5,11 c	7,15 a	28,12 c	33,16 a	32,50	1,30 c T
<b>Azkan</b>	2,40 c	2,47 a	1,20 b	1,24 a	16,33 b	16,63 a	18,49 b	23,03 a	7,50 b	9,77 a	31,25 c	37,11 a	40,00	1,60 c T
<b>Canitez</b>	1,81 c	1,87 a	0,92 b	0,95 a	14,99 b	15,11 a	16,85 c	21,52 a	5,84 c	8,18 a	28,98 c	34,09 a	41,25	1,65 c T
<b>Cevdetbey</b>	2,13 b	2,21 a	1,09 b	1,13 a	14,03 c	14,39 a	16,93 c	20,65 a	5,99 c	7,85 a	31,67 b	35,82 a	43,75	1,75 c T
<b>Çakır</b>	1,66 c	1,76 a	0,83 b	0,88 a	15,25 b	15,45 a	17,15 c	21,95 a	5,70 c	8,10 a	30,47 c	36,33 a	46,25	1,85 bcT
<b>Diyar 95</b>	1,73 c	1,86 a	0,88 b	0,91 a	14,21 b	14,38 a	18,66 b	22,17 a	7,15 b	8,91 a	29,13 b	33,10 a	45,00	1,80 b T
<b>Er 99</b>	2,48 b	2,54 a	1,27 b	1,30 a	14,92 b	15,05 a	18,90 b	22,42 a	6,43 b	8,19 a	29,09 c	35,70 a	42,50	1,70 c T
<b>Gökçe</b>	2,33 c	2,41 a	1,15 b	1,19 a	15,37 b	16,09 a	16,37 c	21,49 a	5,48 c	8,04 a	29,18 c	35,89 a	41,25	1,65 c T
<b>Hisar</b>	2,31 b	2,38 a	1,17 b	1,21 a	14,86 b	15,35 a	16,26 c	21,87 a	5,01 c	7,82 a	33,64 b	38,51 a	38,75	1,55 c T
<b>Işık 05</b>	1,96 b	2,04 a	1,02 b	1,06 a	14,52 c	14,86 a	17,48 b	20,21 a	5,96 b	7,33 a	27,05 c	33,28 a	36,25	1,45 c T
<b>İnci</b>	1,54 c	1,66 a	0,79 a	0,81 a	15,23 b	15,67 a	16,01 c	21,50 a	6,37 c	9,12 a	31,34 c	36,40 a	35,00	1,40 c T
<b>İzmir 92</b>	2,14 b	2,22 a	1,05 b	1,09 a	14,28 c	14,40 a	16,07 b	20,99 a	6,02 b	8,48 a	31,86 c	38,78 a	40,00	1,60 c T
<b>Küsmen</b>	2,00 b	2,06 a	0,98 c	1,03 a	14,19 b	14,33 a	17,50 c	22,97 a	7,01 c	9,75 a	32,96 b	36,90 a	28,75	1,15 d T
<b>Menemen</b>	1,90 b	1,95 a	0,96 b	0,99 a	14,07 b	14,21 a	16,97 c	22,77 a	6,11 c	9,01 a	31,57 c	37,64 a	30,00	1,20 c T
<b>Sarı 98</b>	1,91 b	1,93 a	0,95 a	0,96 a	15,11 b	15,26 a	18,71 b	21,74 a	6,97 b	8,49 a	33,94 c	39,23 a	31,25	1,25 c T
<b>Uzunlu 99</b>	2,09 b	2,15 a	1,05 b	1,08 a	16,04 b	16,18 a	18,03 b	21,36 a	6,86 b	8,53 a	34,57 b	40,01 a	32,50	1,30 c T
<b>Yaşa 05</b>	2,24 b	2,34 a	1,14 b	1,19 a	15,71 b	15,97 a	16,35 c	21,99 a	6,29 c	9,11 a	32,68 b	36,13 a	41,25	1,65 c T

\* 0-1=Dayanıklı; 1.1-3.0=Tolerant; 3.1-4.0= Hassas

\*\*Aynı sütun içindeki aynı harfle gösterilen rakamlar arasında istatistiki açıdan fark yoktur (p<0,001)

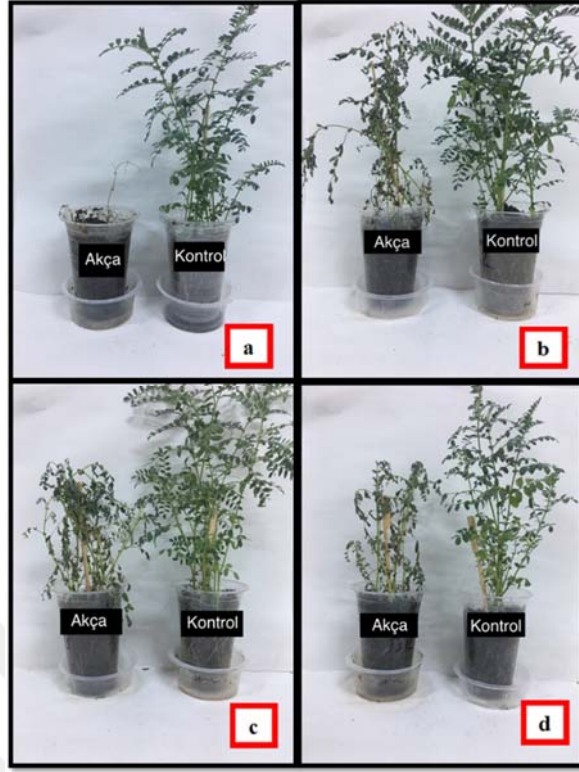


Cizelge 4.14. *Fusarium solani* (Fs) izolatının nohut çeşitlerinde hastalık şiddeti, kök ve sürgün uzunluğu, kök ve sürgün yaş/kuru ağırlıkları üzerine etkileri

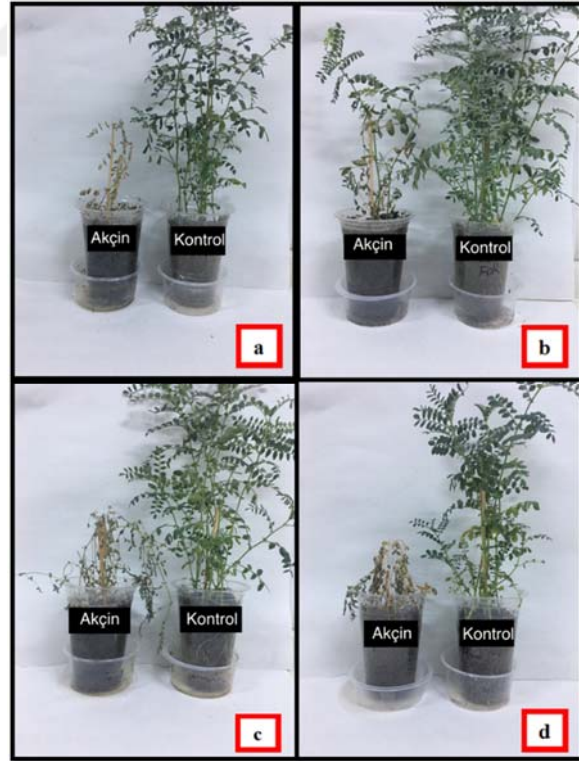
Çeşit Adı	Kök						Sürgün						Hastalık şiddeti (%)	Hastalık indeksi*
	Yaş ağırlık (g)**		Kuru ağırlık (g)		Kök uzunluğu (cm)		Yaş ağırlık (g)		Kuru ağırlık (g)		Bitki boyu (cm)			
	Fs	Kontrol	Fs	Kontrol	Fs	Kontrol	Fs	Kontrol	Fs	Kontrol	Fs	Kontrol		
<b>Akça</b>	1,65 d	2,14 a	0,79 c	1,04 a	10,57 d	15,91 a	15,02 d	22,95 a	4,11 d	8,08 a	21,45 d	33,99 a	52,50	2,10 b T
<b>Akçin</b>	1,53 d	1,99 a	0,72 d	0,95 a	10,01 d	15,76 a	14,95 d	22,16 a	5,02 d	8,63 a	22,14 d	35,67 a	50,00	2,00 b T
<b>Aydın 92</b>	1,55 c	2,04 a	0,78 c	1,03 a	9,89 d	14,84 a	13,87 d	20,43 a	3,96 d	7,15 a	21,33 d	33,16 a	55,00	2,20 b T
<b>Azkan</b>	1,96 d	2,47 a	0,98 c	1,24 a	11,15 c	16,63 a	15,01 d	23,03 a	5,76 d	9,77 a	24,99 d	37,11 a	50,00	2,00 b T
<b>Canitez</b>	1,41 d	1,87 a	0,72 c	0,95 a	10,65 c	15,11 a	14,86 d	21,52 a	4,89 d	8,18 a	22,85 d	34,09 a	51,25	2,05 b T
<b>Cevdetbey</b>	1,77 c	2,21 a	0,91 d	1,13 a	9,24 d	14,39 a	13,79 d	20,65 a	4,53 d	7,85 a	22,98 d	35,82 a	53,75	2,15 b T
<b>Çakır</b>	1,36 d	1,76 a	0,67 c	0,88 a	10,19 c	15,45 a	14,95 d	21,95 a	4,60 d	8,10 a	23,01 d	36,33 a	52,50	2,10 b T
<b>Dişar 95</b>	1,39 d	1,86 a	0,67 c	0,91 a	9,48 c	14,38 a	14,58 d	22,17 a	5,11 d	8,91 a	21,75 d	33,10 a	50,00	2,00 b T
<b>Er 99</b>	2,08 c	2,54 a	1,07 c	1,30 a	10,96 c	15,05 a	14,39 d	22,42 a	4,17 d	8,19 a	22,92 d	35,70 a	56,25	2,25 b T
<b>Gökçe</b>	1,94 d	2,41 a	0,95 c	1,19 a	11,01 c	16,09 a	13,49 d	21,49 a	4,04 d	8,04 a	22,83 d	35,89 a	55,00	2,20 b T
<b>Hisar</b>	1,95 c	2,38 a	0,99 c	1,21 a	10,23 c	15,35 a	13,51 d	21,87 a	3,64 d	7,82 a	25,06 d	38,51 a	57,50	2,30 b T
<b>Işık 05</b>	1,62 c	2,04 a	0,85 c	1,06 a	9,97 d	14,86 a	13,28 d	20,21 a	3,86 d	7,33 a	21,28 d	33,28 a	52,50	2,10 b T
<b>İnci</b>	1,25 d	1,66 a	0,60 c	0,81 a	10,11 c	15,67 a	14,77 d	21,50 a	5,75 d	9,12 a	23,03 d	36,40 a	53,75	2,15 b T
<b>İzmir 92</b>	1,74 d	2,22 a	0,85 c	1,09 a	9,72 d	14,40 a	13,36 c	20,99 a	4,66 c	8,48 a	25,14 d	38,78 a	50,00	2,00 b T
<b>Küsmen</b>	1,59 c	2,06 a	0,79 d	1,03 a	9,61 c	14,33 a	15,12 d	22,97 a	5,82 d	9,75 a	23,78 d	36,90 a	51,25	2,05 b T
<b>Menemen</b>	1,51 c	1,95 a	0,77 c	0,99 a	9,75 c	14,21 a	15,04 d	22,77 a	5,14 d	9,01 a	24,84 d	37,64 a	52,50	2,10 b T
<b>Sarı 98</b>	1,48 c	1,93 a	0,73 b	0,96 a	10,17 c	15,26 a	14,73 d	21,74 a	4,98 d	8,49 a	26,78 d	39,23 a	55,00	2,20 b T
<b>Uzunlu 99</b>	1,73 c	2,15 a	0,87 c	1,08 a	11,14 c	16,18 a	14,37 d	21,36 a	5,03 d	8,53 a	26,04 d	40,01 a	60,00	2,40 b T
<b>Yaşa 05</b>	1,85 c	2,34 a	0,94 c	1,19 a	10,47 c	15,97 a	14,44 d	21,99 a	5,33 d	9,11 a	23,08 d	36,13 a	56,25	2,25 b T

\* 0-1=Dayanıklı; 1.1-3.0=Tolerant; 3.1-4.0= Hassas

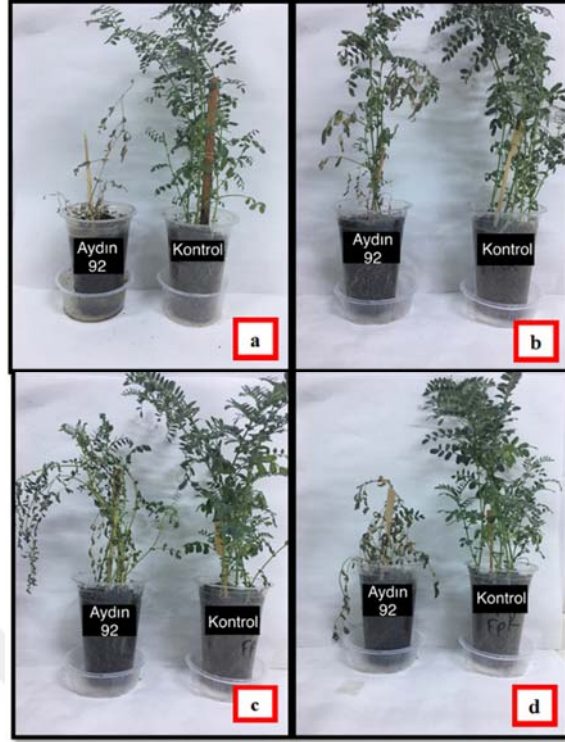
\*\*Aynı sütun içindeki aynı harfle gösterilen rakamlar arasında istatistiki açıdan fark yoktur (p<0,001)



Şekil 4.4. Akça nohut çeşidinin *F. oxysporum* (a), *F. proliferatum* (b), *F. verticilloides* (c) ve *F. solani*'ye (d) karşı gösterdiği reaksiyonlar



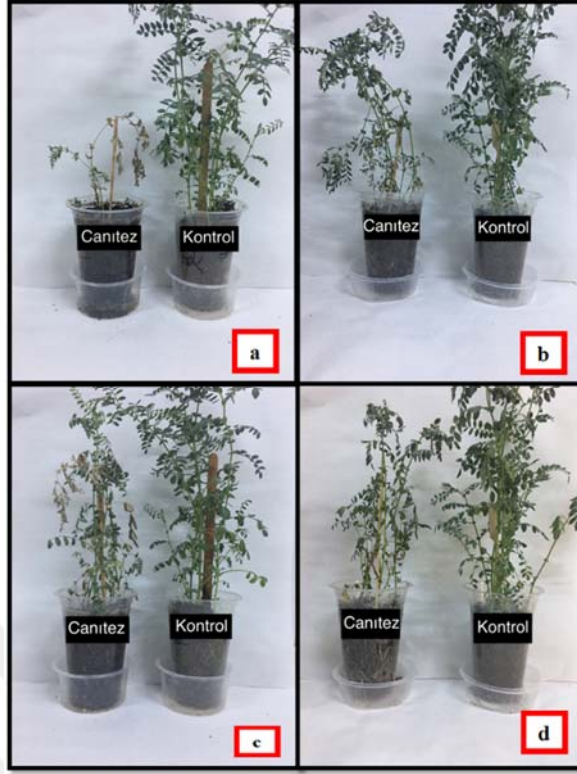
Şekil 4.5. Akçin nohut çeşidinin *F. oxysporum* (a), *F. proliferatum* (b), *F. verticilloides* (c) ve *F. solani*'ye (d) karşı gösterdiği reaksiyonlar



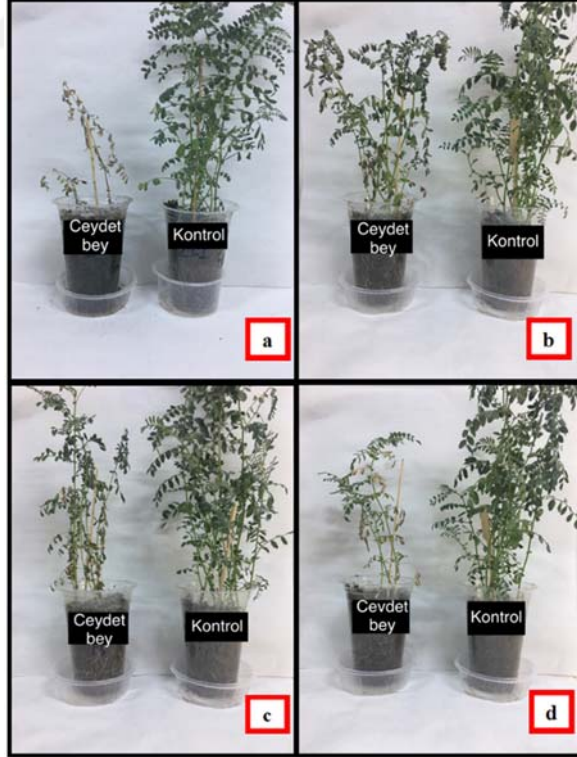
Şekil 4.6. Aydın nohut çeşidinin *F. oxysporum* (a), *F. proliferatum* (b), *F. verticilloides* (c) ve *F. solani*'ye (d) karşı gösterdiği reaksiyonlar



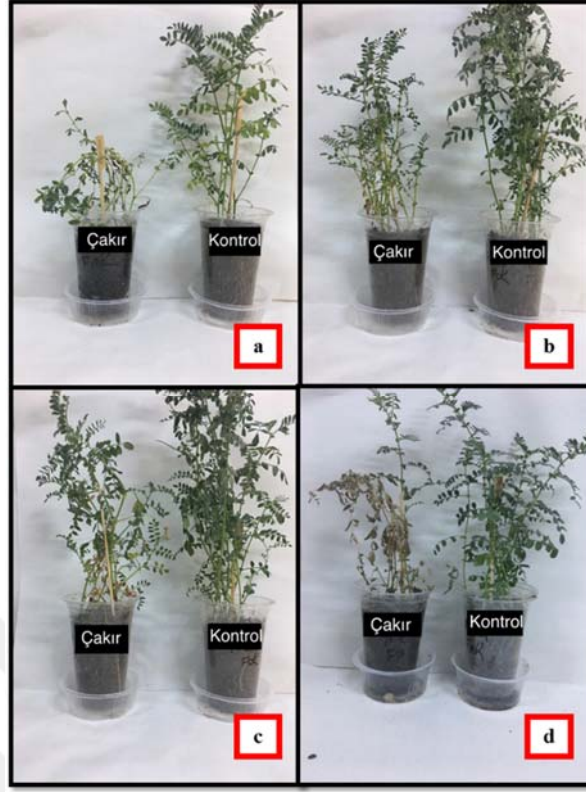
Şekil 4.7. Azkan nohut çeşidinin *F. oxysporum* (a), *F. proliferatum* (b), *F. verticilloides* (c) ve *F. solani*'ye (d) karşı gösterdiği reaksiyonlar



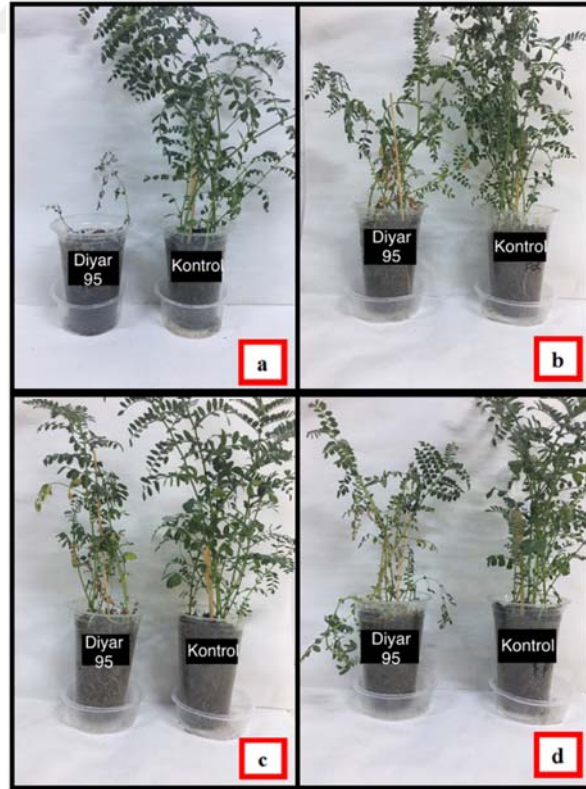
Şekil 4.8. Canitez nohut çeşidinin *F. oxysporum* (a), *F. proliferatum* (b), *F. verticilloides*(c) ve *F. solani*'ye (d) karşı gösterdiği reaksiyonlar



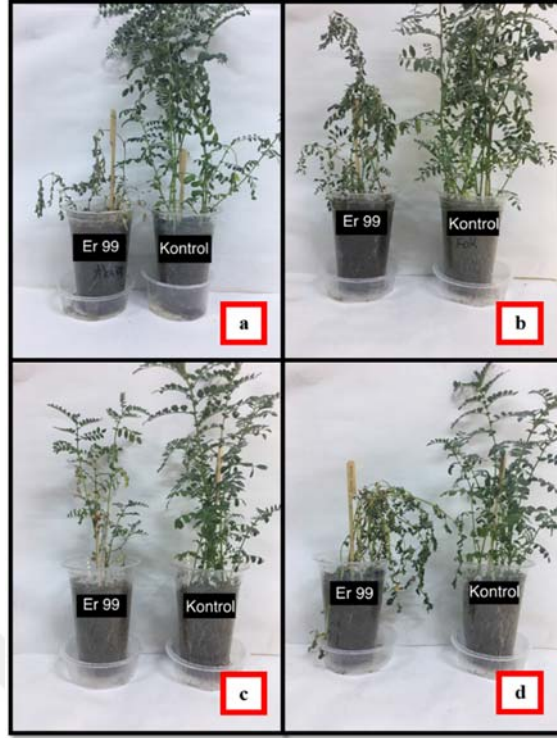
Şekil 4.9. Cevdetbey nohut çeşidinin *F. oxysporum* (a), *F. proliferatum* (b), *F. verticilloides* (c) ve *F. solani*'ye (d) karşı gösterdiği reaksiyonlar



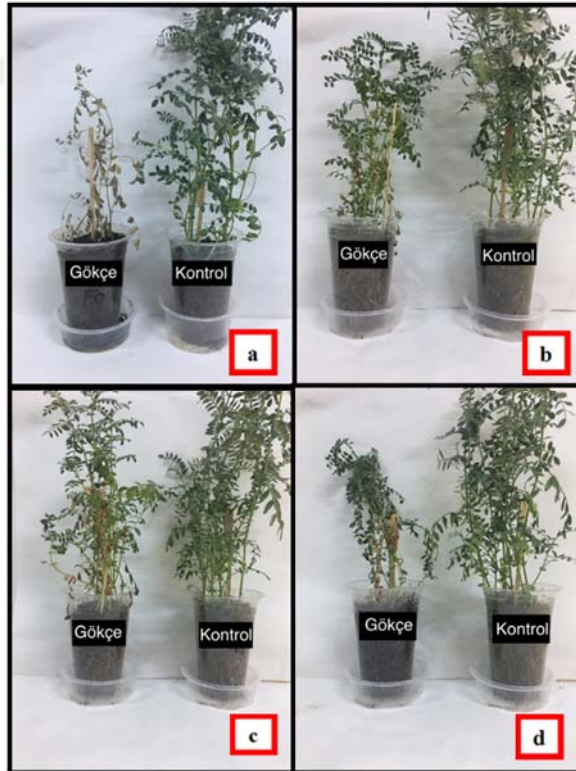
Şekil 4.10. Çakır nohut çeşidinin *F. oxysporum* (a), *F. proliferatum* (b), *F. verticilloides* (c) ve *F. solani*'ye (d) karşı gösterdiği reaksiyonlar



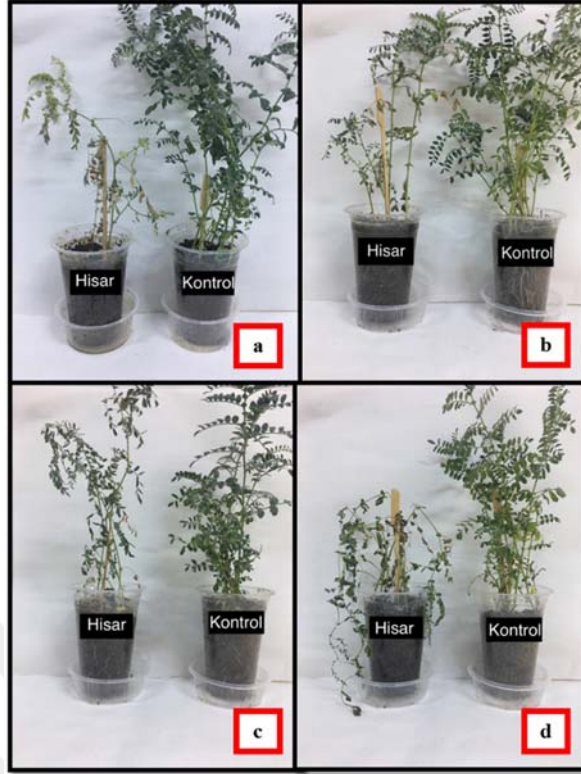
Şekil 4.11. Diyar 95 nohut çeşidinin *F. oxysporum* (a), *F. proliferatum* (b), *F. verticilloides* (c) ve *F. solani*'ye (d) karşı gösterdiği reaksiyonlar



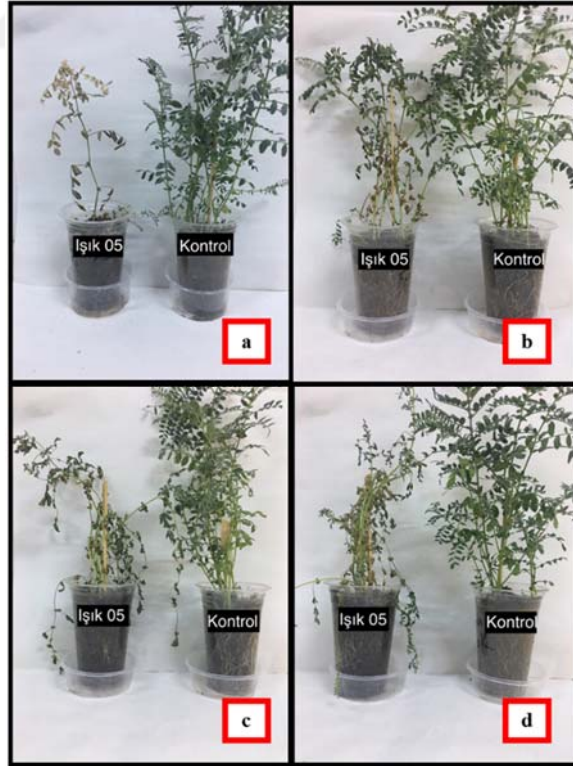
Şekil 4.12. Er 99 nohut çeşidinin *F. oxysporum* (a), *F. proliferatum* (b), *F. verticilloides* (c) ve *F. solani*'ye (d) karşı gösterdiği reaksiyonlar



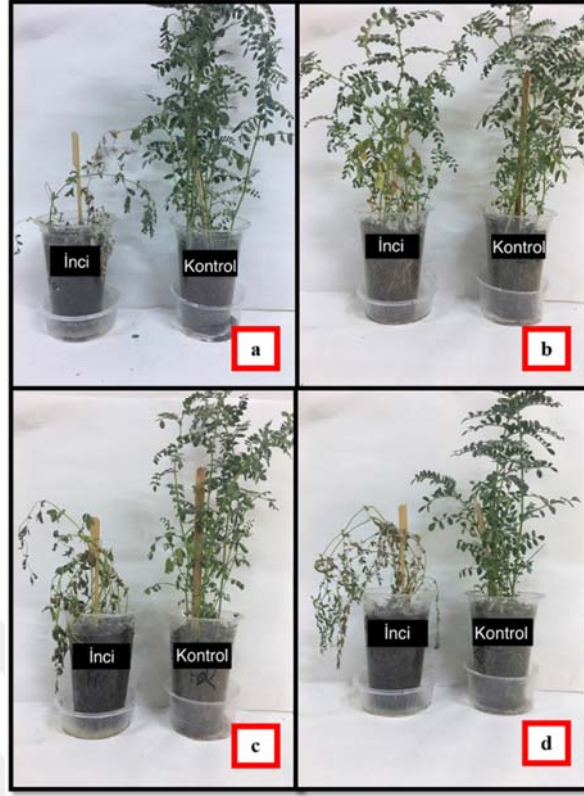
Şekil 4.13. Gökçe nohut çeşidinin *F. oxysporum* (a), *F. proliferatum* (b), *F. verticilloides* (c) ve *F. solani*'ye (d) karşı gösterdiği reaksiyonlar



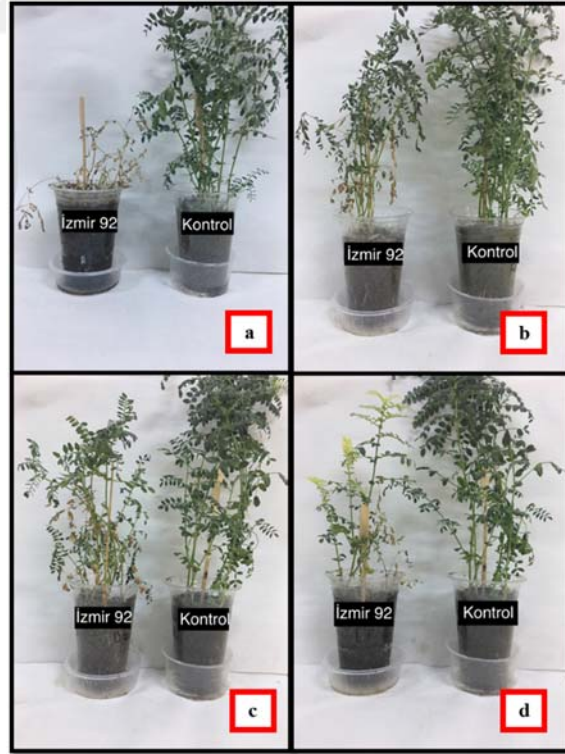
Şekil 4.14. Hisar nohut çeşidinin *F. oxysporum* (a), *F. proliferatum* (b), *F. verticilloides* (c) ve *F. solani*'ye (d) karşı gösterdiği reaksiyonlar



Şekil 4.15. Işık 05 nohut çeşidinin *F. oxysporum* (a), *F. proliferatum* (b), *F. verticilloides* (c) ve *F. solani*'ye (d) karşı gösterdiği reaksiyonlar

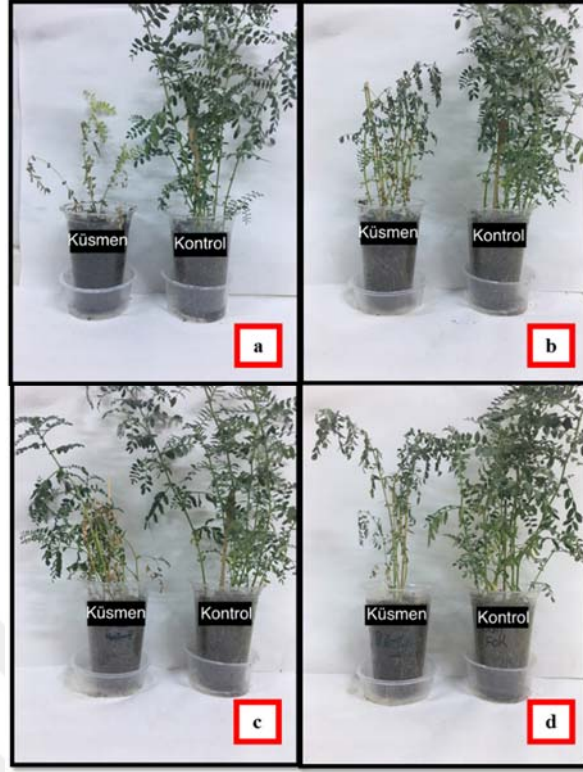


Şekil 4.16. İnci nohut çeşidinin *F. oxysporum* (a), *F. proliferatum* (b), *F. verticilloides* (c) ve *F. solani*'ye (d) karşı gösterdiği reaksiyonlar

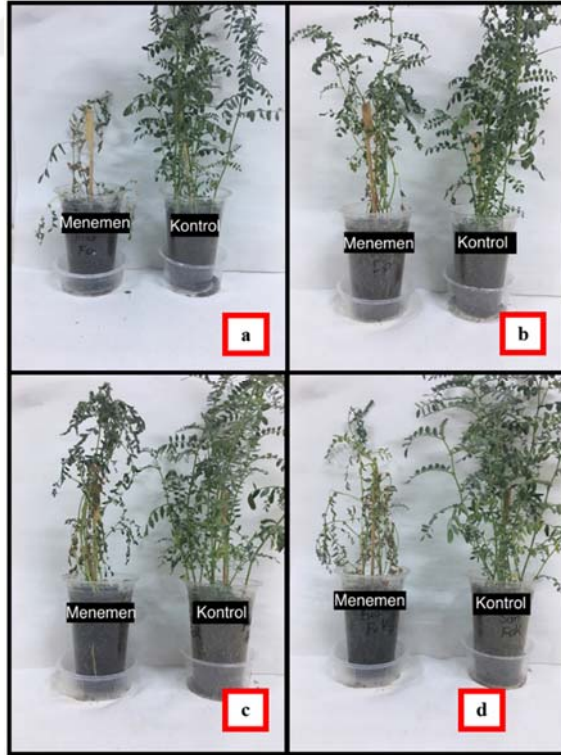


Şekil 4.17. İzmir 92 nohut çeşidinin *F. oxysporum* (a), *F. proliferatum* (b), *F. verticilloides* (c) ve *F. solani*'ye (d) karşı gösterdiği reaksiyonlar

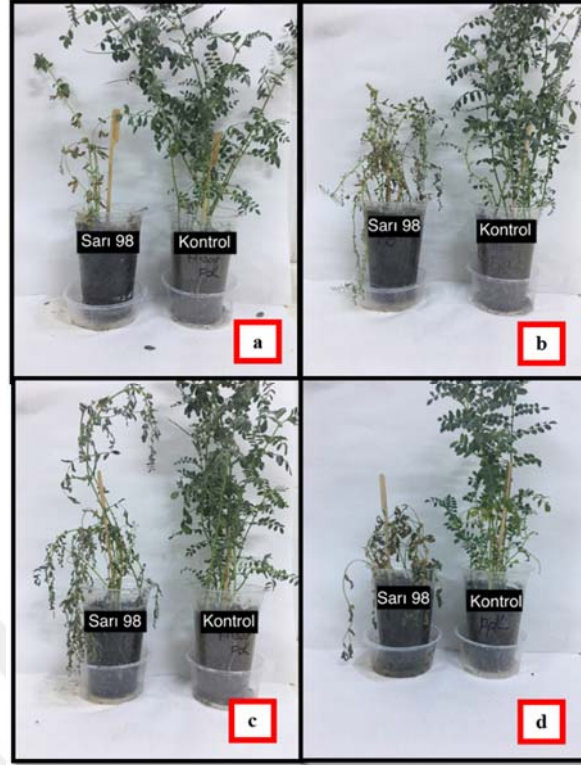




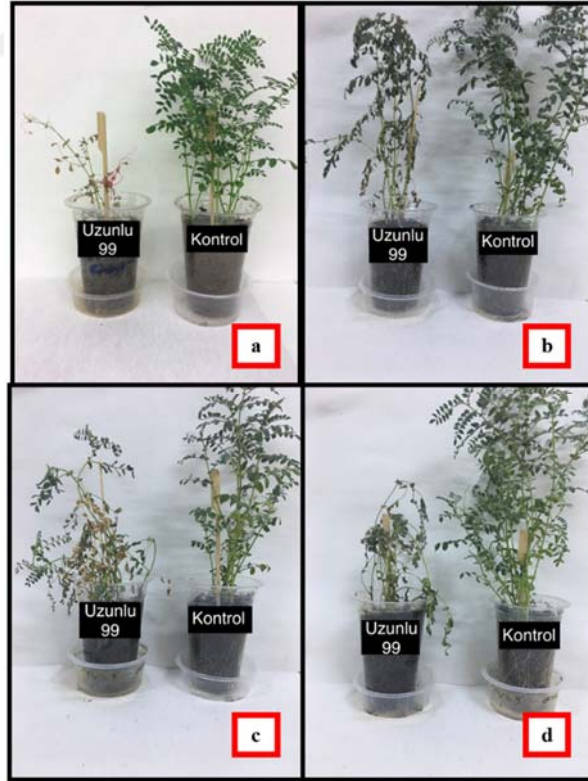
Şekil 4.18. Ksmen nohut eşidinin *F. oxysporum* (a), *F. proliferatum* (b), *F. verticilloides* (c) ve *F. solani*'ye (d) karşı gösterdiği reaksiyonlar



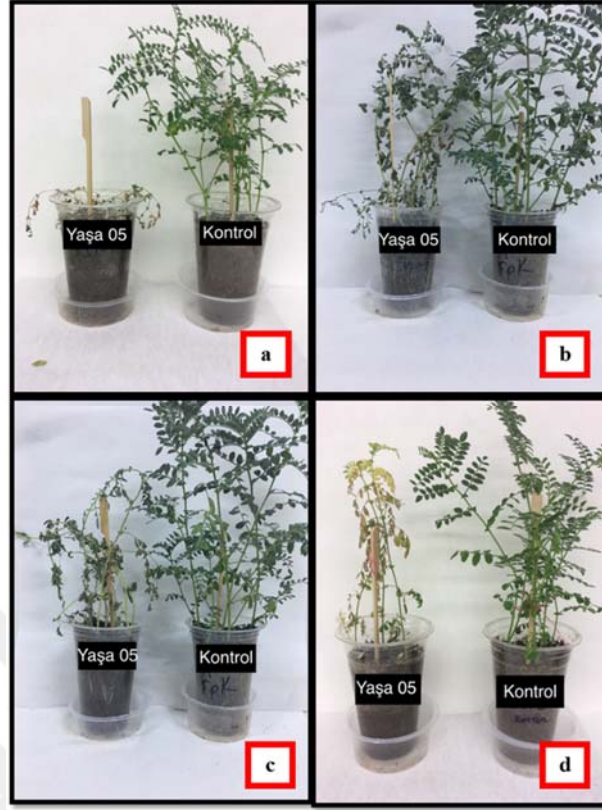
Şekil 4.19. Menemen nohut eşidinin *F. oxysporum* (a), *F. proliferatum* (b), *F. verticilloides* (c) ve *F. solani*'ye (d) karşı gösterdiği reaksiyonlar



Şekil 4.20. Sarı 98 nohut çeşidinin *F. oxysporum* (a), *F. proliferatum* (b), *F. verticilloides* (c) ve *F. solani*'ye (d) karşı gösterdiği reaksiyonlar



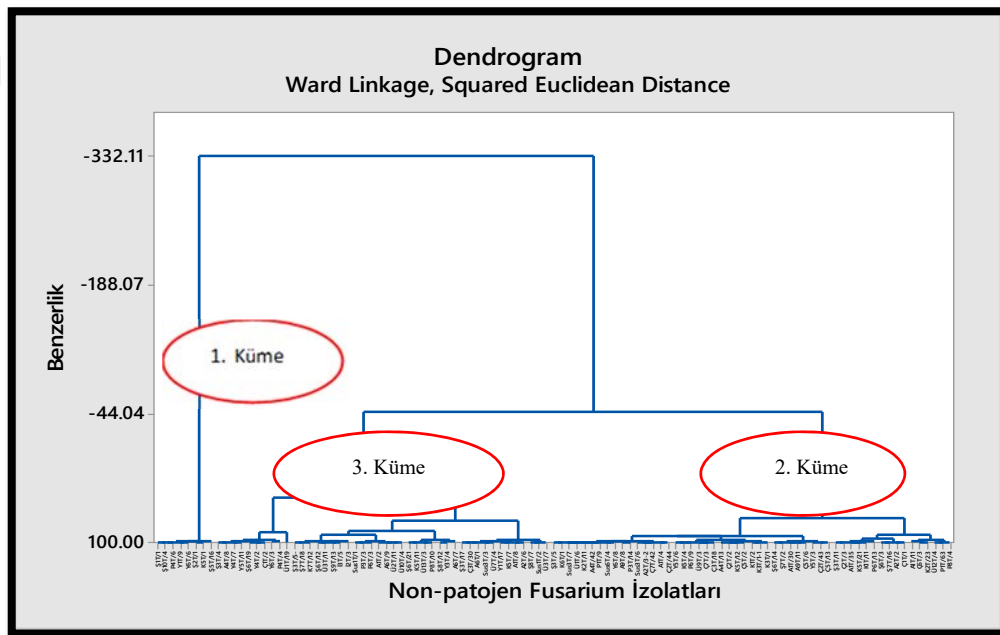
Şekil 4.21. Uzunlu 99 nohut çeşidinin *F. oxysporum* (a), *F. proliferatum* (b), *F. verticilloides* (c) ve *F. solani*'ye (d) karşı gösterdiği reaksiyonlar



Şekil 4.22. Yaş 05 nohut çeşidinin *F. oxysporum* (a), *F. proliferatum* (b), *F. verticilloides* (c) ve *F. solani*'ye (d) karşı gösterdiği reaksiyonlar

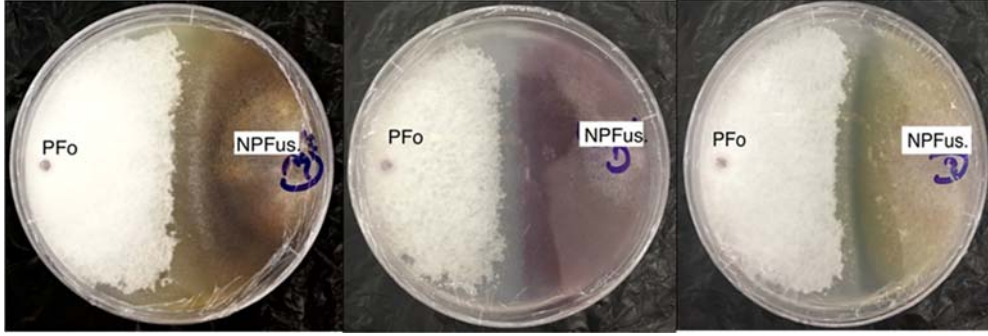
#### 4.6 Nonpatojen *Fusarium* spp.'lerinin Nohutta *Fusarium* Solgunluğuna Karşı *in vitro*'da Antagonistik Etkilerinin Belirlenmesi

Çalışmada virülensliği yüksek olan *Fusarium oxysporum* izolatu seçilmiş ve 110 nonpatojen *Fusarium* spp. izolatu ile *in vitro*'da belirtilen ikili kültür yöntemine göre test edilmiştir. Kontroldeki *F. oxysporum*'un misel gelişimi petriyi kapladığı anda değerlendirme sonlandırılmıştır. Elde edilen veriler sonucunda, nonpatojenler antagonistik etkilerine göre sınıflandırılmışlardır. Bu amaçla sonuçların istatistiksel açıdan yorumlanabilmesi için hiyerarşik Wards's kümeleme yöntemi kullanılmıştır (Şekil 4.23).



Şekil 4.23. Nonpatojen *Fusarium* spp. izolatlarının 3, 5, 7, ve 9. günlerdeki antagonistik etkilerine göre sınıflandırılması

Kümeleme analizi sonucunda miseliyal gelişimi bakımından farklılaşmış üç grup elde edilmiştir. Kümeler kesim noktaları ve farklı günlerdeki eğim parametreleri dikkate alınarak oluşturulmuştur. Çizelge 4.15'de I. küme de bulunan nonpatojen izolatlar (8 izolat) farklı zamanlarda (3, 5, 7 ve 9. günlerde) patojenin miseliyal gelişimini engellediği ve % engelleme oranlarının da (%10-27,24) daha düşük bulunması nedeniyle aynı küme (I. küme) de yer almışlardır. Bu kümenin istatistiksel açıdan antagonist potansiyeli en düşük olan nonpatojenleri kapsadığı görülmektedir. Oluşan her 3 küme de de engelleme yüzdesi aritmetik olarak artmış ve her nonpatojen için en iyi engelleme 9. günde kaydedilmiştir (Çizelge 4.15, Çizelge 4.16 ve Çizelge 4.17).



Şekil 4.24. Patojen *Fusarium oxysporum* ile nonpatojen *Fusarium* spp.'lerin ikili kültür testi PFo; Patojen *Fusarium oxysporum*, NPFus; Nonpatojen *Fusarium* spp

Çizelge 4.15. Nonpatojen *Fusarium* spp. izolatlarının (I. küme) farklı günlerdeki miseliyal gelişimi (mm) ve engelleme oranları (%)

İzolat	3. Gün		5. Gün		7. Gün		9. Gün	
	MG*	MGE (%)**	MG	MGE (%)	MG	MGE (%)	MG	MGE (%)
Ş1T/1	9,58±0,03	4,20	28,32±0,04	5,60	53,41±0,04	7,91	81,00±0,01	10,00
Ş2T/1	9,48±0,82	5,20	28,06±0,10	6,47	51,16±0,07	11,79	80,00±0,15	11,11
Ş5T/16	9,83±0,05	1,70	28,54±0,06	4,87	54,23±0,06	6,50	78,00±0,07	13,33
Ş10T/4	9,46±0,07	5,40	28,04±0,04	6,53	53,67±0,03	7,47	81,00±0,04	10,00
Y1T/9	9,31±0,11	6,90	27,37±0,05	8,77	53,18±0,05	8,31	79,00±0,03	12,22
Y6T/6	9,60±0,13	4,00	28,10±0,03	6,33	53,09±0,02	8,47	80,00±0,12	11,11
K5T/1	9,37±0,02	5,30	27,38±0,03	25,53	51,02±0,10	25,55	78,00±0,05	27,24
P4T/6	9,77±0,03	7,30	27,55±0,06	23,07	53,00±0,05	25,28	82,00±0,08	26,81
Genel	9,55±0,30	4,44	27,92±0,42	9,68	52,85±1,10	11,25	79,88±1,39	13,54

\*MG: Misel Gelişim

\*\*MGE: Misel Gelişiminin Engellenmesi

Kümeleme analizi oluşan II. küme antagonistik etki gösteren nonpatojenlerin yaklaşık % 50,5'ini oluşturmakta olup, bu kümede bulunan izolatların miseliyal gelişimin ölçüldüğü son günde (9. gün) patojene karşı % 23,32-35,38 engelleme etkisi gösterdiği kaydedilmiştir (Çizelge 4.16). II. kümenin I. kümeye göre daha yüksek antagonistik potansiyele sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.15, Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16. Nonpatojen *Fusarium* spp. izolatlarının (II. küme) farklı günlerdeki miseliyal gelişimi (mm) ve engelleme oranları (%)

İzolot	3. Gün		5. Gün		7. Gün		9. Gün	
	MG(mm)	MGE(%)	MG(mm)	MGE(%)	MG(mm)	MGE(%)	MG(mm)	MGE(%)
Ş3T/5	9,27±0,08	7,30	23,74±0,1	20,87	43,42±0,04	25,14	60,91±0,02	32,32
Ş3T/11	9,36±0,04	6,40	22,74±0,03	24,20	42,29±0,03	27,09	62,28±0,08	30,80
Ş6T/3	9,66±0,04	3,40	27,57±0,1	8,10	46,51±0,03	19,81	63,8±0,04	29,11
Ş6T/14	9,65±0,04	3,50	20,75±0,06	30,83	38,9±0,03	32,93	60,07±0,03	33,26
Ş7T/2	9,63±0,07	3,70	20±2,34	33,33	38,57±0,05	33,50	58,93±0,08	34,52
Ş7T/16	9,82±0,18	1,80	28,49±0,03	5,03	45,47±0,03	21,60	62,59±0,03	30,46
Sus3T/6	9,35±0,14	6,50	23,2±0,02	22,67	41,53±0,07	28,40	60,23±0,07	33,08
Sus3T/7	9,47±0,1	5,30	23,56±0,06	21,47	42,77±0,03	26,26	60±0,12	33,33
Sus6T/4	9,29±0,15	7,10	24,43±1,79	18,57	44,79±0,15	22,78	61,02±0,08	32,20
Y5T/3	9,48±0,11	5,20	21,96±1,76	26,80	41,22±0,05	28,93	62,86±0,05	30,16
Y5T/6	9,37±0,12	6,30	24,15±0,06	19,50	40,11±0,09	30,84	60,53±0,05	32,74
Y6T/8	9,19±0,1	8,10	24,17±0,09	19,43	44,82±0,03	22,72	61,33±0,04	31,86
A1T/4	9,4±0,09	6,00	22,81±0,27	23,97	42,05±0,05	27,50	60,9±0,04	32,33
A1T/11	9,15±0,06	8,50	25,72±0,03	14,27	46,17±0,05	20,40	64,97±0,09	27,81
A1T/30	9,51±0,09	4,90	21,05±0,08	29,83	39,78±0,05	31,41	58,16±0,07	35,38
A1T/35	9,47±0,07	5,30	24,86±0,05	17,13	43,54±0,06	24,93	63,95±0,1	28,94
A2T/2	9,34±0,08	6,60	26,29±0,05	12,37	43,63±0,1	24,78	62,87±0,07	30,14
A2T/3-2	9,5±0,11	5,00	22,78±0,03	24,07	42,15±0,08	27,33	60,11±0,05	33,21
A4T/13	9,69±0,08	3,10	24,59±1,71	18,03	42,06±0,06	27,48	60,17±0,04	33,14
A4T/42	9,35±0,11	6,50	22,5±0,04	25,00	43,18±0,1	25,55	59,71±0,06	33,66
A9T/8	9,88±0,03	1,20	23,56±0,06	21,47	43,24±0,07	25,45	58,82±0,05	34,64
A9T/11	9,48±0,05	5,20	21,78±0,1	27,40	40,36±0,07	30,41	59,25±0,05	34,17
Ü1T/6	9,56±0,01	4,40	23,65±0,04	21,17	42,92±0,04	26,00	59,85±0,12	33,50
Ü9T/3	9,87±0,03	1,30	25,76±0,1	14,13	43,27±0,11	25,40	62,63±0,04	30,41
Ü12T/4	9,47±0,04	5,30	22,34±0,06	25,53	43,18±0,11	25,55	65,48±0,07	27,24
K5T/21	9,46±0,04	5,40	24,59±0,42	18,03	42,88±0,11	26,07	62,95±0,07	30,06
K6T/1	9,33±0,06	6,70	23,17±0,11	22,77	43,33±0,05	25,29	60,31±0,03	32,99
Ç1T/1	9,4±0,01	6,00	27,16±0,06	9,47	44,14±0,06	23,90	62,66±0,07	30,38
Ç2T/2	9,63±0,06	3,70	25,15±0,95	16,17	41,39±0,1	28,64	59,4±0,03	34,00
Ç2T/3	9,26±0,07	7,40	23,49±0,07	21,70	43,22±0,04	25,48	63,53±0,09	29,41
Ç2T/43	9,59±0,01	4,10	21,82±0,03	27,27	40,73±0,06	29,78	60,94±0,14	32,29
Ç2T/44	9,6±0,05	4,00	21,98±0,06	26,73	41,9±0,03	27,76	60,77±0,04	32,48
Ç3T/18	9,78±0,06	2,20	24,53±0,09	18,23	42,01±0,09	27,57	61,65±0,05	31,50
Ç5T/2	9,47±0,02	5,30	25,13±0,9	16,23	42,1±0,03	27,41	58,99±0,03	34,46
Ç5T/6	9,55±0,03	4,50	21,77±1,29	27,43	40,61±0,08	29,98	60,08±0,03	33,24
Ç5T/13	9,53±0,07	4,70	21,53±0,05	28,23	39,97±0,05	31,09	60,59±0,07	32,68
Ç6T/3	9,42±0,04	5,80	28,23±2,96	5,90	47,07±0,08	18,84	67,91±0,06	24,54
Ç7T/3	9,4±0,02	6,00	25,19±0,03	16,03	42,18±0,06	27,28	61,93±0,08	31,19
Ç7T/42	9,15±0,08	8,50	22,24±2,29	25,87	42,03±0,08	27,53	60,03±0,02	33,30
P1T/9	9,51±0,04	4,90	22,64±0,74	24,53	43,38±0,1	25,21	59,56±0,06	33,82
P1T/63	9,27±0,04	7,30	23,08±0,36	23,07	43,34±0,06	25,28	65,87±0,04	26,81
P3T/14	9,34±0,02	6,60	22,44±0,05	25,20	41,59±0,06	28,29	58±0,04	35,56
P6T/9	9,29±0,04	7,10	25,19±0,04	16,03	40,88±0,07	29,52	62,09±0,02	31,01
P6T/13	9,38±0,06	6,20	24,89±0,03	17,03	42,73±0,08	26,33	65,25±0,05	27,50
P8T/4	9,47±0,05	5,30	22,96±0,2	23,47	44,58±0,05	23,14	66,85±0,12	25,72
K1T/2	9,42±0,03	5,80	23,48±1,18	21,73	40,03±0,07	30,98	58,42±0,05	35,09
K1T/11	9,29±0,02	7,10	24±0,09	20,00	43,13±0,05	25,64	61,96±0,08	31,16
K2T/11	9,36±0,03	6,40	23,84±0,06	20,53	43,49±0,07	25,02	60,09±0,04	33,23
K2T/23	9,41±0,05	5,90	26,33±0,93	12,23	46,67±0,07	19,53	69,01±0,05	23,32
K3T/1	9,38±0,04	6,20	24,26±0,61	19,13	39,11±0,07	32,57	58,73±0,09	34,74
K3T/1-1	9,67±0,04	3,30	23,57±1,72	21,43	40,22±0,04	30,66	58,93±0,07	34,52
K5T/4	9,35±0,02	6,50	24,67±1,14	17,77	40,84±0,06	29,59	60,17±0,03	33,14
K5T/12	9,25±0,07	7,50	24,2±2,15	19,33	40,97±0,06	29,36	58,45±0,07	35,06
Genel	9,46±0,18	5,40	23,85±1,95	20,50	42,46±1,95	26,79	61,44±2,51	31,73

\*MG: Misel Gelişim

\*\*MGE: Misel Gelişiminin Engellenmesi

Çizelge 4.17’de kümeleme analizi sonucunda çalışmada kullanılan nonpatojenlerin yaklaşık % 42’si III. kümede yer almış ve farklı günlerdeki miseloyal gelişim parametreleri değerlendirildiğinde diğer kümelerden daha yüksek antagonistik etki gösterdiği belirlenmiştir. 9. günde (son değerlendirme) elde edilen verilere göre, miseloyal gelişimi engelleme etkisi en düşük % 30,48, en yüksek ise % 52,14 olarak kaydedilmiştir. Bu küme içerisinde patojeni engelleme etkisi en yüksek izolat P8T/10 izolatu (% 52,14) olurken, diğer 15 nonpatojen *Fusarium* izolatu (Ü1T/19, Ü2T/11, Ü3T/7, Ü3T/11, Ü7T/4, Ü10T/4, Ü13T/3, K5T/7, K5T/11, K7T/12, Ç1T/2, Ç3T/30, P3T/3, P4T/4, P6T/3) ise % 40,08-44,47 arasında engelleme etkisi göstermiştir. Patojen *Fusarium oxysporum*’un miseloyal gelişimini engelleme bakımından en iyi olduğu belirlenen III. küme’deki nonpatojenler için tekrar şansa bağlı kesim ve eğim parametreleri hesaplanmış ve bu değerler yeniden kümeleme analizine tabi tutulmuştur.

Çizelge 4.17. Nonpatojen *Fusarium* spp. izolatlarının (III. küme) farklı günlerdeki miseloyal gelişimi (mm) ve engelleme oranları (%)

İzolat	3. Gün		5. Gün		7. Gün		9. Gün	
	MG	MGE	MG	MGE	MG	MGE	MG	MGE
Ş3T/4	9,28±0,38	7,20	28,62±0,61	4,60	46,83±0,04	19,26	62,57±0,2	30,48
Ş3T/5-	9,37±0,11	6,30	28,01±0,04	6,63	46,89±0,07	19,16	61,38±0,08	31,80
Ş3T/17	9,52±0,07	4,80	26,94±0,04	10,20	46,51±0,1	19,81	60,76±0,09	32,49
Ş6T/12	9,27±0,17	7,30	25,84±0,04	13,87	45,61±0,16	21,36	60,66±0,04	32,60
Ş6T/19	9,39±0,08	6,10	26,43±0,03	11,90	44,66±0,08	23,00	60,49±0,04	32,79
Ş6T/21	9,79±0,11	2,10	25,32±0,03	15,60	44,89±0,1	22,60	60,27±0,04	33,03
Ş7T/18	9,33±0,03	6,70	27,03±0,18	9,90	46,95±0,05	19,05	60,07±31,71	33,26
Ş8T/7	9,33±0,14	6,70	26,9±1,94	10,33	42,46±0,07	26,79	59,94±0,05	33,40
Ş8T/12	9,42±0,07	5,80	25,26±0,03	15,80	45,43±0,07	21,67	59,76±0,03	33,60
Ş9T/13	9,73±0,04	2,70	25,64±0,24	14,53	44,31±0,04	23,60	59,27±0,15	34,14
Sus1T/1	9,49±0,08	5,10	26,95±0,04	10,17	44,47±0,07	23,33	58,83±0,04	34,63
Sus1T/2	9,28±0,21	7,20	26,99±1,3	10,03	42,03±0,03	27,53	58,34±0,04	35,18
Sus3T/3	9,23±0,15	7,70	25,86±1,7	13,80	40,66±0,07	29,90	58,13±0,04	35,41
Y1T/17	9,39±0,06	6,10	26,22±0,28	12,60	41,29±0,11	28,81	58±0,02	35,56
Y3T/4	9,88±0,07	1,20	27,63±0,01	7,90	40,14±0,05	30,79	57,67±0,03	35,92
Y4T/2	9,45±0,06	5,50	25,13±0,93	16,23	45,17±0,07	22,12	57,58±0,11	36,02
Y4T/7	9,51±0,04	4,90	24,99±0,06	16,70	42,06±0,04	27,48	57,54±0,05	36,07
Y5T/11	9,52±0,04	4,80	26,3±0,13	12,33	43,94±0,12	24,24	57,28±0,01	36,36
Y6T/3	9,5±0,07	5,00	26,5±0,04	11,67	40,61±0,03	29,98	57,03±0,04	36,63
İ2T/3	9,71±0,07	2,90	24,16±0,03	19,47	41,21±0,05	28,95	56,62±0,07	37,09
İ3T/5	9,39±0,08	6,10	23,01±1,02	23,30	41,54±0,06	28,38	56,31±0,06	37,43
A1T/2	9,35±0,12	6,50	27,08±0,04	9,73	42,11±0,09	27,40	56,23±0,04	37,52
A1T/8	9,56±0,11	4,40	28,03±0,48	6,57	40,16±0,12	30,76	56,03±0,04	37,74
A2T/6	9,42±0,08	5,80	28,76±0,04	4,13	43,29±0,08	25,36	55,45±0,02	38,39
A4T/8	9,68±0,01	3,20	23,59±0,08	21,37	40,19±0,04	30,71	55,27±0,06	38,59
A6T/1	9,13±0,03	8,70	20,96±0,04	30,13	38,19±0,09	34,16	55,08±1,85	38,80
A6T/7	9,78±0,06	2,20	28,05±0,47	6,50	43,25±0,04	25,43	54,63±0,06	39,30
A6T/9	9,57±0,08	4,30	26,73±1,48	10,90	44,23±0,07	23,74	54,49±0,07	39,46
Ü1T/19	9,81±0,02	1,90	26,92±0,31	10,27	40,62±0,03	29,97	53,93±0,05	40,08
Ü2T/11	9,47±0,07	5,30	22,6±1,38	24,67	40,58±0,05	30,03	53,89±0,05	40,12
Ü3T/7	9,37±0,11	6,30	25,23±0,02	15,90	43,34±0,06	25,28	53,81±0,04	40,21
Ü3T/11	9,26±0,13	7,40	21,74±0,06	27,53	38,49±0,08	33,64	53,67±0,13	40,37
Ü7T/4	9,2±0,15	8,00	22,76±0,05	24,13	39,91±0,06	31,19	53,49±0,04	40,57
Ü10T/4	9,76±0,12	2,40	23,49±0,11	21,70	40,57±0,05	30,05	52,71±0,12	41,43

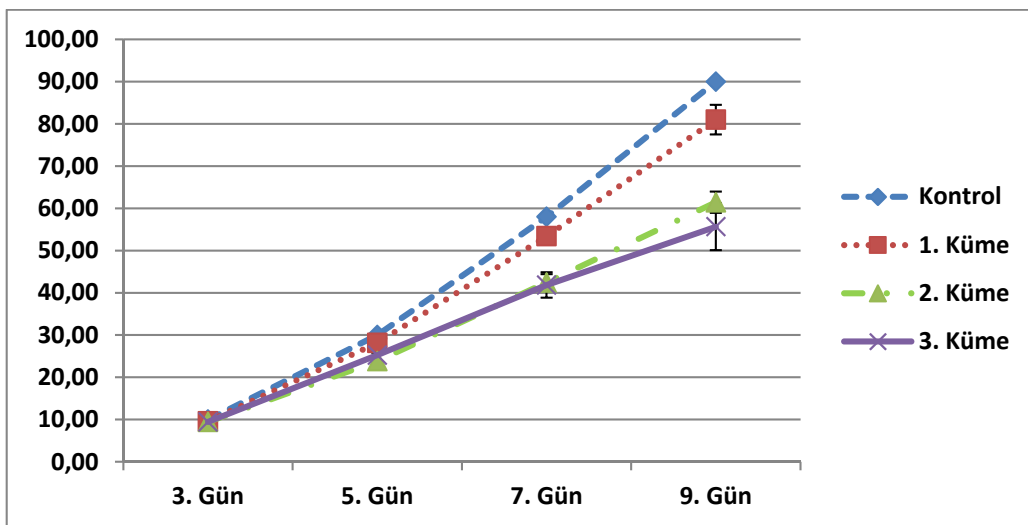
Çizelge 4.17(Devamı)

Ü13T/3	9,19±0,03	8,10	27,32±0,07	8,93	45,56±0,1	21,45	52,7±0,07	41,44
K5T/7	9,65±0,12	3,50	25,6±0,04	14,67	36,17±0,09	37,64	51,61±0,09	42,66
K5T/11	9,24±0,01	7,60	23,1±0,05	23,00	40,12±0,07	30,83	51,57±0,06	42,70
K7T/12	9,6±0,08	4,00	24,05±0,07	19,83	37,84±0,13	34,76	51,48±0,06	42,80
Ç1T/2	9,45±0,03	5,50	22,83±0,85	23,90	39,68±0,2	31,59	51,45±0,06	42,83
Ç3T/30	9,32±0,05	6,80	24,4±0,05	18,67	38,99±0,13	32,78	50,29±0,07	44,12
P3T/3	9,43±0,17	5,70	21,77±2,88	27,43	36,88±0,08	36,41	49,99±0,05	44,46
P4T/4	9,28±0,03	7,20	22,31±0,03	25,63	38,68±0,07	33,31	49,99±0,03	44,46
P6T/3	9,21±0,12	7,90	20,67±0,07	31,10	34,6±0,09	40,34	49,98±0,02	44,47
P8T/10	9,48±0,05	5,20	23,7±0,06	21,00	40,13±0,11	30,81	43,07±0,04	52,14
Genel	9,45±0,21	5,50	25,26±2,22	15,80	41,85±3,01	27,84	55,67±5,57	38,14

\*MG: Misel Gelişim

\*\*MGE: Misel Gelişiminin Engellenmesi

A1T/1, Ü9T/5, Ç1T/3, Ç7T/24 ve P4T/20 izolatları bulaşma nedeniyle elden çıktığı için ikili kültüre alınamamıştır. Elde edilen sonuçlara göre nonpatojenolan 105 *Fusarium* izolatu PDA besi ortamında ikili kültürde antogonistik etki gösterirken, bunlardan 87'si patojenin büyümesini engellemiş ve besi ortamında daha hızlı gelişme göstermiştir. K5T/12, Ş6T/3, K5T/4, Ç1T/1, Ü7T/4, A6T/7, P8T/10, Sus3T/6, P6T/3, K2T/23, K5T/11, P6T/9, P3T/3, Y4T/2, Y4T/7, Ü3T/11, P4T/4, P1T/9, P3T/14, K5T/7, Ç3T/30, A4T/13, K2T/11, Ş3T/5, İ3T/5, K1T/11, Ş8T/12, İ2T/3, izolatları ise *F. oxysporum*'a karşı engelleme zonu oluşturmuştur (Çizelge 4.15, Çizelge 4.16 ve Çizelge 4.17). Çalışmada elde edilen 3 kümenin 3., 5., 7. ve 9. günlerdeki miseliyal gelişimleri varyans analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmış ve 3 kümede gruplanan nonpatojen *Fusarium* izolatlarının miseliyal gelişim ortalamaları kontrol ile karşılaştırıldığında her 3 kümede kontrolden farklı bulunmuştur (Şekil 4.25).



Şekil 4.25. Farklı kümelerde gruplanan nonpatojen *Fusarium* spp. izolatlarının farklı günlerdeki miseliyal gelişim (mm) eğrisi ve kontrol



Her kümenin 3. gün miseliyal gelişim ortalamaları kontrolden farklı ancak istatistiksel olarak birbiri ile aynı grupta yer almıştır. Değerlendirmenin 9. gününde ise antagonist potansiyeline sahip olan bu 3 küme de istatistiksel açıdan farklı gruplarda bulunmuştur. En yüksek antagonistik etki gösteren III. küme olurken (% 38,14), en düşük etki gösteren ise % 13,54 engelleme oranı ile I. küme olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.18. Farklı kümelerde gruplanan nonpatojen *Fusarium* spp. izolatlarının farklı günlerdeki miseliyal gelişimi (mm) ve engelleme oranları (%)

	3. Gün		5. Gün		7. Gün		9. Gün	
	MG(mm)*	MGE (%)**	MG(mm)	MGE (%)	MG(mm)	MGE (%)	MG(mm)	MGE (%)
Kontrol	10.00±0.06 <sup>A</sup>	0.00	30.00±0.04 <sup>A</sup>	0.00	58.00±0.02 <sup>A</sup>	0.00	90.00±0.01 <sup>A</sup>	0.00
I. Küme	9.55±0.30 <sup>B</sup>	4.44	27.92±0.42 <sup>B</sup>	9.68	52.85±1.10 <sup>B</sup>	11.25	79.88±1.39 <sup>B</sup>	13.54
II. Küme	9.46±0.18 <sup>B</sup>	5.40	23.85±1.95 <sup>C</sup>	20.50	42.46±1.95 <sup>C</sup>	26.79	61.44±2.51 <sup>C</sup>	31.73
III. Küme	9.45±0.21 <sup>B</sup>	5.50	25.26±2.22 <sup>C</sup>	15.80	41.85±3.01 <sup>C</sup>	27.84	55.67±5.57 <sup>D</sup>	38.14

\*MG: Misel Gelişim

\*\*MGE: Misel Gelişiminin Engellenmesi

Birçok araştırmacı tarafından; çeşitli bitkilerde patojen olan *Fusarium* spp.'nin biyolojik mücadelesine yönelik çalışmalarda saprofit veya nonpatojen *Fusarium* izolatlarının kullanıldığı bilinmektedir (Shishido et al., 2005; Abeysinghe, 2006; Nel et al., 2006; Kaur et al., 2007; Joshi et al., 2012). Yapılan bir çalışmada nohutta *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris* ırk 5'e karşı nonpatojen *Fusarium oxysporum*, *Bacillus subtilis* ve *Pseudomonas fluorescens* biyolojik etmenleri ile tohum ve toprak uygulamalarının hastalığı baskı altına almakla birlikte tohum verimini de arttırdığı ifade edilmiştir (Landa et al., 2004). Başka bir çalışmada ICCV 4 ve PV 61 kabulü nohut çeşitlerinin metilselüloz ile süspansiyon edilmiş nonpatojen *Fusarium oxysporum* (Fo 90105) izolatı ile yapılan tohum uygulaması hastalık gelişimini geciktirdiği ve hastalık yoğunluğunu azalttığı sonucuna varmışlardır (Hervas et al., 1997). *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris*'in oldukça şiddetli virulent ırkına karşı (Foc ırk 5), Foc ırk 0 ve nonpatojen *Fusarium oxysporum*'un uyarıcı olarak kullanıldığı bir çalışmada ise nonpatojen *Fusarium oxysporum*'un hastalığı baskılamada Foc ırk 0'dan daha etkili olduğu tespit edilmiştir (Cachinero et al., 2002). Hindistan'da yapılan bir çalışmada, çeşitli bitkilerin kök bölgesindeki topraklardan izole edilen *Fusarium* spp. patojenisite yapılmış ve domates, güvercin bezelyesi, nohut, yer fıstığı, kırmızı biber, karpuz, hintyağı otu ve muz

bitkilerinden izole edilen izolatlar arasında 6 izolat nonpatojen olarak bulunmuştur. Nonpatojen izolatlar, saksı koşullarında patojen inokule edilmiş domates bitkilerinde hastalığın gelişimini azaltmış ve bitki gelişimi teşvik etmiştir. Bu nonpatojen *Fusarium* izolatlarının bitkiler üzerindeki etkisinin belirlenmesi için büyüme parametrelerini (kök/sürgün uzunluğu ve ağırlığı) kaydetmişlerdir. Nonpatojen *Fusarium* izolatları solgunluk hastalığının biyolojik mücadelesinde kullanılabileceği belirtilmiştir (Patil et al., 2011). *F. oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum*'a karşı Sri Lanka'da nonpatojen üç *F. oxysporum* izolatının *in vitro*'da antagonistik bir potansiyele sahip olduğu bulunurken (Abeyasinghe, 2006), benzer şekilde Hindistan'da (Karnataka) domatesin kök bölgesinden izole edilen 7 izolatın ise domates solgunluk etmenini *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici*'ye karşı rekabet mekanizması ile *in vitro*'da yaklaşık % 24-40 engelleme ile antagonistik potansiyeli olduğunu belirlemişlerdir (Patil et al., 2011). Yapılan başka bir çalışmada, Karpuz solgunluğu hastalığına neden olan, *F. oxysporum* f. sp. *niveum*' a karşı nonpatojen *Fusarium* (UAS NPFu-1, UAS NPFu-2, UAS NPFu-3, UAS NPFu-4, UAS NPFu-S, UAS NPFu-6, NBAII NPFu-24 ve USDA Fo47) kültürlerinin ikili kültür yöntemiyle antagonistik etkisini belirlemişlerdir. İnokulasyondan 4 gün sonra yapılan ölçümlerde, USDA Fo47 (1,80 cm) ve UAS NPFu2 izolatında (1,70 cm) patojenin koloni çapı her iki izolatta en düşük kaydedilirken, patojenin kontrol petrisindeki koloni çapı 4,20 cm olarak ölçülmüştür. Nonpatojen *Fusarium* izolatlarının antagonistik etkisinde yüzde engelleme oranlarında önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır. UAS NPFu2 (%59,52) ve USDA Fo47 (% 57,14) izolatlarının patojeni engelleme oranının en yüksek olduğu bulunmuş ve istatistiksel olarak aynı grupta yer aldığı ifade edilmiştir. En düşük engelleme oranı % 40,47 ile UAS NPFu3 ve UAS NPFu4 izolatlarında kaydedilmiştir (Raghuandan et al., 2014). İnokulasyonun yedinci gününde, UAS NPFu2'ye (2,20 cm) ve bunu takiben USDA Fo47 izolatında (2,40 cm) patojenin misel gelişiminin en küçük olduğunu kaydetmişlerdir. Kontrol petrilerinde patojenin koloni çapını 5,80 cm olarak ölçmüşlerdir. İzolatların misel gelişimini engelleme potansiyelinde önemli farklılıklar olduğunu gözlemlemişlerdir. En yüksek engelleme UAS NPFu2 (% 62,06), bunu takiben UAS NPFu6 ve USDA Fo47 (% 58,62) izolatları olmuş ve ayrıca en düşük engelleme oranı UAS NPFu4 (% 37,93) izolatında olduğunu kaydetmişlerdir (Raghuandan et al., 2014). Mevcut çalışmada *in vitro*'da nonpatojen *Fusarium* spp.'nin patojen *Fusarium* izolatının gelişiminde önemli ölçüde engelleme gösterdiği, yer ve beslenme için rekabet mekanizması ikili kültür çalışmalarında ortaya koymuşlardır. Entegre

hastalık yönetiminde nonpatojen *Fusarium* spp.'nin kullanılabilmesi için patojen *Fusarium* izolatına karşı sistemik uyarılmış dayanıklılığın diğer mekanizmaları ve biyo-etkinliği *in vivo* çalışmalarla belirlenmesi gerektiğini ifade etmişlerdir (Raghunandan et al., 2014). Benzer şekilde, Patil et al. (2011)'nin yaptıkları çalışmada, *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*'nin gelişimini nonpatojen türlerin engellediği ifade edilmiştir. Bu nonpatojen *Fusarium* izolatları (Fu4, Fu3, Fu24 ve Fu25) patojenin gelişimini % 32-40 oranında engellediği ve en iyi etkiyi Fu25 izolatının gösterdiğini belirtmişlerdir. Nohutta *Fusarium* solgunluk hastalığına karşı nonpatojen olan 110 *Fusarium* spp.'nin *in vitro*'da antagonistik etkisini belirlemek amacıyla yürütülen bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre, çalışmada kullanılan nonpatojen *Fusarium* izolatlarının *Fusarium oxysporum* 'un misel gelişimini farklı oranlarda engellediği bulunmuştur. O nedenle bu izolatların *in vivo*'da da denenmesi ve ümit var sonuçlar elde edildiğinde ise, biyolojik mücadelede bu nonpatojen *Fusarium* spp. izolatlarının potansiyel antagonist mikroorganizmalar olarak kullanılabilmesi ve hastalık yoğunluğunu baskı altına alabileceği düşünülmektedir. Biyokontrol ajanları içinde nonpatojen *Fusarium* türleri, *Fusarium* solgunluğuna karşı biyolojik mücadelede en çok kullanılan antagonistler olarak bilinmektedir. Bu çalışma ile nohutta *Fusarium* solgunluğuna karşı nonpatojen *Fusarium* spp.'lerin *in vitro*'da antagonistik etkisinin tam olarak bilinmemesi nedeniyle ve günümüze kadar bu konuyla ilgili biyolojik mücadelesi üzerine daha önce bir çalışma yapılmadığı ortaya konmuştur.

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Uşak ili nohut üretim alanlarında *Fusarium* spp.'nin neden olduğu solgunluk ve kök çürüklüğü hastalığının yüksek düzeyde yaygın olduğu ve önemli ürün kayıplarına yol açtığı gözlenmiştir. Ülkemizde nohut üretim alanlarında solgunluk etmenlerin tespiti, tanınması ve çeşitlere karşı duyarlılığı konusunda birçok çalışma yapılmış olmasına karşın bu hastalık etmeni ile mücadelede nonpatojen *Fusarium* spp.'nin kullanılması ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ayrıca Ege Bölgesi nohut üretiminin yaklaşık % 51,11'ini karşılayan Uşak ilinde bu solgunluk etmenlerinin tespiti ve bu etmenlerin tescilli nohut çeşitlerine karşı duyarlılıklarının belirlenmesine yönelik detaylı bir çalışma yürütülmediği için bu bakımdan da oldukça önemlidir. Bunlara ilaveten yörede daha önce nohut üretim alanlarında diğer fungal etmenlerin tespiti ile ilgili kapsamlı bir çalışma yapılmamıştır.

2018 ve 2019 yıllarında yürütülen bu çalışma ile önemli üretim alanına sahip olan Merkez, Banaz ve Ulubey ilçelerindeki nohutlarda solgunluğa sebep olan hastalık etmenleri tespit edilmiştir. Her iki üretim sezonunda 2 486 da'lık alanı temsil eden, 164 tarlada gözlem yapılmış ve bu alanın 2 016 da'lık kısmını oluşturan 141 tarlanın (% 85,97) *Fusarium* solgunluk hastalığı ile enfekteli olduğu belirlenmiştir. İzolasyon çalışmaları sonucunda nohut bitkisinden elde edilen funguslar mikroskopta incelenmiş ve cins düzeyinde tanınması yapılmıştır. Morfolojik özelliklerine göre yapılan tanılama çalışmalarında *Alternaria* sp., *Cladosporium* sp., *Chaetomium* sp., *Cylindrocarpon* sp., *Epicoccum* sp., *Fusarium* sp., *Macrophomina phaseolina*, *Rhizoctonia* sp. ve *Thielaviopsis* sp. elde edilmiştir. 2018 ve 2019 yıllarında nohut bitkilerinden yapılan izolasyon çalışmaları sonunda 5 031 izolat elde edilmiş ve bu izolatların % 70,64'ünü *Fusarium* spp. izolatının oluşturduğu saptanmıştır. 3 554 *Fusarium* sp. izolatı arasında 278 temsilci *Fusarium* sp. izolatı seçilerek petrielerde ön patojenisite testine tabi tutulmuştur. Yapılan patojenisite çalışmaları sonucunda izolatların % 60,43'ünün (168) patojen, 110 izolatın ise patojen olmadığı belirlenmiştir.

Ön patojenisite çalışmaları sonucunda oluşan belirtilere göre, patojen olduğu gözlenen izolatların (100 *Fusarium* sp. izolatı) ILC 482 çeşidinde patojenisite çalışmaları yürütülmüştür. Her iki üretim sezonunda *Fusarium* spp. izolatları ile yapılan patojenisite testi sonucunda hastalık indeksi 54 izolatta 1.1-3.0, 24 izolatta 0-1, ve 22 izolatta 3.1-4.0 olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla seçilen 100 izolatın da patojen oldukları belirlenmiştir.

*Fusarium* spp. izolatlarının morfolojik ve kültürel özelliklerine göre tanılamaları yapılmıştır. *Fusarium* izolatlarının, makroskopik ve mikroskopik incelemeleri sonunda, izolatların % 61'i *Fusarium oxysporum*, % 17'si *F. solani*, % 13'ü *F. proliferatum*, % 3'ü *F. verticilloides* ve % 6'sı da *Fusarium* spp. olarak tanılanmıştır.

Çeşit reaksiyonu çalışmalarında, ülkemizde yaygın olarak üretimi yapılan tescilli nohut çeşitlerinin (cv. Akçin, Azkan, Canitez 87, Işık 05, Gökçe, İnci, Akça, Çakır, Yaşa 05, Hisar, Diyar 95, Menemen 92, İzmir 92, Sarı-98, Cevdetbey, Aydın 92, Küsmen, Uzunlu, Er 99) virülensliği yüksek olan 4 *Fusarium* türüne (*F. oxysporum*, *F. solani*, *F. proliferatum* ve *F. verticilloides*) karşı duyarlılıkları belirlenmiştir. Ayrıca sürgün boyu ve kök uzunluğu ölçülmüş, bitki sürgün ve bitki kök yaş/kuru ağırlıkları da tartılmıştır. Yapılan reaksiyon denemesi sonucunda *Fusarium oxyporum* izolatına karşı tüm çeşitler hassas olarak bulunurken, *F. solani*, *F. verticilloides* ve *F. proliferatum* izolatlarına karşı ise tüm çeşitler tolerant olarak bulunmuştur. Kontrol grubuna göre bütün *Fusarium* türleri bitkilerin kök ve sürgün yaş ve kuru ağırlıklarında azalmaya, sürgün boyu ve kök uzunluklarında da kıalmaya sebep olmuşlardır.

Virülensliği yüksek olan *F. oxyporum* izolatına karşı 110 nonpatojen *Fusarium* spp. izolatının antogonistik aktivitesinin farklı zamanlarda (3, 5, 7, 9 gün) denendiği çalışmada miseliyal gelişimi farklılaşmış üç grup elde edilmiştir. I. kümede yer alan izolatlar en düşük antogonistik etkiye sahipken, III. kümede yer alan izolatların en yüksek antogonistik etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. II. kümede yer alan izolatlar ise I. kümeye göre daha yüksek antogonistik etki göstermiştir. Ayrıca oluşan her 3 küme de de engelleme yüzdesi aritmetik olarak artmış ve her nonpatojen için en iyi engelleme 9. günde kaydedilmiştir.

Sonuç olarak;

- Bu çalışma kapsamında, Uşak ili nohut üretim alanlarında *Fusarium solgunluk* hastalığının önemli fungal problemlerden biri olduğu belirlenmiştir. Fungus yaşamını, ölü bitki artıklarında veya tohumda (hilum) klamidospore aracılığı ile en az 6 yıl devam ettirmekte ve ekim nöbetinin uygulanmadığı alanlarda çok tahripkar sonuçlara neden olabilmektedir. Patojenin yayılımı ise insan faaliyeti, makine, su veya rüzgar yoluyla yada patojenle bulaşık toprak veya bitki parçacıklarının dağılımıyla olmaktadır. Bu nedenle üreticilere toprak kökenli patojenlerin mücadelesindeki zorluklar ve ekim nöbetinin önemi açıklanmalı ve kültürel önlemlerin kullanımıyla ilgili bilgiler verilmelidir.

- *Fusarium*'un farklı patojenik ırklarının olması ve herhangi bir adaptasyon durumunda yeni ırkların ortaya çıkma durumu dayanıklı çeşit kullanımını oldukça sınırlamaktadır. Elde edilen sonuçlara göre; nonpatojen *Fusarium* spp. izolatlarının patojenin *in vitro*'da misel gelişimini engelleyerek bir başarı sağlamış olması, daha sonra yapılacak çalışmalarda, bu izolatların *in vivo*'da *Fusarium oxysporum*'a karşı antagonistik etkinliklerinin tespit edilmesi ve patojene karşı kullandığı etki mekanizmalarının da belirlenmesi ve ayrıca diğer antagonistlerle de kombinasyonlarının kullanılması ileride yapılacak çalışmalar için önemli bir basamak oluşturacaktır. Nohutta *Fusarium* solgunluk hastalığına karşı etkin bulunan *Fusarium* spp.'lerin biyoförmülasyonunun hazırlanarak pratikte kullanıma sunulabilmesi çalışmanın önemini daha da artıracaktır.
- İslah çalışmalarına ağırlık verilmeli ve dayanıklı çeşitlerin kullanımı teşvik edilmelidir. Ancak patojenlerin farklı genetik yapıya sahip oldukları düşünüldüğünde genetik yapıda meydana gelen mutasyon ve rekombinasyonlar dayanıklılığın bozulmasına neden olmaktadır. Dayanıklılığın farklı bölgelerde farklılık göstermesi nedeniyle çeşitlerin farklı üretim alanlarında denenmesi gerekmektedir.
- Bölgede bulunan elde edilen bu solgunluk etmenlerinin moleküler karakterizasyonunun yapılması ve nohutta *Fusarium* solgunluğuna neden olan *Fusarium oxysporum* f. sp *ciceris*'in ırklarının belirlenmesi ayrıca elde edilen patojen ve nonpatojen izolatların vejetatif uyum gruplarının (VCG) da belirlenmesi bu hastalıkla mücadelede önemli adımlar atılmasını sağlayacaktır. Bölgemizde belirlenen ırklara yörede yetiştirilen çeşitlerin çeşit reaksiyonları belirlenerek, dayanıklı, tolereant ve hassas çeşitler ortaya konmalıdır.

## KAYNAKLAR

- Abeyasinghe, S., 2006, "Biological control of *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-cucumerinum*, the causal agent of root and stem rot of *Cucumis sativus* by nonpathogenic *Fusarium oxysporum*", *Ruhuna Journal of Science*, 1: 24-31.
- Abou-Zeid, N. M. and Hallila, H., 2003, "Current status of chickpea diseases in Egypt. In: International Chickpea Conference Chickpea Research for Millennium Raipur, *Chhattisgarh*, India, 156-166.
- Ahmad, F., Gaur, P. M. and Croser, J., 2005, "Chickpea (*Cicer arietinum* L.). In: Genetic resources, chromosome engineering and crop improvement", Singh, R. J., Jauhar, P. P. (Eds.). Grain legumes: Vol. 1. Boca Raton: CRC Press. 187-217.
- Aime, S., Alabouvette, C., Steinberg, C. and Olivain, C., 2013, "The endophytic strain *Fusarium oxysporum* Fo47: A good candidate for priming the defense responses in tomato roots", *MPMI*, 26 (8): 918-926.
- Akçin, A., 1988, "Yemeklik Tane Baklagiller", *Selçuk Üniversitesi Yayınları*, Konya.
- Alabouvette, C., Lemanceau, P. and Steinberg, C., 1993, "Recent advances in biological control of fusarium wilts", *Pesticide Sciences*, 37: 365-373.
- Al-Taae A. K., Hadwan H. A. and Al-Jobory S. A. E., 2013, "Physiological races of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* in Iraq", *Journal of Life Sciences*, 7: 1070-1075.
- Altınok, H. H., 2009, "Activation of systemic disease resistance by acibenzolar-Smethyl and a nonpathogen *Fusarium oxysporum melonis* (FOM) strain against Fusarium wilt disease in eggplant seedlings", *J. Turk. Phytopath.*, 38 (1-3): 21-32.
- Anonymous, 2008. Common names of plant diseases. Diseases of chickpea. The American phytopathologysociety.
- Ardıç, M., 2006, "Bor toksisitesinin nohut (*Cicer arietinum* L.) bitkisinde bazı fizyolojik ve biyokimyasal özellikler üzerindeki etkileri", Doktora Tezi, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Eskişehir, 323-331.
- Arvayo-Ortiz, R. M., Esqueda, M., Acedo-Flix, E., Sanchez, A. and Gutierrez, A., 2011, "Morphological variability and races of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* associated with chickpea (*Cicer arietinum*) crops", *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 6 (1):114-121.
- Atalay, E., 2009, "Türkiye'deki tescilli nohut (*C. arietinum* L.) çeşitlerinin ve bazı nohut genotiplerinin demir uygulamalarına gösterdikleri tepkilerin ve genetik akrabalık

- derecelerinin belirlenmesi", Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 1-221.
- Atasagun, M., 2009, "Konya ilinde nohut antraknozu (*Ascochyta rabiei* (Pass.) Labr.)'nun durumu ve mücadele olanakları", Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 1-89.
- Aydın, M. H. and İnal, B., 2019, "Genetic characterization and virulence of *Fusarium* spp. isolated from chickpea", *Cellular and Molecular Biology*, 65 (1): 56-60.
- Baayen, R. P., O'Donnell, K., Bonants, P. J. M., Cigelnik, E., Kroon, L. P. N. M., Roebroek, E. J. A. and Waalwijk, C., 2000, "Gene genealogies and AFLP analyses in the *Fusarium oxysporum* complex identify monophyletic and nonmonophyletic formae speciales causing wilt and rot disease", *Phytopathology*, 90: 891-900.
- Bakhsh, A., Malik, S. R., Aslam, M., Iqbal, U. and Haqqani, A. M., 2007, "Response of chickpea genotypes to irrigated and rain-fed conditions", *International Journal of Agriculture and Biology*, 9 (4): 590-593.
- Barnett, H. L. and Hunter, B. B., 1972, "Illustrated Genera of Imperfect Fungi", Third Edition, Minneapolis, 218.
- Basbagci, G., Unal, F., Uysal, A. and Dolar, S., 2019, "Identification and pathogenicity of *Rhizoctonia solani* AG-4 causing root rot on chickpea in Turkey", *Spanish Journal of Agricultural Research*, 17 (2):1007-1019.
- Bayrak, H., Önder, M. ve Gezgin, S., 2005, "Bor uygulamasının nohut çeşitlerinde verim ve bazı verim unsurlarına etkileri", *S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (35): 66-74.
- Bayraktar, H., 2006, "Nohutlarda kök çürüklüğüne sebep olan funguslar arasındaki genetik farklılığın moleküler yöntemlerle incelenmesi", Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 1-100.
- Bayraktar, H. and Dolar, F. S., 2009, "Genetic diversity of wilt and root rot pathogens of chickpea as assessed by RAPD and ISSR", *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 33, 1-10.
- Bayraktar, H. and Dolar, F.S., 2012, "Pathogenic variability of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* isolates from chickpea in Turkey", *Pakistan. Journal of Botany*, 44 (2): 821-823.
- Bayraktar, H., Dolar, F. S. and Maden, S., 2008, "Use of RAPD and ISSR markers in detection of genetic variation and population structure among *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* isolates on chickpea in Turkey", *Journal of Phytopathology*, 156, 146-154.



- Benhamou, N., Garand, C. and Goulet, A., 2002, "Ability of nonpathogenic *Fusarium oxysporum* strain Fo47 to induce resistance against *Pythium ultimum* infection in cucumber", *Applied and Environmental Microbiology*, 68 (8): 4044-4060.
- Beniwal, S. P. S., Ahmed, S. and Gorfu, D., 1992, "Wilt/root rot diseases of chickpea in Ethiopia", *Tropical Pest Management*, 38 (1): 48-51.
- Bhagyawant, S. S. and Srivastana, N., 2008, "Genetic fingerprinting of chickpea (*Cicer arietinum* L.) germplasm using ISSR markers and their relationships", *African Journal of Biotechnology*, 7 (24): 4428-4431.
- Bhatti, M. A., Ali, S. and Khan, I. U, 1985, "Comparative pathogenicity of fungi associated with wilt of chickpea, with special reference to *Verticillium albo-atrum* R & B.", *Tropical Pest Management*, 31 (4).
- Booth, C., 1971, "*Fusarium* a laboratory guide to the identification of the major species", C.M.I., Kew surrey, England, 58.
- Bora, T. ve Karaca, İ., 1970, "Kültür Bitkilerinde Hastalığın ve Zararın Ölçülmesi. E.Ü. Ziraat Fakültesi Yardımcı Ders Kitabı", *E.Ü. Matbaası*, Bornova.
- Bremer, H., 1948, "Türkiye Fitopatolojisi", Cilt II, *Tarım Bakanlığı Neşriyat Müdürlüğü*, Ankara, 237.
- Burgess, L. W., Summerell, B. A., Backhouse, D., Benyon, F. and Levic, J., 1996, "Biodiversity and population studies in *Fusarium*", *Sydowia*, 48 (1): 1-11.
- Cachinero, J. M., Hervas, A., Jimenez-Diaz, R. M. and Tena, M., 2002, "Plant defence reactions against fusarium wilt in chickpea induced by incompatible race 0 of *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris* and nonhost isolates of *F. oxysporum*", *Plant Pathology*, 51: 765-776.
- Castro, P., Millian, T. and Merida, J., 2011, "Identification of chickpea cultivars by microsatellite markers", *Journal of Agricultural Science*, 149: 451-460.
- Castro, P., Rubio, J., Millán, T., Gil, J. and Cobos, M. J., 2012, "Fusarium wilt in chickpea: General aspect and molecular breeding. In *Fusarium: Epidemiology, Environmental Sources and Prevention*", Rios, T.F., Ortega, E.R., Eds.; Nova Science Publishers: New York, NY, USA, 101-122.
- Cunnington, J., Lindbeck, K. and Jones, R. H., 2007, "National diagnostic protocol for the detection of *Fusarium* wilt of chickpea (*Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris*)", *Plant Health Australia: Canberra, Australia*.
- Delen, S., 2007, "Bazı *Fusarium* Türlerinin Teşhisini Kolaylaştırmaya Yönelik Bilgisayar Programı", Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 1-163.

- Demirci, E., Eken, C. and Kantar, F., 1998, "Wilt and root rot pathogens of chickpea cv. Aziziye-94", *Journal of Plant Pathology*, 80 (2): 175.
- Demirci, E., Eken, C. ve Kantar, F., 1999, "Pathogenicity of wilt and root rot pathogens of chickpea cv. Aziziye-94", *Journal of Turkish Phytopathology*, 28: 25-32.
- Dolar, F. S., 1995, "Evaluation of some chickpea cultivars for resistance to *Ascochyta rabiei* (Pass.) Labr., *Fusarium oxysporum* and *Fusarium solani* in Turkey", *The Journal of Turkish Phytopathology*, 24: 15-22.
- Dolar, F. S., 1996, 'Survey of chickpea disease in Ankara, Turkey", *Int. Chickpea and Pigeonpea Newsl.*, 3: 35-34.
- Dolar, F. S., 1997, "Determination of the races of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* in Ankara province of Turkey", *Journal of Turkish Phytopathology*, 26 (1): 11-15.
- Dubey, S. C., Sing, S. R. and Singh, B., 2010, "Morphological and pathogenic variability of Indian isolates of *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris* causing chickpea wilt", *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 43 (2):174-190.
- Düzdemir, O. ve Akdağ, C. 2007, "Bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin genotip x çevre interaksiyonlarının belirlenmesi", *G.O.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24 (1): 27-34.
- Edel-Hermann, V., Aime, S., Cordier, C., Olivain, C., Steinberg, C. and Alabouvette, C., 2011, "Development of a strain specific realtime PCR assay for the detection and quantification of the biological control agent Fo47 in root tissues", *FEMS Microbiology Letters*, 322 (1):34-40.
- Erzurum, K. and Maden, S., 1995, "Evolution of various treatments of inducing resistance to *Fusarium* wilt on melon", *J. Turk. Phytopathol.*, 24 (3): 121-134.
- Eser, D., 1978, "Yemeklik Dane Baklagiller Ders Rotosu", *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, Ankara, 98.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2020, "Food and Agriculture Data" [http://: www.faostat.fao. org.](http://www.faostat.fao.org)
- Fravel, D. R. and Larkin, R. P., 2002, "Reduction of *Fusarium* wilt of hydroponically-grow basil by *Fusarium oxysporum* strain CS20", *Crop Protection*, 21 (7): 539-543.
- Fravel, D., Olivain, C. and Alabouvette, C., 2002, "*Fusarium oxysporum* and its biocontrol", *New Phytologist*, 157 (3): 493-502.
- Fuch, J. G., Moenne, L. Y. and Defago, G., 1999, "Ability of nonpathogenic *Fusarium oxysporum* strain Fo47 to protect tomato against fusarium wilts", *Biological Control*, 14: 105-110.

- Fuchs, J. G., Loccoz, Y. M. and Defago, G., 1997, "Nonpathogenic *Fusarium oxysporum* strain Fo47 induces resistance to Fusarium wilt in tomato", *Plant Dis.*, 81: 492-496.
- Garibaldi, A., Brunatti, F. and Gullino, M. L., 1986, "Suppression of Fusarium wilt of carnation by competitive nonpathogenic strains of Fusaria", *Medical Fac Landbouw Rijksuniv Gent*, 51 (2): 633-638.
- Gautam, P., Singh, S., Ghosh, D. and Saxena, A. K., 2014, "Targeted yield approach for optimizing the fertilizer prescriptions for chickpea", *International Journal of Basic and Applied Agricultural Research*, 12 (1): 65-67.
- Gerlach, K. S., Bentley, S., Moore, N. Y., Aitken, E. A . B. and Pegg, K. G., 1999, "Investigation of Nonpathogenic Strains of *Fusarium oxysporum* for Suppression of Fusarium Wilt of Banana in Australia", 28. In: Alabouvette C, ed. Second International Fusarium Workshop. Dijon, France:INRACMSE, 54.
- Gessler, C. and Kuc, J., 1982, "Induction of resistance to Fusarium wilt in cucumber by root and foliar pathogens", *Phytopathology*, 72: 1439-1441.
- Gunes, A., Cicek, N., Inal, A., Alpaslan, M., Eraslan, F., Guneri, E., and Guzelordu, T., 2006, "Genotypic response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars to drought stress implemented at pre-and post-anthesis stages and its relations with nutrient uptake and efficiency" *Plant Soil Environment*, 52 (8): 368-376.
- Gupta, O. M., Khare, M. N. and Kotasthane, S. R., 1986, "Variability among six isolates of *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris* causing vascular wilt of chickpea", *Indian Phytopathology*, 39: 279-81.
- Gupta, O., Kotasthane, S. R. and Khare, M. N., 1987, "Factors influencing epidemiology of vascular wilt of chickpea", *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 57: 86-91.
- Hajarpour, A., Soltani, A., Zeinali, E., and Sayyedi, F., 2014, "Potential benefits from adaptation to climate change in chickpea", *TI Journals:Agriculture Science Developments*, 3 (7): 230-236.
- Haware, M. P., Nene, Y. L. and Rajeswari, R., 1978, "Eradication of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* transmitted in chickpea seed", *Phytopathology*, 68: 1364-1368.
- Haware, M. P. and Nene, Y. L., 1980, "Influence of wilt and different growth stages on yield loss in chickpea", *Trop. Grain Legum. Bull.*, 19: 38-40.
- Haware, M. P. and Nene, Y. L., 1982a, "Races of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri*", *Plant Disease*, 66: 809-810.
- Haware, M. P. and Nene, Y. L., 1982b, "Symptomless carriers of the chickpea wilt Fusarium", *Plant Disease*, 66: 250-251.

- Haware, M. P., Nene, Y. L. and Natarajan, M., 1996, "The survival of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* in the soil in the absence of chickpea", *Phytopathologia Mediterranea*, 35 (1): 9-12.
- Hervas, A., Landa, B., Datnoff, L. E. and Jimenez-Diaz, R. M., 1998, "Effects of commercial and indigenous microorganisms on Fusarium wilt development in chickpea", *Biological Control*, 13: 166-176.
- Hervas, A., Landa, B. and Jimenez-Diaz, R. M., 1997, "Influence of chickpea genotype and *Bacillus* sp. on protection from Fusarium wilt by seed treatment with nonpathogenic *Fusarium oxysporum*", *European Journal of Plant Pathology*, 103: 631-642.
- Hervas, A., Trapero-Casas, J. L. and Jimenez-Diaz, R. M., 1995, "Induced resistance against Fusarium wilt of chickpea by nonpathogenic races of *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris* and nonpathogenic isolates *F. oxysporum*", *Plant Disease*, 79:1110-1116.
- Honda, M. and Kawakub, Y. 1998, "Control of Fusarium basal rot of rakkyo (*Allium chinense*) by nonpathogenic *Fusarium moniliforme* and *Fusarium oxysporum*", *Soil Microorganisms*, 51: 13-18.
- Infantino, A., Kharrat, M., Riccioni, L., Coyne, C., J., Mcphee K. E. and Grünwald, N., J., 2006, "Screening techniques and sources of resistance to root diseases in cool season food legumes", *Euphytica*, 147: 201-221.
- Jalali, B. L. and Chand, H., 1992, Chickpea wilt. pp. 420-444 in: Plant diseases of International Importance. Vol.1. Diseases of cereals and pulses. U.S. Singh, Mukhopadhyay AN, Kumar J, Chaube HS, eds. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Jendoubi, W., Bouhadida, M., Boukteb, A., Beji, M. And Kharrat, M., 2017, "Fusarium wilt affecting chickpea crop", *Agriculture*, 7 (3): 23.
- Jimenez-Díaz, R. M., Basallote-Ureba, M. J. and Rapoport, H., 1989, "Colonization and pathogenesis in chickpea infected by races of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris*", In: Tjamos, E.C., Beckman, C. (Eds.), Vascular Wilt Diseases of Plants, vol. H28. Springer-Verlag, Berlin, Germany, 113-121.
- Jiménez-Díaz, R. M., Castillo, P., del Mar Jiménez-Gasco, M., Landa, B. B. and Navas-Cortés, J. A., 2015, "Fusarium wilt of chickpeas: Biology, ecology and management", *Crop Protection*, 73: 16-27.
- Jimenez Diaz, R. M., Jimenez Gasco, M. M., Landa, B. B., Castillo, P. and Navas-Cortes, J. A., 2011, "Fusarium Wilt of chickpea. In Compendium of Chickpea and Lentil Diseases and Pests", Chen, W., Sharma, H.C., Muehlbauer, F.J., Eds.; *The American Phytopathological Society*, St. Paul, MN, USA.
- Jiménez-Gasco, M. M. and Jiménez-Díaz, R. M., 2003, "Development of a specific polymerase chain reaction based assay for the identification of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* and its pathogenic races 0, 1A, 5, and 6", *Phytopathology*, 93: 200-209.

- Joshi, M., Srivastava, R., Sharma, A. K. and Prakash, A., 2012, "Screening of resistant varieties and antagonistic *Fusarium oxysporum* for biocontrol of Fusarium wilt of chilli", *J. Plant Pathol. Microbiology*, 3 (5): 1-6.
- Kaiser, W. J., Alcala-Jimenez, A. R., Hervas-Vargas, A., Trapero-Casas, J. L. and Jimenez-Diaz, R. M., 1994, "Screening of wild Cicer species for resistance to races 0 and 5 of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris*", *Plant Disease.*, 78: 962-967.
- Katsube, K., Akasaka, Y. and Nakatani, F. 1994, "Biocontrol of Fusarium wilt of spinach by using nonpathogenic *Fusarium oxysporum*", 2. Investigation of inoculation methods. *Annals of Reporter Plant Protection North Japan*, 445: 72-75.
- Katsube, K. and Akasaka, Y. 1997, "Control of Fusarium wilt of spinach by transplanting seedlings pretreated with nonpathogenic *Fusarium oxysporum*", *Japanese Journal of Phytopathology*, 63: 389-394.
- Kaur, R., Kaur, J. and Singh, R. S., 2010, "Nonpathogenic Fusarium as a biological control agent", *Plant Pathology*, 9 (3): 79- 91.
- Kaur, R., Kaur, J., Singh, R. S. and Alabouvette, C., 2007, "Biological control of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* by nonpathogenic Fusarium and fluorescent *Pseudomonas*", *Internartional Journal of Botany*, 3 (1):114-117.
- Kaur, A., 2014, "Variability in *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris*, the incitant of chickpea (*Cicer arietinum*) wilt", Doktora Tezi, *Punjab Agricultural University*, Ludhiana, 1-71.
- Knights, E. J., Southwell, R. J., Schwinghamer, M. W. and Harden, S., 2008, "Resistance to *Phytophthora medicaginis* Hansen and Maxwell in wild Cicer species and its use in breeding root rot resistant chickpea (*Cicer arietinum* L.)", *Australian Journal of Agricultural Research*, 59: 383-387.
- Kocalar, H., 2020, "Türkiye’de nohut yetiştiriciliği yapılan bölgelerde solgunluk ve sararmaya neden olan *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris*’in patojenik karakterizasyonu ve vejetatif uyum gruplarının belirlenmesi", Doktora Tezi, *Gaziantep Üniversitesi*, 1-260.
- Kumar, A., Lal, H. C. and Akhtar, J., 2012, "Morphological and pathogenic characterization of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* causing wilt of chickpea", *Indian Phytopathology*, 65 (1):64-66.
- Ladizinsky, G., 1975, "A new *Cicer* L. from Turkey", *Notes Roy Bot Gard Edinburgh*, 34 (2): 201-202.
- Landa, B. B., Navas-Cortes, J. A., Hervas, A. and Jimenez-Diaz, R. M., 2001, "Influence of temperature and inoculum density of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* on

- suppression of Fusarium wilt of chickpea by rhizosphere bacteria", *Phytopathology*, 91: 807-816.
- Landa, B.B., Navas-Cortes, J.A. and Jimenez-Diaz, R.M., 2004, "Integrated management of Fusarium wilt of chickpea with sowing date, host resistance, and biological control", *Phytopathology*, 94: 946-960.
- Larkin, R. P. and Fravel, D. R., 1998, "Efficacy of various fungal and bacterial biocontrol organism for control of Fusarium wilt of tomato", *Plant Disease*, 82: 1022-1028.
- Larkin, R. P., Hopkins, D. L. and Martin, F. N., 1993, "Ecology of *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* in soils suppressive and conducive to Fusarium wilt of watermelon", *Phytopathology*, 83: 1105- 1116.
- Larkin, R. P., Hopkins, D. L. and Martin, F. N., 1996, "Suppression of fusarium wilt of watermelon by nonpathogenic *Fusarium oxysporum* and other microorganisms recovered from a disease suppressive soil", *Phytopathology*, 86: 812-819.
- Leisso, R., Miller, Z., Jacobsen, B. and Burrows, M., 2011, "Pathogenicity of *Fusarium* spp. to chickpea seed and seedlings (*Cicer arietinum* L.)", *Canadian Journal of Plant Pathology*, 33 (3):400-409.
- Lemanceau, P. and Alabouvette, C. 1991, "Biological control of fusarium diseases by fluorescent *Pseudomonas* and nonpathogenic *Fusarium*", *Crop Protection*, 10: 279-286.
- Leslie, J. F. and Summerell, B. A., 2006, "The Fusarium Laboratory Manual", Blackwell Publishing.
- Linchevskii, I. A., 1948, "*Cicer* L. (Fabaceae)", In: Komarov, V.L., Shishkin, B.K. and Bobrov, B.A., (eds.), *Flora USSR*, 13: 294-309.
- Mabberley, D. J., 2008, "*Cicer* L. Mabberley's Plant-Book", A Portable Dictionary of Plants, Their Classification and Uses. Cambridge: Cambridge University Press.
- Maden, S., 1987, "Seed-borne fungal diseases of chickpea in Turkey", *J. Turk. Phytopath.*, 16 (1): 1-8.
- Maden, S., 2007, "Nohutla *Fusarium* solgunluğu (*Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris*) ve *Ascochyta* yanıklığının (*Ascochyta rabiei*) moleküler yöntemlerle hızlı tanısı, patotiplerinin ayrımı, moleküler karakterizasyonları", *Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri*, Ankara, 1-24.
- Magie, R. O. 1980, "Fusarium disease of gladioli controlled by inoculation of corms with nonpathogenic *Fusaria*", *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 93: 172-175.

- Mandeel, Q. and Baker, R., 1991, "Mechanisms involved in biological control of *Fusarium* wilt of cucumber with strains of nonpathogenic *Fusarium oxysporum*", *Phytopathology*, 81: 462-469.
- Mandhare, V. K, Suryawanshi, A. V and Jamadagni, B. M., 2007, "Variability among the isolates of *Fusarium* spp. causing chickpea wilt in Maharashtra", *Madras Agric. J.*, 94: (1-6):136-138.
- Martin, A., 2004, "Yerli nohut çeşitlerinin *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris* ırklarına karşı reaksiyonları", Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 1-42.
- Metin, A., 2012, "Nohut çeşitlerinde SSR varyasyonu ve genetik ilişkilerin değerlendirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Bozok Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yozgat, 1-65.
- Minuto, A., Migheli, Q. and Garibaldi, A., 1995, "Evaluation of antagonistic strains of *Fusarium* spp. in the biological and integrated control of *Fusarium* wilt of cyclamen", *Crop Protection*, 14: 221-226.
- Minuto, A., Minuto, G., Migheli, Q., Mocioni, M. and Gullino, M. L., 1997a, "Effect of antagonistic *Fusarium* spp. and of different commercial biofungicide formulations on *Fusarium* wilt of basil (*Ocimum basilicum* L.)", *Crop Protection*, 16: 765-769.
- Minuto, A., Migheli, Q. and Garibaldi, A. 1997b, "Evulation of antagonistic strains of *Fusarium* spp. in the biological and integrated control of *Fusarium* wilt of cyclamen", *Crop Protection*, 14: 221-226.
- Mohammad, A. and Srivastava, M., 2013, "Morphological variability and pathogenic reactions of *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceri* isolates to cultivars of Chickpea", *Ann Plant Protect Science*, 5: 345-48.
- Navas-Cortés, J. A., Hau, B. and Jiménez-Díaz, R. M., 2000, "Yield loss in chickpeas in relation to development of *Fusarium* wilt epidemics", *Phytopathology*, 90: 1269–1278.
- Nel, B., Steinberg, C., Labuschagne, N. and Viljoen, A., 2006, "The potential of nonpathogenic *Fusarium oxysporum* and other biological control organisms for suppressing *Fusarium* wilt of banana", *Plant Pathology*, 55:217-223.
- Nelson, P. E., Toussoun, T. A. and Marasas, W. F . O., 1983, "*Fusarium* Species", An Illustrated Manual for Identifitaction the Pennsylvania State University Press, 193, University Park and London.
- Nene, Y. L. and Haware M. P., 1980, "Screening chickpea for resistance to wilt. Plant Pathologist, International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT), ICRISAT Patancheru P.O., Andhra Pradesh 502 324, India.

- Nene, Y. L., Sheila, V. K. and Sharma, S. B., 1996, "A world list of chickpea and pigeonpea pathogens", 5 th edn. Patancheru 502 324 Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi Arid Tropics, 27.
- Ogawa, K. and Komada, H., 1984, "Biological control of Fusarium wilt of sweet potato by nonpathogenic *Fusarium oxysporum*", *Japanese Journal of Phytopathology*, 50:1-9.
- Ogawa, K. and Komada, H. 1985, "Biological control of Fusarium wilt of sweet potato with cross-protection by prior inoculation with nonpathogenic *Fusarium oxysporum*", *Japan Agricultural Research Quarterly*, 19 (1) :20-25.
- Özer, S. M., Karaköy, T., Toklu, F. and Özkan, H., 2010, "Nutritional and physicochemical variation in Turkish kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) landraces", *Euphytica*, 175: 237-249.
- Patil, P. D., Mehetre, S. S., Mandare, V. K. and Dake, G. N., 2005, "Pathogenic variation among *Fusarium* isolates associated with wilt of chick-pea (*Cicer arietinum* L.)", *Ann Plant Protect Science*, 13: 427-30.
- Patil, U., Sriram, S. and Savitha, M. J., 2011, "Evaluation of nonpathogenic *Fusarium* for antagonistic activity against *Fusarium* wilt of tomatos", *Journal of Biological Control*, 25 (2):118-123.
- Paulitz, T. C., Park, C. S. and Baker, R., 1987, "Biological control of *Fusarium* wilt of cucumber with nonpathogenic isolates of *Fusarium oxysporum*", *Canadian Journal of Microbiology*, 33 (5): 349-353.
- Peters, R. D. and Grau, C. R., 2002, "Inoculation with nonpathogenic *Fusarium solani* increases severity of pea root rot caused by *Aphanomyces euteiches*", *Plant Disease*, 86: 411-414.
- Postma, J. and Rattink, H., 1992, "Biological control of *Fusarium* wilt of carnation with a nonpathogenic isolate of *Fusarium oxysporum*", *Canadian Journal of Botany*, 70: 1199-1205.
- Raghunandan, B. L., Naik, L. K and Shivaprakash, M. K., 2014, "Studies on nonpathogenic *Fusarium* spp. for their biocontrol activity against *Fusarium* wilt pathogen of watermelon under *in vitro*", *Mysore Journal of Agricultural Sciences*, 48 (1):16-23.
- Reddy, M. V., Raju, T. N. and Pundir, R .P .S. 1991, "Evaluation of wild *Cicer* accessions for resistance to wilt and root rots", *Indian Phytopathology*, 44 (3):388-391.
- Rouxel, F., Alabouvette, C. and Louvet, J. 1979, "Recherches sur la resistance des sols aux maladies. IV – Mise en evidence du role des *Fusarium* autochtones dans la resistance dun sol ala Fusariose vasculaire du Melon", *Annales de Phytopathologie*, 11: 199-207.



- Schneider, R. W., 1984, "Effects of nonpathogenic strains of *Fusarium oxysporum* on celery root infection by *Fusarium oxysporum* f. sp. *apii* and a novel use of the line weaver-burk double reciprocal plt technique", *Phytopathology*, 74: 646-653.
- Sepetoğlu, H., 2006, Tarla Bitkileri I., Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No: 569, Ege Üniv. Basımevi Yayınları, 79-107 s.
- Sethy, N. K., Shokeen, B., Edwards, K. J. and Bhatia, S., 2006, "Development of microsatellite markers and analysis of intraspecific genetic variability in chickpea (*Cicer arietinum* L.)", *Theor. Appl. Genet.*, 112: 1416-1428.
- Sharma, B. L., Gupta, R. N. and Gupta, J. S., 1983, "Studies on survey of wilt and root rot incidence of *Cicer arietinum* in Northern region of Madhya Pradesh", *Indian Phytopath.* 36 (1): 82-84.
- Sharma, K. D., Chen, W. and Muehlbauer, F. J., 2005, "Genetics of chickpea resistance to five races of Fusarium wilt and a concise set of race differentials for *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris*", *Plants Disease Published by The American Phytopathological Society*, 385-390.
- Shehabu, M., Ahmed, S. and Sakhuja, P. K., 2008, "Pathogenic variability in Ethiopian isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* and reaction of chickpea improved varieties to the isolates", *International Journal of Pest Management*, 54 (2):143-149.
- Shishido, M., Miwa, C., Usami, T., Amemiya, Y. and Johnson, K. B., 2005, "Biological control efficiency of Fusarium wilt of tomato by nonpathogenic *Fusarium oxysporum* FoB2 in different environments", *Phytopathology*, 95 (9): 1072-1080.
- Singh, R. S., Kaur, J., Kaur, R. and Alabouvette, C., 2002a, "Effect of amendment with farm yard manure on biocontrol potentiality of nonpathogenic Fusarium against chickpea wilt", *Plant Disease*, 17: 207- 207.
- Singh, R. S., Kaur, J., Kaur, R. and Alabouvette, C., 2002b, "The Role of nonpathogenic Fusarium in biocontrol of Fusarium wilts", *University of Mysore*, 150- 151.
- Singh, B. K., Srivastava, M. and Narain, U., 2003a, "Evaluation of biogenets *Rhizoctonia bataticola* causing chickpea dry root rot", *Journal of Farm Sciences*, 12: 48-49.
- Singh, R., Prasad, C. D., Singhal, V. and Randhawa, G. J., 2003b, "Assessment of genetic diversity in chickpea cultivars using RAPD, AFLP and STMS markers", *Journal of Genetics and Breeding*, 57: 165-174.
- Singh, B. P., Saikia R., Yadav, M., Singh, R., Chauhan, V. S. and Arora, D. K., 2006, "Molecular characterization of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* causing wilt of chickpea", *African Journal of Biotechnology*, 5 (6):497-502.

- Singh, R., Sharma, P., Varshney, R. K., Sharma, S.K. and Singh, N.K., 2008, "Chickpea improvement: Role of wild species and genetic markers", *Biotechnology and Genetic Engineering Reviews*, 25: 267-314.
- Singh, R. K., Abul, H. and Chaudhary, R. G., 2010, "Variability in *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris* causing wilt in chickpea", *Arch Phytopathology Plant Protect*, 43: 987-995.
- Singh, S., Singh, I., Kapoor, K., Gaur, P. M., Chaturvedi, S. K., Singh, N. P. and Sandhu, J. S., 2014, Chickpea. In Broadening the Genetic Base of Grain Legumes; *National Bureau of Plant Genetic Resources*: New Delhi, India.
- Singh, R. P. and Singh, B. K., 2015, "Amino acid spectra in larval instars of *Helicoverpa armigera* on chickpea raised on organic manure and chemical fertilizer NPK", *Indian Journal of Plant Protection*, 43 (1): 28-33.
- Soran., H., 1977, "The fungus disease situation of edible legumes in Turkey", *Journal of Turkish Pytopathology*, 6 (1): 1-7.
- Snyder, W. C. and Hansen, H. N., 1940, "The species concept in *Fusarium*", *American Journal of Botany*, 27: 64-67.
- Şehirali, S., Çiftçi, C. Y., Küsmenoğlu, I., Ünver, S. ve Yorgancılar, Ö., 1995, "Yemelik baklagiller tüketim projeksiyonları ve üretim hedefleri", *T.C. Ziraat Bankası Kültür Yayınları*, 449-466.
- Tabanlı, F., 2016, "Ülkemizde geliştirilen tescilli nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinde *Ascochyta* yanıklığına karşı direncin moleküler belirteçler (STMS, RAPD, ISSR) ile araştırılması", Yüksek Lisans Tezi, *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 1-73.
- Tamietti, G. and Alabouvette, C., 1986, "Resistance de sols aux maladies: XIII-Role des *Fusarium oxysporum* nonpathogenes dans les mecanismes de resistance dun sol de noirmoutier aux fuseieses vasculares", *Agronomie*, 6: 541-548.
- Tamietti, G. and Pramotton, R., 1990, "La receptivite des sols aux fusarioses vasculaires: Rapports entre resistance et microrolle aotuchtone avec reference particuliere aux *Fusarium* nonpathogens", *Agronomie*, 10: 69-76.
- Tekeoğlu, M., Özkılınç, H., Tunalı, B., Küsmenoğlu, B. and 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.
- Tezuka, N. and Makino, T. 1991, "Biological control of *Fusarium* wilt of strawberry by nonpathogenic *Fusarium oxysporum* isolated from strawberry", *Annals of Phytopathology Society of Japan*, 57: 506-511.

- Thongkamngam, T. and Jaenaksorn, T. 2017, "*Fusarium oxysporum* (F221-B) as biocontrol agent against plant pathogenic fungi *in vitro* and in hydroponics", *Plant Protect. Science*, 53 (2): 85-95.
- Townsend, C. C., 1966, "*Cicer* L. (Fabaceae)", In: Townsend, C.C., Guest, E., (eds.), *Flora of Iraq*, Baghdad, 3: 505-512.
- Trapero-Casas, A. and Jimenez-Diaz, R. M., 1985, "Fungal wilt and root rot disease of chickpea in Southern Spain", *Phytopathology*, 75: 1146-1151.
- Türkiye İstatistik Kurumu, 2020, "Bitkisel Üretim İstatistikleri" <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>.
- Upadhyaya, H. D., Dwivedi, S. L., Baum, M., Varshaney, R. K., Udupa, S. M., Gowda, C. L., Hoisington, D. and Singh, S., 2008, "Genetic structure, diversity and allelic richness in composite collection and reference set in chickpea (*Cicer arietinum* L.)", *BMC Plant Biology*, 8: 106, 2008.
- Upadhyaya, H. D., Thudi, M., Dronovalli, N. and Gujaria, N., 2011, "Genomic tools and germplasm diversity for chickpea improvement", *Plant Genetic Resources*, 9 (1): 45-58.
- Van der Maesen, L. J. G., 1987, "Origin, history and taxonomy of chickpea", In: Saxena M.C. and Singh K.B. (eds.), *The Chickpea*, 11–34, Wallingford, CAB International Publication, UK.
- Van Der Maesen, L. J. G., Maxted, N., Javadi, F., Coles, S. and Davies, A. M. R., 2007, "Taxonomy of the genus *Cicer* revisited", In *Chickpea Breeding and Management CAB International*, 14-46.
- Westerlund, F. V., Campbell, R. N. and Kimble, K. A. 1974, "Fungal root rots and wilt of chickpea in California", *Phytopathology*, 64: 432-436.
- Yıldırım, Ü. ve Güldür, M. E., 2019, "Tescilli nohut çeşitlerinde *Fusarium* dayanıklılığının belirlenmesi", *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 23 (2): 218-225.
- Yiğit, F., 2001, "Common Names of some plant diseases and their causal agents", Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Böl., Konya.
- Yiğit, F., Arıkan, K. ve Balaban, Y. Y., 2007, "Patojen olmayan *Fusarium* türleri ile domateste *Fusarium* kök çürüklüğü hastalığının biyolojik kontrolü üzerinde bir araştırma", *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21 (42): 59-63.
- Yücel, S. ve Güncü, M., 1991, "Akdeniz Bölgesi yemeklik baklagillerinde görülen fungal hastalıklar", *Bitki Koruma Bülteni*, 31, 19-30. Zohary, D. and Hopf, M., 2000, "Domestication of Plants in the Old World: the Origin and Spread of Cultivated Plants in West Asia, Europe, and the Nile Valley", *Oxford University Press*, Oxford, 316.

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : DİLMAÇ Merve

Uyruğu : T.C.

Doğum tarihi ve yeri :

Medeni hali : Evli

Telefon

e-mail

### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Uşak Üniversitesi/Lisansüstü Eğitim Enstitüsü/Tarım Bilimleri Anabilim Dalı	2020
Lisans	Uşak Üniversitesi/Bitki Koruma Bölümü	2017
Lise	Gazi Anadolu Lisesi	2013

### Yabancı Dil

İngilizce, Almanca

### Yayınlar

**Uluslararası Hakemli 2018**, DİNLER HAVVA, Günay Merve, Determination of Fungal Agents in Some Vegetables Seeds in Greenhouse Production Areas in Uşak Province, International Journal of Agriculture and Forestry.

**Uluslararası Hakemli 2020**, DİLMAÇ Merve, DİNLER HAVVA, KAKİ BARIŞ, Non patojen *Fusarium* spp.'lerinin Nohutta *Fusarium* Solgunluğuna Karşı in vitro Koşullarda Antagonistik Etkilerinin Belirlenmesi, Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi