

***Fusarium culmorum* ile ENFEKTELİ BUĞDAY  
TOHUMLARINDA FUNGİSİTLERİN  
PATOJEN ÜZERİNE ETKİSİNİN  
BELİRLENMESİ**

**Füsun SUKUT**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Bitki Koruma Anabilim Dalı**

**Danışman: Dr. Öğretim Üyesi N. DESEN KÖYCÜ**

**2018**

**T.C.**

**NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

***Fusarium culmorum* ile ENFEKTELİ**

**BUĞDAY TOHUMLARINDA FUNGİSİTLERİN PATOJEN ÜZERİNE  
ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

**Füsun SUKUT**

**BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN: Dr. Öğretim Üyesi NAGEHAN DESEN KÖYCÜ**

**TEKİRDAĞ-2018**

**Her hakkı saklıdır.**

Dr. Öğretim Üyesi NAGEHAN DESEN KÖYCÜ danışmanlığında, Füsun SUKUT tarafından hazırlanan “*Fusarium culmorum* ile Enfekteli Buğday Tohumlarında Fungisitlerin Patojen Üzerine Etkisinin Belirlenmesi” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Bitki Koruma Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Dr. Öğretim Üyesi Nagehan Desen KÖYCÜ

*İmza :*

Üye : Prof. Dr. Nuray ÖZER

*İmza :*

Üye : Prof. Dr. Fikret DEMİRCİ

*İmza :*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU

**Enstitü Müdürü**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### *Fusarium culmorum* İLE ENFEKTELİ BUĞDAY TOHUMLARINDA FUNGİSİTLERİN PATOJEN ÜZERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

**Füsun SUKUT**

Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Nagehan Desen KÖYÇÜ

Bu çalışmada, *Fusarium culmorum*'un tarla koşullarında fungusitlere maruziyeti sonucu triticonazole+pyraclostrobin, prothioconazole+tebuconazole etkili maddeli fungusitlere duyarlılığı ve *F. culmorum* ile enfekteli F-85 buğday tohumlarına triticonazole+pyraclostrobin, prothioconazole+tebuconazole uygulamasının fide gelişimi üzerine etkisi tespit edilmiştir. *Fusarium culmorum*'un tarla koşullarında fungusit maruziyeti sonrası EC<sub>50</sub> (µg/ml) değerlerinin değiştiği ve prothioconazole+tebuconazole için EC<sub>50</sub> (µg/ml) değerlerinin triticonazole+pyraclostrobin'e göre daha fazla dalgalanma gösterdiği tespit edilmiştir. Fungisitlerin patojenin spor verimi üzerine etkisi olmadığı ancak, spor yapısında bozulmalara neden olduğu tespit edilmiştir. Tohumda triticonazole+pyraclostrobin uygulamasının prothioconazole+tebuconazole göre daha etkili olduğu ve tohumun çimlenme oranında önemli (P<0.05) bir artışa, hastalık şiddetinin de ise önemli (P<0.05) bir düşüşe neden olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** *Fusarium culmorum*, buğday, tebuconazole, triticonazole, prothioconazole, pyraclostrobin

2018, 78 sayfa

## **ABSTRACT**

Msc. Thesis

### **DETERMINATION OF FUNGICIDES EFFECTS TO PATHOGEN IN WHEAT SEEDS INFECTED BY *Fusarium culmorum***

**Füsun SUKUT**

Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Plant Protection

Supervisor: Dr. Nagehan Desen KÖYCÜ

The sensitivity of *Fusarium culmorum* to the triticonazole+pyraclostrobin, prothioconazole+tebuconazole fungicides following the fungicide applications under field conditions were determined in this study. In addition the effect of triticonazole+pyraclostrobin, prothioconazole+tebuconazole application to F-85 wheat seeds infected with *F. culmorum* was assessed at seedling stage. The EC<sub>50</sub> (µg/ml) values were changed after the exposure to the fungicide. It was noted that the EC<sub>50</sub> (µg/ml) levels of prothioconazole+tebuconazole displayed more fluctuations compared to the triticonazole+pyraclostrobin. Fungicides had no effects on the spore productivity of the pathogen, however, they caused degenerations in the spore structure. The triticonazole+pyraclostrobin application to seed was more effective than prothioconazole+tebuconazole and led to the increased rates of germination of seed significantly (P<0.05) after fungicide application and to a significant (P<0.05) decrease in the disease severity.

**Keywords:** *Fusarium culmorum*, wheat, tebuconazole, triticonazole, prothioconazole, pyraclostrobin

**2018, 78 pages**

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT .....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ÇİZELGE DİZİNİ.....	iv
ŞEKİL DİZİNİ.....	v
SİMGELER DİZİNİ .....	vii
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. LİTERATÜR ÖZETLERİ .....</b>	<b>4</b>
2.1. <i>F. culmorum</i> (W.G. Smith) Sacc. ....	4
2.2. <i>F. culmorum</i> 'un yaygınlığı ve patojenisitesi .....	7
2.3. Kimyasal Mücadelesi .....	17
<b>3. MATERYAL VE METOD .....</b>	<b>24</b>
3.1. Materyal.....	24
3.1.1. Bitki Materyali.....	24
3.1.2. Fungisitler .....	24
3.1.3. <i>F. culmorum</i> izolatları .....	26
3.2. Metod.....	27
3.2.1. <i>F. culmorum</i> ile enfekteli bitki materyalinin elde edilmesi.....	27
3.2.2. <i>F. culmorum</i> S-14 izolatının alt-kültürlerinin elde edilmesi .....	29
3.2.3. <i>F. culmorum</i> izolatlarının fungusitlere duyarlılığı .....	29
3.2.4. İzolatların miselyal gelişme hızı.....	29
3.2.5. Fungisitlerin <i>F. culmorum</i> Üzerine Etkisi .....	31
3.2.5.1. <i>In vitro</i> testler .....	31
3.2.5.2. <i>In vivo</i> testler .....	32
3.2.6. İstatistik değerlendirme .....	34
<b>4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....</b>	<b>35</b>
4.1. <i>F. culmorum</i> İzolatlarının Fungisitlere Duyarlılığı .....	35
4.1.1. Fungisitlerin izolatların koloni gelişimini engellemesi .....	35
4.1.2. Fungisitlerin izolatların miselyal gelişimi üzerine etkisi.....	41
4.1.3. Fungisitlerin izolatların spor yapısına etkisi.....	44
4.2. İzolatların Miselyal Gelişme Hızı.....	45
4.3. Fungisitlerin <i>F. culmorum</i> Üzerine Etkisi .....	49
4.3.1. <i>In vitro</i> testler .....	49
4.3.2. <i>In vivo</i> testler .....	55
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>63</b>
<b>6. KAYNAKLAR.....</b>	<b>65</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>72</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>77</b>
<b>TEŞEKKÜR.....</b>	<b>78</b>

## ÇİZELGE DİZİNİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
Çizelge 3.1. Denemede kullanılan fungusitler ve özellikleri .....	25
Çizelge 3.2. Denemede kullanılan <i>F. culmorum</i> S-14 alt-kültür izolatları.....	26
Çizelge 3.3. Tarla koşullarında buğdayın çiçeklenme döneminde kullanılan fungusitler .....	28
Çizelge 4.2. <i>F. culmorum</i> S-14 ve alt-kültür TFM, TFY, TFR izolatlarının fungusitsiz besi ortamında miselyal gelişim hızları (cm/gün).....	46

## ŞEKİL DİZİNİ

### Sayfa

Şekil 1.1. Dünyadaki buğday üretiminin kıtalara göre dağılımı (Anonim 2016).....	1
Şekil 2.1. <i>F. culmorum</i> 'un makrokonidileri (a) ve misel gelişimi (b) .....	4
Şekil 2.2. <i>F. culmorum</i> 'un buğdayda kök boğazında neden olduğu nekrozlar .....	5
Şekil 2.3. Buğdayda <i>F. culmorum</i> 'un başak enfeksiyonu (a), enfekteli dane (b) .....	6
Şekil 3.1. İzolatların fungusitli PDA besi ortamına ekimi .....	30
Şekil 3.2. Hastalık şiddetinin değerlendirilmesinde kullanılan tanımsal skala .....	32
Şekil 3.3. Tohumların saksıya ekimi .....	33
Şekil 4.1. İzolatların triticonazole+pyraclostrobin (a) ve prothioconazole+tebuconazole (b) etkili maddeli karışım fungusit içeren besi ortamındaki koloni gelişimi.....	35
Şekil 4.2. <i>F. culmorum</i> S-14 ve alt-kültür TFM izolatlarının EC <sub>50</sub> (µg/ml ) değerleri.....	38
Şekil 4.3. <i>F. culmorum</i> S-14 ve alt-kültür TFY izolatlarının EC <sub>50</sub> (µg/ml) değerleri.....	38
Şekil 4.4. <i>F. culmorum</i> S-14 ve alt-kültür TFR izolatlarının EC <sub>50</sub> (µg/ml) değerleri .....	38
Şekil 4.5. Alt-kültür izolatların fungusitlere göre EC <sub>50</sub> (µg/ml) değerlerindeki dağılımı.....	39
Şekil 4.6. Alt-kültür TFM izolatlarının MIC (µg/ml) değerleri .....	43
Şekil 4.7. Alt-kültür TFY izolatlarının MIC (µg/ml) değerleri.....	43
Şekil 4.8. Alt-kültür TFR izolatlarının MIC (µg/ml) değerleri .....	43
Şekil 4.9. a) Fungisitsiz besi ortamında konidiospor gelişimi b) Fungisitlerin izolatların konidiospor yapısında meydana getirdiği deformasyonlar .....	44
Şekil 4.10. Alt-kültür TFM, TFY ve TFR izolatlarının miselyal gelişme hızları ile triticonazole+pyraclostrobin ve prothioconazole+tebuconazole için EC <sub>50</sub> değerleri arasındaki korelasyon.....	48
Şekil 4.11. Tohumların kök ve koleoptil gelişimi a) negatif kontrol, b) pozitif kontrol, c) triticonazole+pyraclostrobin .....	49
Şekil 4.12. <i>F. culmorum</i> ile enfekteli buğday tohumlarının çimlenmesi .....	50
Şekil 4.13. <i>F. culmorum</i> ile enfekteli buğday tohumlarının kök ve koleoptil kısımlarında görülen nekrozlar .....	51
Şekil 4.14. Fungisitlerin enfekteli tohumda çimlenmeye (%) etkisi .....	52
Şekil 4.15. Fungisitlerin enfekteli tohumda kök ve koleoptil uzunluğuna (cm) etkisi.....	53



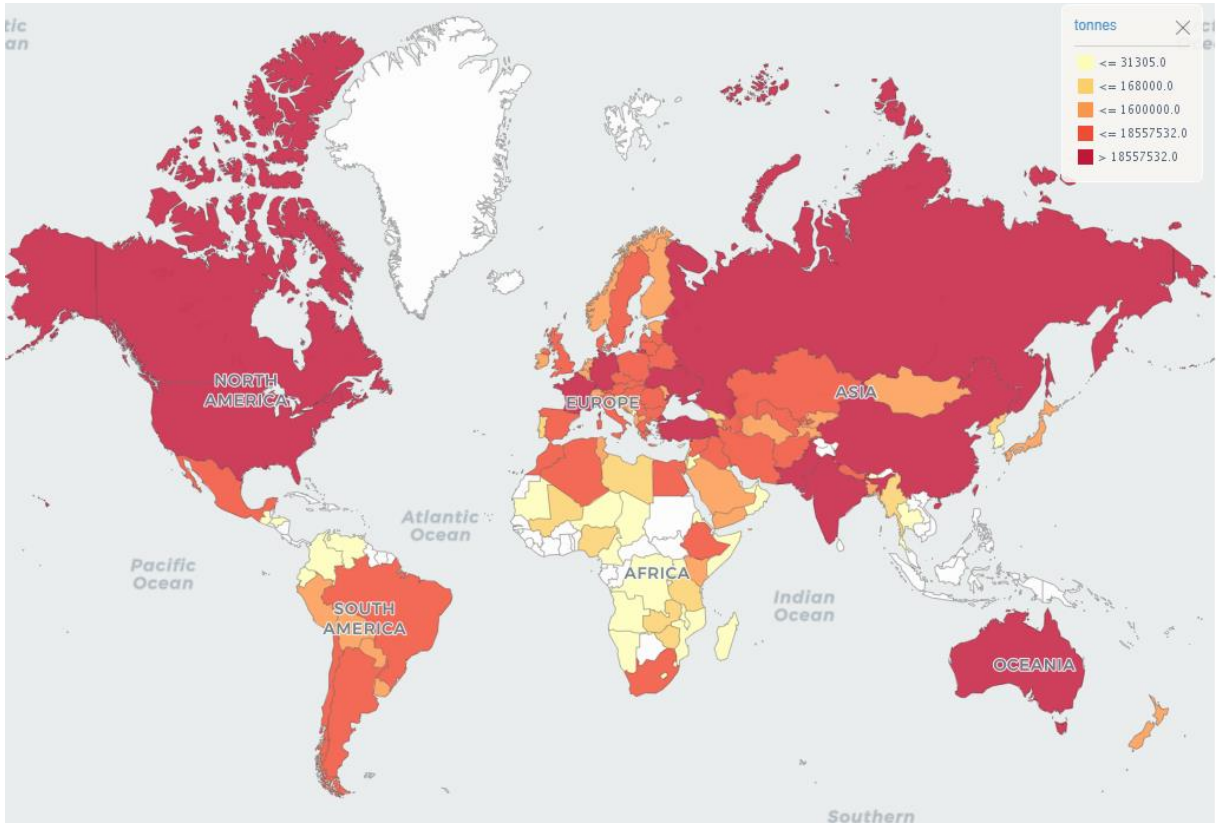
Şekil 4.16. Fungisitlerin enfekteli tohumda hastalığın gelişimine (%) etkisi.....	54
Şekil 4.17. Fide çıkışı a) negatif kontrol, b) pozitif kontrol c) triticonazole+pyraclostrobin...	55
Şekil 4.18. Fidelerin kök-kökboğaz gelişimi a) negatif kontrol b) pozitif kontrol c) triticonazole+pyraclostrobin .....	56
Şekil 4.19. Triticonazole+pyraclostrobin'in fide çıkış oranı (%) üzerine etkisi. ....	57
Şekil 4.20. Triticonazole+pyraclostrobin'in bitki boyu (cm) üzerine etkisi .....	58
Şekil 4.21. Triticonazole+pyraclostrobin'in yaş ağırlık (g) üzerine etkisi .....	59
Şekil 4.22. Triticonazole+pyraclostrobin'in kuru ağırlık (g) üzerine etkisi .....	60
Şekil 4.23. Triticonazole+pyraclostrobin'in hastalık şiddeti (%) üzerine etkisi .....	61

## SİMGELER DİZİNİ

cm	: Santimetre
da	: Dekar
DON	: Deoksinivalenol
EC <sub>50</sub>	: Miselyal gelişmeyi %50 engelleyen doz
FRAC	: Fungisitlere Dayanıklılık Komitesi
g	: Gram
kg	: Kilogram
L	: Litre
µg	: Mikrogram
µm	: Mikrometre
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
MIC	: Minimum Engelleme Konsantrasyonu
NaOCl	: Sodyum hipoklorit
NIV	: Nivalenol
PDA	: Patates dextrose agar
°C	: Santigrat derece
ZEA	: Zearalenone

## 1. GİRİŞ

Buğday (*Triticum* spp.), başta unlu mamuller olmak üzere birçok gıda ve sanayi sektöründe, insan beslenmesinde kullanılan kültür bitkileri arasında dünyada ekiliş ve üretim bakımından önemli bir yere sahiptir. Dünyadaki tahıl üretiminin %26'sını oluşturarak, 220 milyon hektarlık alanda 749 milyon tonluk üretimle 8. sırada yer almaktadır (Şekil 1.1). Üretimin %43.6'sını Asya, %33.4'ünü Avrupa, %16.9'unu Amerika, %3.1'ini Afrika sağlamaktadır. Dünyada, buğday üretiminde lider olan ilk 10 ülke Çin, Hindistan, Rusya, ABD, Kanada, Fransa, Ukrayna, Pakistan, Almanya ve Avustralya olarak sıralanmaktadır (Anonim 2016).



Şekil 1.1. Dünyadaki buğday üretiminin kıtalara göre dağılımı (Anonim 2016)

Buğday dünya nüfusunda bitkisel kaynaklı besinlerden sağlanan toplam kalorisinin yaklaşık %20'sini, ülkemizde ise %60'ını karşılamaktadır (Anonim 2003). Ülkemizde üretimi yapılan tahıllar içerisinde %58.5 oranıyla en büyük paya sahip olan ve tahıl üretimi yapılan tarım alanlarının üçte birini oluşturan önemli bir kültür bitkisidir (Anonim 2003, Anonim 2017). Buğdayın ekim alanı ve üretimi açısından Orta Anadolu ilk sırada yer alırken, bu sırayı Batı Anadolu, Güneydoğu Anadolu, Batı Marmara, Akdeniz, Batı Karadeniz, Ege, Doğu Marmara, Ortadoğu Anadolu, Kuzeydoğu Anadolu, Doğu Karadeniz takip etmektedir. Marmara Bölgesi'nde, Orta Anadolu Bölgesi kadar üretim alanı olmamasına rağmen verimli toprak yapısına sahip olması nedeniyle dekara alınan verim 380 kg ile Türkiye ortalamasının (280 kg) oldukça üstündedir (Anonim 2017). Ancak buğday üretiminde ürün kayıplarının olduğu ve bu kayıplarda toprak işleme, tohumluk materyalinin seçimi, ekim ve hasat döneminde meydana gelen uygulama hatalarının yanı sıra, abiyotik ve biyotik faktörlerin etkili olduğu bilinmektedir. Ürün kayıplarında önemli bir paya sahip olan biyotik faktörlerin başında ise kök, kök boğazı, sap ve başak hastalıkları gelmektedir. Buğdayın kök ve kök boğazında çürüklüğe, sap kısmında yanıklığa veya çürüklüğe neden olan fungal etmenler *Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Pythium* spp., *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*, *Bipolaris sorokiniana*, *Pseudocercospora herpotrichoides* ve *Alternaria* türleri olarak tespit edilmiştir (Wiese 1987). Bu etmenler içerisinde *Fusarium* spp.'nin, bölgeden bölgeye değişebilen nemli iklim koşullarında, farklı konukçularda ve hasat artıklarında saprofit olarak gelişebilen bir patojen olması, kök, kök boğazında ve başaklarda şiddetli enfeksiyonlar meydana getirmesi dünyada ve ülkemizde bu cinsi önemli kılmaktadır (Hill ve ark. 1983, Wojciechowski ve ark. 1997, Aktaş ve ark. 2000, Bateman ve Murray 2001, Demirci 2003, Backhouse ve ark. 2004, Uçkun ve Yıldız 2004, Tunalı ve ark. 2008, Karadeniz 2014). *Fusarium* türleri içerisinde de *F. culmorum* dünyada ve ülkemizde buğday yetiştirilen alanlarda yaygın ve önemli bir patojen tür olarak tespit edilmiştir (Cook 1980, Snijders 1989, Parry ve ark. 1995, Haidukowski ve ark. 2005, Araz ve ark. 2009, Kammoun ve ark. 2010, Pancaldi ve ark. 2010, Arıcı ve ark. 2013, Scherm ve ark. 2013). Buğdayın, çiçeklenme döneminde tohum taslağının enfeksiyonunda *Fusarium* türleri içerisinde *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. nivale*, *F. avenaceum*'un neden olduğu açıklansa da, başak yanıklığına yaygın olarak *F. graminearum* ve *F. culmorum*'un neden olduğu bildirilmiştir (Wang ve Miller 1988, Erkan 1998, Uyanık 2008). *F. culmorum*'un kök, kök boğazı, sap ve başakta şiddetli enfeksiyonlara neden olması, başaklanma döneminde daneler üzerinde trikojen toksinlerden deoksivalenol (DON) ve nivalenol (NIV) toksinlerini üretmesi (Pasquali ve ark. 2016), çimlenme oranında, karbonhidrat, protein ve bin dane ağırlığındaki kayıplara neden olması

patojeni daha da önemli kılmaktadır (Finci 1979, Mert Türk ve ark. 2013, Mert Türk ve Karanfil 2013, Tunail 2000). Bununla birlikte ülkemizde üretimi yapılan buğday çeşitleri içerisinde *Fusarium culmorum*'a tam dayanıklı buğday çeşidi bulunmamaktadır (Muratçavuşoğlu ve Hancıoğlu 1995, Aktaş ve ark. 2000, Demirci 2003, Arıcı ve Koç 2004, Hekimhan ve ark. 2005, Kılınç ve ark. 2008, Akgül 2008, Araz ve ark. 2010, Arıcı ve ark. 2013, Karadeniz 2014, Köycü ve Özer 2014). Şiddetli enfeksiyonlar sonucu verim kayıplarının bazı bölgelerde %34-50 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Finci 1979, Bağcı ve ark. 2001, Hekimhan ve ark. 2005). Üstelik buğday çeşitleri arasında *F. culmorum*'a karşı reaksiyonları açısından farklılıkların olması, toprak işleme ile hastalık etmeninin tam anlamıyla elemine edilememesi, üretim alanlarında buğday-mısır, buğday-ayçiçeği şeklinde yapılan münavebelerin yetersiz kalması, gereğinden fazla azotlu gübrelemenin kullanılması ve ani sıcaklık-nem değişimlerinin etkisiyle *Fusarium culmorum*'un buğdayda kök, kök boğazı, sap ve başakta meydana getirdiği şiddetli enfeksiyonlar sonucu ekonomik verim kayıplarının önlenmesinde tohum ve yeşil aksam ilaçlamasını zorunlu hale getirmiştir. Bununla birlikte ülkemizde buğdayda *Fusarium spp.*'ne karşı tohum ilaçlamasında 205.9 g/L carboxin+205.9 g/L thiram; 60 g/L prochloraz+20 g/L triticonazole; 150 g/L prothioconazole+20 g/L tebuconazole; 80 g/L triticonazole+40 g/L pyraclostrobin etkili maddeli fungusitler olarak az sayıda ruhsatlı fungusit bulunmaktadır.

*Fusarium culmorum* FRAC (Fungisitlere Dayanıklılık Komitesi) listesinde düşük dayanıklılık riski bulunan fitopatojen funguslar içerisinde yer almasına rağmen bu komitenin yayınladığı raporda tatlı patatesten bu patojenin methyl benzimidazole dithiocarbamate fungusit grubuna dayanıklılık kazandığı bildirilmiştir (Anonim 2018). Ancak buğdayda bu konu ile ilgili herhangi bir bilgi bulunmamaktadır.

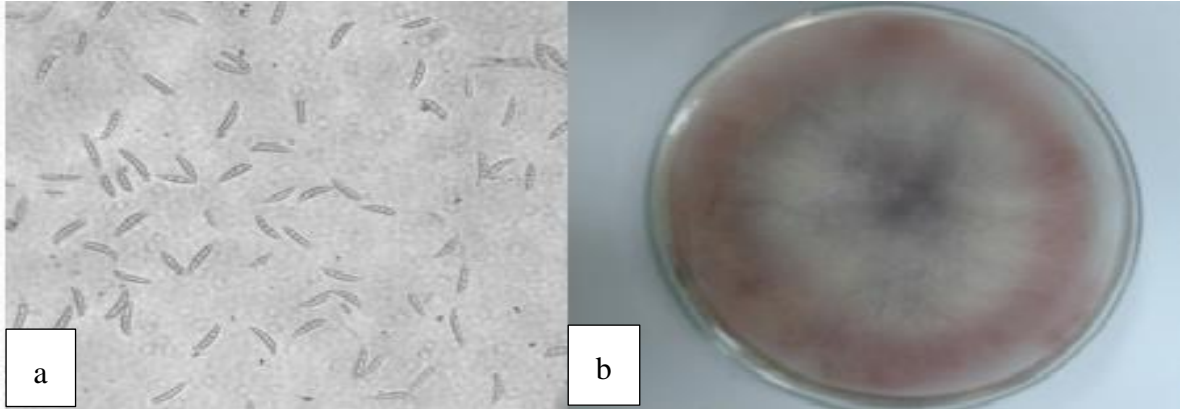
*F. culmorum* Trakya Bölgesi'nde buğdayda en yaygın patojen olarak tespit edilmiştir (Tunalı ve ark. 2008, Hekimhan 2010, Köycü ve Özer 2014). Bölgemizde patojenin fungusite maruziyeti sonucu oluşan duyarlılık düzeyleri ve uygulanan fungusitlerin patojen üzerine etkisi konusunda yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle *F. culmorum*'un tarla koşullarında uygulanan fungusitlere maruziyeti sonucu duyarlılığının belirlenmesi ve fungusitlerin patojen üzerine etkisinin tespit edilmesi tezin amacını oluşturmuştur.

## 2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

*Fusarium culmorum* (W.G. Smith) Sacc. geniş bir konukçuya sahiptir. Başta buğday, arpa, yulaf, çavdar, mısır, sorgum, çeşitli çim bitkileri ve buna ek olarak, şeker pancarı, keten, karanfil, fasulye, bezelye, kuşkonmaz, kırmızı yonca, pırasa, ladin, çilek ve patates diğer konukçularıdır (Scherm ve ark. 2013). Buğdayın kök, kök boğazı, sap çürüklüğüne ve başak yanıklığına neden olan önemli bir patojenidir (Cook 1980, Hil ve ark. 1983, Parry ve ark. 1995, Bateman ve Murray 2001, Pettitt ve Parry 2003, Wang ve ark. 2006, Miedaner ve ark. 2008, Treikale ve ark. 2010).

### 2.1. *F. culmorum* (W.G. Smith) Sacc.

*F. culmorum* (W.G. Smith) Sacc. laboratuvar şartlarında PDA (Patates Dekstroz Agar) besi ortamında 25<sup>0</sup>C sıcaklıkta hızlı koloni gelişimi göstererek (1.2-2.6 cm/gün) üstten görünümü açık sarı veya kırmızı renkte alttan görünümünde ise karmen kırmızısından bordo rengine değişen koyu kırmızı bir misel tabakası oluşturur (Şekil 2.1). *F. culmorum*'un makrokonidileri kalın duvarlı, kısa ventral ve dorsal yüzeyde kıvrımlara sahip, 3-5 bölmeli ve 5-7.5 X 30-50 µm uzunluğunda ve ayak hücrelerine sahiptir. Mikro-konidileri yoktur. Bol miktarda sporodokiyumu vardır. Klamidosporları genel olarak yaygın olmamakla birlikte çoğunlukla hiflerin ortasında bulunarak oval şekilde, tek ve ya zincir halindedir (Dill-Macky 2010).



Şekil 2.1. *F. culmorum*'un makrokonidileri (a) ve misel gelişimi (b)

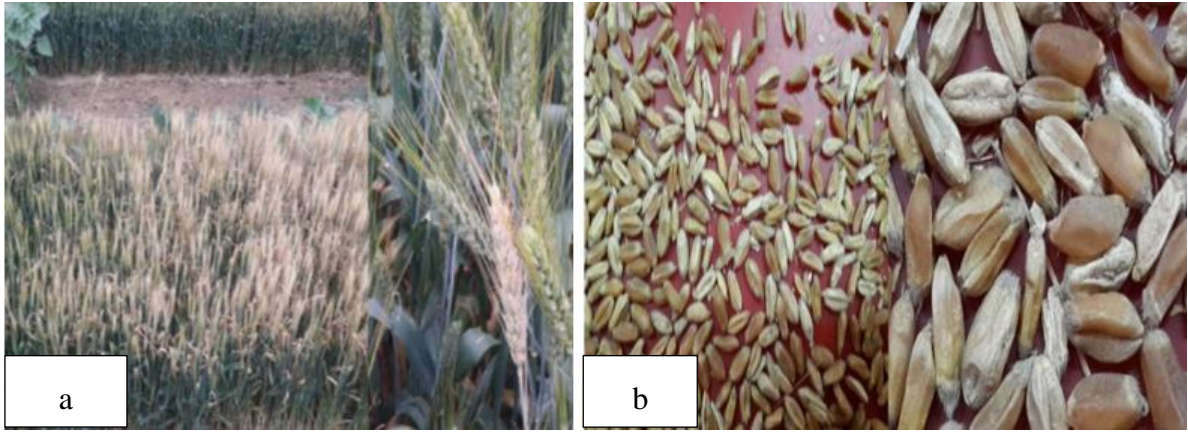
Konidilerin veya uzun süre canlılığını sürdüren klamidosporların çimlenmesiyle bitkide tohumların çimlendiği dönemden başak çıkışının başladığı döneme kadar, enfeksiyonlarını meydana getirebilmektedir. *Fusarium culmorum* tohum/toprak yoluyla taşınabilmekte, kök-kök boğazı ve sap çürüklüğüne neden olmasının yanı sıra başak yanıklığına da neden olmaktadır. Kök ve kök boğazı çürüklüğü daha çok ağır ve zayıf topraklarda bitkilerin kök, kök boğazı ve sap kısmında şeritler halinde uzayan ya da tüm sapı tamamen sarmış kahverengi lekeler şeklinde görülür. Özellikle nemli ve ılıman iklim koşullarına sahip bölgelerde *F. culmorum* yaygın olarak görülebilmektedir (Cook 1980, Snijders 1989, Arıcı 2006). Tohum kaynaklı enfeksiyonlarda fide döneminde sararma veya ölümler gözlenmektedir. Fide döneminde hastalığa yakalanmayan bitkiler enfeksiyonun yoğunluğuna ve hastalığın seyrine göre bazen buğdayın yaprak kınına ve gövdede ise 4. ve hatta 5. boğuma kadar ilerleyerek buğday sapının bal rengini almasına neden olmaktadır (Şekil 2.2).



**Şekil 2.2.** *F. culmorum*'un buğdayda kök boğazında neden olduğu nekrozlar



*Fusarium culmorum*'un klamidosporlarının toprakta 3-4 yıl süreyle canlılıklarını sürdürebilmeleri ve hasat artıklarında kışı geçirebilmesi enfeksiyonların daha çok bitkinin koleoptil ve kök boğazında ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Enfeksiyon belirtileri bitkinin gelişmesiyle beraber kardeşlenme dönemi sonrasında da gözlenmektedir. Bitkilerdeki transpirasyon hızının artışına bağlı olarak ortaya çıkan su stresi ile birlikte bitkilerde beyaz başak oluşumu gözlenmektedir. *Fusarium* başak yanıklığına ise ılık, nemli bölgelerde rastlanmakta ve genellikle yağışlı döneme denk gelen çiçeklenme döneminde buğdayın tohum taslağına yerleşerek fakültatif-saprofit olarak yaşayabilmesi sonucu uygun koşullar olduğunda da enfeksiyonu başlatabilmektedir. Enfeksiyon sonrasında bir veya birden fazla başakçığın beyazlaması veya vaktinden önce olgunlaştığı ve başakların süt olum devresi sonrasında hastalıklı başakların açık sarı bir renk aldığı görülmektedir. Enfekteli başaklarda açık pembe/pembemsi renk meydana gelmektedir (Teich ve Nelson 1984). Enfekte olmuş başaklardaki taneler grimsi-beyaz, pembemsi/kırmızımsı renk alarak şekilsiz, buruşuk, küçük, beyazımsı olup (Şekil 2.3) (Dill-Mackey 2010), çimlenme oranı düşük, karbonhidrat, protein ve bin dane ağırlığında farklılıklar olmaktadır (Finci 1979, Mert-Türk ve ark. 2013).



**Şekil 2.3.** Buğdayda *F. culmorum* 'un başak enfeksiyonu (a), enfekteli dane (b)

Çiçeklenme döneminde tane üzerinde ürettiği deoksinivalenol (DON) ve nivalenol (NIV) gibi mikotoksinlere sahip dane oranının üründe %5'i geçmesi durumunda ise insan ve hayvan sağlığını olumsuz etkilemesi patojeni önemli kılmaktadır (Bruins ve ark. 1993, Dubin ve ark. 1997, Tunail 2000, Arıcı 2006). Bu mikotoksinlerle bulaşık tanelerin gıda veya yem



olarak tüketilmesi sonucu; deride nekrozlara, bağışıklık ve sinir sisteminde bozukluklara, karaciğer ve böbrek gibi organlarda hastalıklara, kilo kaybına ve lökopeni'ye (kanda lökosit sayısının azalması) neden olmaktadır (Sitton ve Cook 1981, Inglis ve Cook 1986, Dubin ve ark. 1997, Tunail 2000). Ayrıca mikotoksinlerin depolanmış ürünlerde yıllarca bozulmadan kalabildiği de bilinmektedir (Walker 2001). Tanelerde kabul edilebilen deoksinivalenol (DON) miktarı ise maksimum 0.5-2 mg/kg olarak bilinmektedir (Bai ve ark. 2002).

## **2.2. *F. culmorum*'un yaygınlığı ve patojenisitesi**

Ekolojik ve coğrafi özelliklere bağılı olarak değışen iklim ve toprak koşulları, uygulanan münavebe, gübreleme, toprak işleme, çeşitlerin tolerans düzeyleri ve fungusit uygulamaları *F. culmorum*'un neden olduğu kök, kökboğazı, sap ve başak hastalığının yaygınlığı, şiddeti ve ürünün verim seviyesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. *Fusarium culmorum*'a soğuk iklim koşullarında daha sıklıkla rastlanıldığı bildirilmesine rağmen (Parry ve ark. 1995) son yıllarda Akdeniz ülkelerinde nemli koşullarda buğday başaklarında sık oranda bulunduğu tespit edilmiştir (Haidukowski ve ark. 2005, Kammoun ve ark. 2010, Pancaldi ve ark. 2010, Giraud ve ark. 2010, Fakhfakh ve ark. 2011).

Finci (1979), Trakya Bölgesi'nde buğdaylarda yaptığı çalışmada, *Fusarium* türlerinin önemli zarara neden olduğunu, ilkbaharda meydana gelen don olaylarının da bitkiyi hastalığa hassas hale getirdiğini tespit etmiştir. Özellikle killi ve su tutan topraklarda meydana gelen don olaylarında toprağın hacminin genişleyerek çatlaması sonucu genç bitkinin köklerinin kopmasına neden olarak fungusun yaralanmış olan köklerden kolayca giriş yapmasına neden olduğunu belirlemiştir. Kök ve kökboğazı hastalıkları sonucu bitkinin zayıf gelişerek buğdayın kardeşlenme dönemi sonrasında ölümlere sebep olduğunu, içleri boş ve beyaz başaklar meydana geldiğini, dane bağlayan başaklarda ise tanelerin cılız, zayıf ve başaktaki danelerin ağırlığının %30–60 arasında azaldığını belirtmiştir. Aynı zamanda elde edilen ürünün hektolitre ve 1000 dane ağırlığının %17 oranında düştüğünü tespit etmiştir. Ayrıca azotlu gübre uygulamasının fazla olduğu tarlalarda, bitkilerin hastalığa karşı hassas hale geldiğini bildirmiştir. Sonuç olarak kök ve kök boğazı hastalık etmenleri ile mücadelede kültürel tedbirlerin alınmadığı takdirde kök ve kök boğazı hastalıklarına bitkinin külleme, septorya gibi yaprak lekesi hastalıklarına olan hassasiyetini artırabileceğini vurgulamıştır.

Amerika’da Colorado ve Wyoming eyaletlerinde kışlık buğdayda kök ve kök boğazı çürüklüğüne neden olan fungal etmenleri tespit etmek amacıyla yapılan iki yıllık çalışmada 852 farklı fungal izolat elde edilmiştir. Bu izolatların 408’inin patojen olduğu ve patojen olan türlerden %34’ünün *Bipolaris sorokiniana*, %55’ni ise *Fusarium acuminatum*, *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. equiseti*, *F.graminearum*, *F. oxysporum*, *F. sambucinum*, *F. solani* ve *F. tricinctum* türlerini içeren *Fusarium* cinsi fungusların oluşturduğunu tespit etmişlerdir. (Hill ve ark. 1983).

Windels ve Holen (1989), Amerika’nın Minnesota Eyaleti buğday ekim alanlarında 3 yıl süreyle yaptıkları sörvey çalışmalarında, buğdayın kök ve kök boğazı kısımlarından yaptıkları izolasyonlar sonucu *Bipolaris sorokiniana*’nın %76’lık oranla en çok izole edilen tür olduğunu ve bunu *Fusarium* cinsi fungusların takip ettiğini tespit etmişlerdir. *Fusarium* cinsine ait türler içerisinde *F. graminearum* (Grup 2) %16, *F. culmorum* %6, *F.acuminatum* %3, *F. poae* %2 ve *F. avenaceum* %1’lik oranda belirlenmiştir.

Ankara ilinde buğday üretim alanlarında yapılan sörveylerde elde edilen 31 *Fusarium* türü izolattan 15’inin bölgede yaygın olarak ekimi yapılan Gerek–79 buğday çeşidinde patojen olduğu saptanmıştır. Toprak inokulasyonu yöntemini kullanarak yaptıkları patojenisite testinde 2 adet *F. culmorum*, 8 adet *F. acuminatum*, 4 adet *F. graminearum* ve 1 adet *F. heterosporium* izolatını patojen olarak tespit etmişlerdir (Muratçavuşoğlu ve Hancıoğlu 1995).

Smiley ve Patterson (1996), Amerika’nın Kuzeybatı Pasifik Bölgesi’nde 1993-94 yıllarında yaptıkları sörvey çalışmasında *Fusarium* cinsine ait fungus türlerinin bölgede buğdayda sap çürüklüğüne neden olduğunu tespit etmişlerdir. *Fusarium* cinsi içerisinde *Fusarium graminearum* (Grup 1) %27.4’lük oranla en çok izole edilen tür ve %7.3 ile *F. culmorum* ikinci olarak izole edilen tür olarak belirlenmiştir. Diğer patojenler ise *Bipolaris sorokiniana*, *Microdochium nivale* ve *F. avenaceum* olarak tespit edilmiştir.

Sakarya'da 1996 yılında buğday tarlalarında yapılan sörvey çalışmasında kök ve kök boğazı çürüklüğüne neden olan fungal etmenlerin yaygınlık oranı %63.90 olarak bildirilmiştir. Bu etmenler içerisinde *Rhizoctonia ceralis* %29, *Alternaria alternata* %15.57, *F. graminearum* %10.9, *F. moniliforme* %10.9, *F. equiseti* %8.17, *F. culmorum*, *Acremonium kiliense* %6.61, *Drechslera sorokiniana* %5.44, *Pseudocercospora herpotrichoides* %5.05, *Ophiobolus graminis* %1.6, *Phoma* spp. %0.38, *Pythium graminicola* %0.38, *Stemphylium herbarum* %0.38 oranlarında tespit etmişlerdir. Bu etmenlerin erken ekim yapılan deneme parsellerinde kök ve kök boğazında meydana gelen hastalık oranını artırarak buğdayda yatmaya neden olduğunu; bununla birlikte geç ekim yapılan alanlarda hastalık oranlarının ve yatma oranının azaldığı bulunmuştur (Aktaş ve ark. 1996).

Aktaş ve ark. (1997), Konya ili yöresinde 200 hububat tarlasında yapmış oldukları sörveylerde kök ve kökboğazı çürüklüğü hastalığının ortalama hastalık şiddetinin %36.21 oranında olduğunu, *Drechslera sorokinia*, *F. culmorum*, *F. moniliforme*, *Rhizoctonia ceralis*, *Ophiobolus graminis* etmenlerinin kök ve kök boğazında hastalığa neden olduğunu ve hububat çeşidine bağlı olarak hasatta tane kayıplarının %5-9 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Wojciechowski ve ark. (1997), *F. culmorum* ve *F. avenaceum*'un neden olduğu fide yanıklığına karşı kışlık 37 ve yazlık 8 farklı buğday çeşidini test etmişlerdir. Kışlık çeşitlerde hastalığa karşı duyarlılık seviyesinin %22-97 arasında değiştiğini, yazlık çeşitlerde ise ortalama %86'nın üzerinde olduğunu bulmuşlardır.

Eskişehir yöresinde 218 arpa ve buğday tarlasından kök ve kök boğazı hastalıkları açısından incelenmek üzere alınan örneklerden izole edilen hastalık etmenleri içerisinde en yaygın türün *Fusarium* spp. olduğu tespit edilmiştir. Bu türler içerisinde *F. avenaceum* %14.38, *F. fusarioides* %12.33, *F. cerealis* %9.59, *F. pallidoroseum* %7.53, *F. inflexum* %7.19, *F. oxysporum* %6.85, *F. culmorum* %6.68, *F. moniliforme* %4.62, *F. solani* %2.74, *F. chlamyosporum* %2.05, *F. heterosporum* %1.54, *F. poae* %1.03, *F. sporotrichioides* %1.03, *F. graminearum* %0.17 oranında tespit edilmiştir (Aktaş ve ark. 2000).

Konya Çumra ilçesinde 1990-2000, 2000-2001 yıllarında 1329 genotiple kurulan tarla denemesinde *Drechslera sorokiniana*, *Fusarium culmorum* ve *Fusarium avenaceum* etmenlerine karşı 269 adedinin toleranslı/dayanıklı olarak tespit edilmiştir. Toleranslı olan genotipte fide çıkışlarında eksilmeler, boylarda kısaltmalar ve yüksek oranda akbaşak görüldüğü bildirilmiştir. Dayanıklılık oranı tritikale > ekmeklik buğday > makarnalık buğday > arpa olarak bildirilmiştir. Kök ve kök boğazı çürüklük etmenleri bulaştırılan parsellerin verim analizleri kontrol gruplarına göre daha düşük olduğu, 10 genotip üzerinden ortalama verim kaybının %34 olduğu bildirilmiştir (Bağcı ve ark. 2001).

Buğday ekiminin 15 yıl süresince aralıksız olarak yapıldığı topraklarda *Fusarium* türlerinin yıllara göre populasyon dalgalanmaları incelenmiş ve sap çürüklüğünün temel nedeninin *F. culmorum* olduğu tespit edilmiştir. Çalışmanın sonucuna göre topraktaki *Fusarium* türlerinin populasyon yoğunluğunun yıldan yıla farklılık gösterdiği ve bazı alanlarda buğdaydan sonra başka bir ürünün yetiştirilmesiyle ertesi yıl *F. culmorum* populasyonunun düşüş gösterdiği gözlemlenmiştir. Ancak, sonbaharda sıcaklığın düşmesi ve yağış miktarının artmasıyla fungus populasyonu azaldığı, ilkbaharda sıcaklık artmaya başladığında yağış miktarında artış olsa bile *F. culmorum* yoğunluğunun tekrar artmaya başladığı tespit edilmiştir. Bunun nedeni olarak çiçeklenme ve dane oluşum döneminde artan bitki salgılarının populasyon yükselişinde rol oynamış olabileceği bildirilmiştir (Bateman ve Murray 2001).

Buğdaylarda *Fusarium culmorum*, *F. graminearum* ve *Rhizoctonia cerealis*'e karşı 8 farklı buğday çeşidinin dayanıklılık durumları incelenmiştir. Denemeye alınan Atilla-12, Çakmak-79, Gediz-15, Kate-A-1, Kırkpınar-79, MV-20 ve Seri-82 adlı çeşitlerin patojenlerin tümüne duyarlı, Saraybosna buğday çeşidinin ise orta düzeyde duyarlı olduğu tespit edilmiştir (Arslan ve Baykal 2002).

Demirci (2003), 10 farklı buğday çeşidinde *Fusarium graminearum*, *F. culmorum* ve *Bipolaris sorokiniana*'nın, hastalık şiddetleri ve çeşitlerin patojenlere dayanıklılık düzeyini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada, *F. graminearum*'un hastalık şiddetinin %70-90, *F. culmorum*'un %22-75, *B. sorokiniana*'nın %28-59 arasında değiştiğini tespit etmiştir. Bununla birlikte buğday çeşitlerinin dayanıklılık düzeylerinin etmene göre değiştiğini belirlemiştir.

Bezostaja-1 ve Gün 91'in *F. culmorum*'a; Bezostaja-1, Kutluk-91, Kırgız-95, Gün-91 ve Dağdaş-94'ün *B. sorokiniana*' ya karşı orta derecede dayanıklı olduğunu tespit etmiştir. Sadece Mızrak çeşidinin *F. graminearum*'a orta derecede hassas olduğunu bildirmiştir.

İngiltere'nin 260 farklı bölgesinden buğdayda yapılan örneklemelerde buğdayın sap çürüklüğünün nedenin *F. culmorum*, *F. avenaceum* ve *M. nivale* olduğu belirlenmiştir. *F. culmorum* bu türler arasında %50.5 hastalık oranı ile en fazla izole edilen tür olup bunu sırasıyla *M. nivale* (%37.1) ve *F. avenaceum* (%12.5) türleri takip etmiştir. İzolasyonlardan elde edilen sonuçlara göre bu funguslar arasında kök kolonizasyonlarında *F. culmorum* ile *M. nivale* arasında rekabetin oluşmadığı ancak *F. culmorum* ile *F. avenaceum* arasında ise rekabetin olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yıldan yıla değişiklik gösteren ekolojik koşullar ile fungal populasyonların da zaman içerisinde değişerek, bitkilerdeki hastalık oranlarının büyük ölçüde etkilendiği öne sürülmüştür (Pettitt ve ark. 2003).

İzmir, Denizli ve Aydın illerinde buğdayda kök ve kökboğazında çürüklüğe neden olan 24 fungal etmenin var olduğu, elde edilen 691 izolat içerisinde %45 oranıyla ilk sırada *Fusarium* türlerinin olduğu ve bunu sırasıyla *Rhizoctonia cerealis* (%16.6), *Alternaria alternata* (%9.4), *Drechslera sorokiniana* (%6.8) takip ettiği belirlenmiştir. En fazla izole edilen *Fusarium* türlerinin; *F. chlamydosporum* (%18.3), *F. sporotrichioides* (%18) ve *F. culmorum* (%11) olduğu bildirilmiştir. *Fusarium* türleri ile yapılan patojenite testlerinde *F. culmorum*'un virulent olduğu ve %59.3 oranında hastalık şiddeti oluşturduğu bildirilmiştir. Aynı zamanda bölgede mısır üretiminin yaygın olması ve kök ve kök boğazı çürüklüğüne neden olan fungal etmenlerin mısırdaki yaprak ve başak hastalıkları yönünden tehdit oluşturulabileceği vurgulanmıştır (Uçkun ve Yıldız 2004).

Backhouse ve ark. (2004), 1996-1999 yılları arasında Avustralya'nın doğusunda yaptıkları sörvey çalışmasında, *Fusarium* türlerinin neden olduğu kök ve kökboğazı çürüklüğünü buğday, arpa ve durum buğdayının yetiştirildiği 409 farklı tarlada incelemiştir. *Fusarium* türlerinden *F. avenaceum*, *F. crookwellense*, *F. culmorum* ve *F. graminearum* *F. pseudograminearum*'u tespit etmişlerdir. *F. pseudograminearum* ve *F. culmorum* türlerinin en büyük payı oluşturduğunu ve *F. culmorum*'un 500 mm'nin üzerinde

yağış alan bölgelerde %70'in üzerinde ve yüksek oranda bulunduğunu ancak yağışın 350-500 mm arasında olduğu yerlerde ise %18 oranında tespit etmişlerdir.

Hekimhan ve ark. (2005), *Fusarium pseudograminearum*, *Fusarium culmorum* ve *Bipolaris sorokiniana* etmenlerinin 20 hububat (12 ekmeklik buğday, 5 makarnalık buğday, 2 arpa ve 1 tritikale) çeşidinde meydana getirdiği verim kayıplarını araştırmak için 2000-2003 yılları arasında 3 yıl süre ile tarla koşullarında Konya'da yaptıkları çalışmada patojenlerin  $3 \times 10^5$  konidi/ml konsantrasyondaki spor süspansiyonunu hububat tohumlarına inokule ederek incelemişlerdir. Yapılan çalışma sonrasında 1. yılda; %15, 2. yılda; %35 ve 3. yılda; %27 oranında ürün kaybının olduğu tespit edilerek 3 yıllık ortalamanın %26 olduğu belirlenmiştir. Farklı hububat grupları için ortalama verim kayıplarının değişerek 12 ekmeklik buğday materyalinde %24.5 makarnalık buğday materyalinde %42.2 arpa materyalinde %12 ve 1 tritikale materyalinde %18 ile ekonomik olarak verim kayıplarına neden olduğu tespit edilmiştir. Denemede kullanılan makarnalık buğday, ekmeklik buğday, arpa ve tritikale türlerinin tolerans düzeyleri sırasıyla arpa, tritikale, ekmeklik buğday ve makarnalık buğday olduğu bildirilmiştir.

Adana yöresinde buğday başak yanıklığına neden olan *F. culmorum* ve *F. graminearum* izolatlarının teşhisleri yapılmış ve bölgede *F. graminearum*'un yaygın olarak görüldüğü belirtilmiştir. Patojenitelerinin belirlenmesi için Seri 82 buğday çeşidiyle yapılan saksı denemelerinde *F. culmorum*'a ait 10 izolatın buğday bitkisini %63.9-80.6, *F. graminearum*'a ait 16 izolatın ise %30.6-86.1 oranında patojen bulunmuştur. Hastalık şiddeti en yüksek olan *F. culmorum* B-4 ve *F. graminearum* A-13 izolatı ile sera ve tarla koşullarında 10 farklı buğday çeşidi (Adana 99, Ceyhan99, Seri 82, Panda, Genç 99, Çukurova 89, Yüreğir 89, Seyhan 95, Amanos 97, Sham I) üzerinde yapılan testler sonucunda tolerat ya da dayanıklı bir buğday çeşidinin olmadığı bildirilmiştir. En duyarlı buğday çeşitlerinin Sham I, Amanos 97, Seri 82 olduğu, incelenen tüm buğday çeşitlerinin danelerinde renk açılmaları, küçülmeler ve deformasyonların olduğu, *F. culmorum*'un bin dane ağırlığını sera koşullarında %70.07, saksı koşullarında %62.81 oranında azalttığı bildirilmiştir (Arıcı 2006).

Orta Anadolu ekmeklik buğdaylarında verim kayıplarına sebep olan kök ve kökboğazı çürüklüğünün ekim sıklığı ile ilişkisini belirlemek amacıyla yürütülen çalışmada, *Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium culmorum* ve *Fusarium pseudograminearum* ile ( $3 \times 10^5$  spor/ml) inokule edilen iki ekmeklik buğday çeşidinde hastalık şiddeti ve tane verimi incelenmiştir. Kontrol gruplarında %44'lük hastalık şiddeti ile 331 kg/da, inokülasyon yapılan gruplarda %51'lik hastalık şiddetinde 262 kg/da tane verimi alındığı bildirilmiştir. Uygulanan ekim sıklığı faktörünün hastalık şiddeti ve verim üzerine etkileri arasında istatistiki açıdan bir fark olmadığı bildirilmiştir (Hekimhan ve ark. 2007a).

*F. culmorum*'un kök ve kök boğazı çürüklük enfeksiyonuna karşı sera koşullarında 47 adet kışlık ekmeklik buğday çeşidinin dayanıklılığını inceleyen araştırmacılar, tohumlar ekildikten bir hafta sonra  $1 \times 10^6$  spor/ml spor süspansiyonu ile enfekte etmişlerdir. Yapmış oldukları değerlendirmelerde 10 (Kıraç66, 4-22, ES86-7, Doğu88, Pehlivan98, Prostor99, Demir2000, Müfitbey, Saroz95, Yakar99) adet buğday çeşidinin dayanıklı/orta dayanıklı bulunduğu, dayanıklı bulunan çeşitlerin hastalıkla bulaşık alanlarda ekimi tavsiye edilebileceği bildirilmiştir (Kılınç ve ark. 2008).

Çukurova bölgesinde buğday üretim alanlarında 2 yıllık sorveyler sonucu kök, kökboğazı ve sap çürüklüğü hastalıklarının çıkış oranlarının %8-100, gözlemlenen hastalık şiddetinin %2-33.4 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Hastalıklı bitki örneklerinden yapılan izolasyonlarda *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Geotrichum*, *Mucor*, *Nigrospora*, *Penicillium*, *Rhizoctonia* ve *Trichoderma* cinsi funguslar elde edilmiştir. *Fusarium* cinsinin yaygınlık oranının %29.4 olduğu ve bu *Fusarium* türlerinden *F. oxysporum* %32.5, *F. culmorum* %20, *F. semitectum* %16.8, *F. verticilloides* %12.5, *F. equiseti* %7.5 oranında tespit etmiştir. Buğday üretim alanlarında sorveyler sonucu elde edilen *F. culmorum* türüne ait 8 farklı izolatla yapılan patojenite testlerinde Adana-99 buğday çeşidinde hastalık şiddetinin %43.6-64.5 arasında değiştiği, bu izolatlar arasından patojenitesi yüksek olan *F. culmorum* (30-2) izolatı ile toprak yolu ile bulaşmalarda saksılarda geliştirilen fidelerde 12 buğday çeşidinin (Adana99, Balatilla2000, Ceyhan99, Cham1, Cumhuriyet75, Dariel, Galil, Genç99, Golia99, Pamukova97, Pandas, Sagittario) ortalama hastalık şiddetinin 1. yıl %22.7-36.0, ikinci yıl ise %6.3-26.0 arasında değiştiği, patojene karşı tam bir dayanıklılık gösteremediği bildirilmiştir (Akgül 2008).

Türkiye’de iki yıl süresince yapılan sörvey çalışmasında kök ve kök boğazı çürüklüğünü araştırmak için 518 buğday ekim alanında yapılan örnekleme alanların %26’sından fazlasında yağışa bağlı olarak değişmekle beraber buğday alanında en az bir veya daha fazla sayıda sap çürüklüğüne neden olan patojenlerin olduğu bildirilmiştir. Bunların %14’ünü *F. culmorum*, %10’unu *Bipolaris sorokiniana* ve %2’sini ise *F. pseudograminearum* türü fungusların oluşturduğunu tespit etmişlerdir. Hastalıklı bitkilerden izole edilen diğer *Fusarium* spp. içerisinde, *F. oxysporum* ve *F. chlamyosporum* %11, *F. sporotrichioides* %10 ve *F. avenaceum* ve *F. solani* türleri ise %8’lik payı oluşturmuştur. Bu patojenlerin buğday ekim alanlarında bulunma sıklığı ve yaygınlığında fungal patojenisite, konukçu duyarlılığı ve iklim şartlarının önemli rol oynadığını bildirmişlerdir (Tunalı ve ark. 2008).

Sakarya ilinde yetiştirilen 18 buğday çeşidinde kök ve kök boğazı enfeksiyonuna neden olan etmenlerin belirlenmesi üzerine yapılan çalışma sonucunda 5 buğday çeşidinden (Momchil, Kınacı-97, Konya-2002, Pamukova, Kırkpınar) *F. culmorum* izolatlarının elde edildiği ve kontrollü koşullarda toprak inokulasyonu yöntemiyle Kınacı-97 buğday çeşidi ile yapılan patojenite testlerinde %75.59 oranında hastalık oluşturduğu bildirilmiştir. Bu bölgede mısır ekiminden sonra buğday ekiminin yaygın olarak yapıldığı, hasat artıklarının başlıca inokulum kaynağı olduğu ve bu nedenle etmenin klamidosporlarıyla 2 yıl süre ile toprakta canlılığını koruyabildiği belirtilmiştir (Araz ve ark. 2009).

Eskişehir ili Alpu ilçesinden elde edilen *F. culmorum* izolatu ile buğday tohumlarına, toprak inokulasyonu yöntemi kullanılarak yapılan patojenisite testi sonucunda Kınacı-97 çeşidinde ortalama %75.59 oranında hastalık oluşturduğu bildirilmiştir (Araz ve ark. 2010).

Trakya bölgesinde kök ve kök boğazında neden çürüklük etmenlerin belirlenmesi iki yıl süreyle sörvey yapılan tarlaların tümünde hastalık belirtileri görüldüğü bildirilirken, yapılan izolasyon çalışmalarında *Fusarium*, *Pseudocercospora*, *Rhizoctonia*, *Cochliobolus*, *Rhizopus*, *Cephalosporium*, *Gaeumannomyces*, *Pythium* ve *Alternaria* cinsleri izole edildiği ve iki yılın ortalama hastalık şiddetlerinin Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ için sırasıyla %37, %30, %29 olduğu bildirilmiştir. Buğdayların kök ve kök boğazından izole edilen fungal etmenler içerisinde *F. culmorum* 2006 yılında %12.35 izolasyon ve %37.74 bulaşık tarla oranı, 2007 yılında %21.85 izolasyon ve %46.43 bulaşık tarla oranıyla ilk sırada yer almıştır.



İki yıl izole edilen fungal etmenin oranlarında farklı olmasının nedeninin bölgede ayçiçeği+buğday şeklinde ekim nöbetinin uygulanması, sıcaklık, nem ve yağış miktarlarında meydana gelen değişimlerden kaynaklanabileceği bildirilmiştir. Bununla birlikte Edirne, Tekirdağ, Kırıkkale illeri için tavsiye edilen buğday çeşitlerinden Bezostaya-1, Canik-2003, Ceyhan-99, Edirne, Esperia, Flamura-85, Gelibolu, Golia 99, Guadalupe, Harmankaya, Kate A-1, Pandas, Pehlivan, Selimiye, Sönmez-2001, Tekirdağ ve Yıldız-98 çeşidi plastik serada tüplü deneme kasalarında *F. culmorum*'a karşı patojenitesi testlenmiştir. Bu 17 buğday çeşidinin ortalama hastalık şiddeti %36.74'tür. Hastalığın yoğun olarak görüldüğü bölgede bu çeşitler arasında 2/49, Tekirdağ Altay-2000, Canik-2003, Tosunbey çeşitlerinin buğday üretim alanlarında kullanılması durumunda *F. culmorum* için %10 daha düşük hastalık şiddeti meydana gelebileceği bildirilmiştir. Trakya bölgesinde anız ve bitki artıklarının yakılmasının engellenmesi ve ekim nöbetinin yetersizliğinin bölgede ekonomik verim kayıplarına neden olabileceği vurgulanmıştır (Hekimhan 2010).

Isparta ve Burdur illerinde buğday ekim alanlarındaki kök ve kök boğazında hastalıklara neden olan etmenlerin belirlenmesi için yapılan sörveyler sonucunda buğday tarlalarında en fazla *Fusarium culmorum*, *Fusarium graminearum*, *Sclerotium sclerotinia*, *Fusarium crookwellense* ve *Fusarium poe* izole edilirken, *Fusarium culmorum*'a ait 18 izolatin saksı koşullarında Kınacı-97 buğday çeşidi üzerinde yapılan patojenite testlerinde hastalık şiddetinin %36-86 oranları arasında olduğu bildirilmiştir (Arıcı ve ark. 2013).

Başka bir çalışmada ise virülensliği tespit edilmiş *F. culmorum* izolatıyla hazırlanan spor süspansiyonunun ( $5 \times 10^5$  konidi/ml) Çanakkale'de tarla koşullarında Saggittaro, Tosunbey, Golia ve Yunak çeşitlerine çiçeklenme döneminde başaklara şırınga ile inokule edildikten sonra, karbonhidrat, protein içerikleriyle bin dane ağırlıkları incelenmiştir. Buğday çeşitleri arasında hastalık şiddeti önemli bir farklılık göstermediği, ancak bin dane ağırlıklarında düşüşe neden olduğu, *F. culmorum* ile enfekteli danelerin kontrolle kıyaslandığında protein içeriği açısından fark olmadığı, fakat Saggittaro, Tosunbey çeşitlerinde karbonhidrat içeriğinin düştüğü bildirilmiştir (Mert-Türk ve ark. 2013).

Konya Ereğlisi ve çevresinde yapılan çalışmalarda kök, kök boğazı ve sap çürüklüğüne rastlanıldığı, hastalık çıkışının %100 olduğu, ilçe genelinde hastalık şiddetinin ise %14.4 olduğu tespit edilmiştir. Bitki örneklerinden yapılan izolasyon çalışmalarında *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Mucor*, *Penicillium* ve *Rhizopus* cinsi fungal etmenlerin izole edildiği, *F. culmorum*'un %15.1'lik oranda yer aldığı bildirilmiştir. 8 farklı buğday çeşidinin (Bedesto, Gerek-79, Esperia, Çeşit, Özkan Bey, İkizce, Tosun Bey, Adana-99) 3 farklı *Fusarium* türüne karşı duyarlılıklarının farklı olduğu *F. culmorum*'un %20.2, *F. equiseti* %4.6, *F. oxysporum*'un ise %3.6 oranında hastalık şiddetine neden olduğu, en dayanıklı çeşidin Esperia, en duyarlı çeşitlerin ise Özkanbey ve Adana-99 olduğu bildirilmiştir (Karadeniz 2014).

Köycü ve Özer (2014), buğdaylardan elde edilen *Fusarium* cinsi izolatlar ile *in vitro* koşullarda Flamura-85 ve Pehlivan ekmeklik buğday çeşitlerinde tohum inokulasyonu yöntemini kullanarak yaptıkları çalışmada, ortalama hastalık şiddetinin %0-100 arasında değiştiğini ve izolatların arasında önemli farklılık olduğunu tespit etmişlerdir. İzolatlar arasında *Fusarium culmorum* ve *Fusarium tritinctum*'un ortalama hastalık şiddeti her iki çeşitte de >%55 olup en patojen izolatlar olarak belirlenmiştir. *F. culmorum* izolatu diğer izolatlarla karşılaştırıldığında yine bitki çıkışında en yüksek oranda (%58.08) azalmaya neden olduğu bildirilmiştir. *In vivo* koşullarda toprak inokulasyonu ile Gelibolu, Esperia, Nina, Krasunya, Golia, Sagittario ve Sana ekmeklik buğday çeşitlerinin *Fusarium* cinsi izolatlarla gösterdiği reaksiyon açısından değerlendirildiğinde ise çeşitlerde bitki çıkışındaki azalmanın yaklaşık %25-86 ve hastalık şiddetinin ise %11.11-86.44 arasında değiştiğini gözlemlemişlerdir. Çeşitler toplu olarak değerlendirildiğinde ise hastalık şiddetinin ve bitki çıkış yüzdesindeki azalmanın en yüksek olduğu çeşit Golia olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak *Fusarium* cinsine ait izolatların bu çeşitlerde patojen olduğu ve çeşitlere göre de patojenisitesinin değişebildiği tespit edilmiştir.

Yorgancılar ve ark. (2017), ıslah programındaki 509 adet ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin kök ve kök boğazı çürüklük etmeni *F. culmorum*'a karşı reaksiyonlarını incelemişlerdir. Makarnalık buğday çeşitlerinin patojene karşı hassas olarak, 15 adet ekmeklik buğday çeşidinin ise orta dayanıklı olarak tespit edilmiştir.

## 2.2. Kimyasal Mücadelesi

Ülkemizde buğday üretiminin oldukça büyük alanlarda yapılması (Anonim 2016), çeşitlerin *F. culmorum*'a karşı tam bir dayanıklılık gösterememesi (Arslan ve Baykal 2002, Demirci 2003, Akgül 2008, Arıcı ve ark. 2013, Yorgancılar ve ark. 2017) patojenin dünyada olduğu gibi (Hill ve ark. 1983, Smiley ve Peterson 1996, Batemen ve Murray 2001, Pettitt ve ark. 2003, Spolti ve ark. 2013) ülkemizde (Aktaş ve ark. 1996, Uçkun ve Yıldız 2004, Tunalı ve ark. 2008, Hekimhan 2010) ve bölgemizde de yaygın patojen tür olarak belirlenerek şiddetli enfeksiyonlara neden olması (Finci 1979, Hekimhan 2010, Köycü ve Özer 2014, Köycü ve Sukut 2016), biyolojik preparatların tarla koşullarında uygulama zorluğunun yanı sıra, etkililiğinin düşük (Erdürmuş 2006, Anayol ve ark. 2016) ve maliyetinin yüksek olması patojen ile yapılacak olan mücadelede kimyasal savaşı zorunlu kılmıştır. Bu kimyasal savaşta ise patojenin tohum/toprak kaynaklı enfeksiyonlarında fidenin çıkış öncesi/çıkış sonrası enfeksiyonlarının önlenerek ürün miktarı ve kalitesinin artırılmasında tohum ilaçlamasının önemi büyüktür.

*Fusarium* ile enfekteli buğday ve arpa tohumlarında carboxin+thiram, imazalil+TCMTB, iprodione ve guazatine etkili maddeli fungusitlerin patojen üzerine etkisi *in vitro* koşullarda tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda fungusitlerin tohumlardan gelişen fungusları %71-98 oranında engellendiği bununla birlikte tarla koşullarında ortaya çıkan fide yanıklığı ve sap çürüklüğüne bu fungusitlerin etkilerinin olmadığı tespit edilmiştir (Mihuta-Grimm ve Forster 1989).

Liggitt ve ark. (1997), benomyl, chlorothalonil, fluquinconazole, flusilazole, flutriafol, prochloraz, pyrimethanil, ve tebuconazole etkili maddeli fungusitlerin *F. culmorum*'un miselyal gelişimini yüzde engelleme oranını fungusitlerin 0.05, 0.25, 1.25 ve 2 µg/ml dozlarında *in vitro* koşullarda araştırmışlardır. Bu fungusitlerin miselyal gelişimi engelleme oranlarının doz artışına bağlı olarak yükseldiğini, denemeye alınan fungusitlerden benomyl flusilazole, prochloraz ve tebuconazole'ün fungusun miselyal gelişimi üzerinde en etkili fungusitler olduğunu tespit etmişlerdir. Fungisitlerin 2 µg/ml dozunda miselyal gelişimi engelleme oranlarını benomyl için %85, flusilazole için %94, prochloraz için ve tebuconazole için %91 olarak bildirmişlerdir.

Buğdayda, *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* ve toprakta rizosfer kısmında bulunabilen *Alternaria infectoria*, *Epicoccum purpurascens*, *Idriellabolleyi* ve *Fusarium culmorum* funguslarına fluquinconazole ve prochloraz etkili maddeli fungusitlerin etkisini incelemek için yapılan çalışmada buğday ve arpadan elde edilen 3 adet *F. culmorum* izolatının EC<sub>50</sub> değeri fluquinconazole için 0.006 µg/ml ve prochloraz için >20 µg/ml olarak tespit edilmiştir. Bu fungusitler tek başına kullanıldığında *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* üzerinde etkili olmadığı, bununla birlikte rizosfer bölgesinde sözü geçen fungusların varlığında fluquinconazole'ün hastalık oluşumunun büyük oranda engellendiği tespit edilmiştir (Dawson ve Bateman 2001).

Kang ve ark. (2001), triazole grubu fungusitlerden tebuconazole etkili maddesi ile *in vitro* koşullarda yaptıkları çalışmada filtre kağıtlarına fungusit solüsyonu emdirilmesi ile *F. culmorum*'un etrafına bu kağıtları yerleştirilerek patojenin sporu üzerinde oluşturduğu morfolojik, yapısal etkiler ile hücre duvarı komponentlerini tespit etmişlerdir. Fungisit uygulamasının miselyal gelişimi durdurarak hiflerde aşırı dallanma ve düzensiz şişkinlikler oluşturduğu, fungal etmenin hücre duvarlarında önemli ölçüde kalınlaşma, septum oluşumunun yarıda kalması, vakuollerin uzaması, hif stoplazmasında bozulma ve nekroz oluşumları gözlemlenmiştir. Ayrıca fungusitin hif hücresi stoplazmasında hücre zarının olmadığı oluşumlar da sıklıkla gözlemlenmiştir. Fungisit uygulaması ile çim tüplerinin uzamasında sorunlar olduğu belirlenmiş, düzensiz dallanmalar ve şişkinleşmeler olduğu görülmüştür.

Ülkemizde buğdayda sürme ve rastık hastalıklarına karşı ruhsatlı fungusitlerden carbendazim, maneb, tebuconazole ve triticonazole'ün *F. culmorum* üzerine etkisini incelemek için yapılan çalışmada carbendazim ve tebuconazole %80, maneb %60 triticonazole %28 oranında etkili olduğunu, buğday üreticisinin triticonazole dışında fungusitler ile tohumluğunu ilaçladığında sürme ve rastık hastalıkları ile birlikte kök ve kökboğazı patojenlerinden *F. culmorum*'a karşı da %60-80 arasında bir koruma sağlayabileceği bildirilmiştir (Arslan ve Baykal 2002).

Ruske ve ark. (2003) triazole grubu fungusitlerden epoxyconazole ve strobilurin grubundan azoxystrobin'in danelerdeki verim kriterlerine olan etkilerini araştırmışlardır. İngiltere'de yaptıkları bu çalışma sonucunda fungusit uygulamalarının ürün miktarını artırdığını tespit etmişlerdir. Azoxystrobin uygulamalarının ise epoxyconazole ile kıyaslandığında bitki gelişimi ve dane verimini daha fazla etkilediğini, azoxystrobin uygulanan yerlerde bitkilerin epoxyconazole'e göre 8 gün daha uzun süre yeşil kaldığını ve bin dane ağırlığında artışa neden olduğunu bildirmişlerdir. Danelerdeki embriyo kararmasının engellenmesi üzerine etkileri incelendiğinde azoxystrobin'in epoxyconazole'a göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Buğdayda *Fusarium*, *Microdochium* ve *Rhizoctonia* cinsi fungusların neden olduğu kök ve kökboğazı çürüklüğü hastalık etmenlerine olan etkilerinin arazi koşullarında araştırıldığı bir çalışmada cyprodinil+epoxyconazole+picoxystrobin karışımı ile ilaçlanan bitkilerde *Fusarium* ve *Rhizoctonia*'nın yol açtığı çürüklük belirtilerinin %45 oranında engellendiği tespit edilirken; prochloraz, kresoxym-methyl, epoxyconazole veya fluquinconazole etkili maddeli fungusitlerin *Fusarium* sap çürüklüğü'nü azaltmada kayda değer bir etki sağlayamadığı tespit edilmiştir (Ray ve ark. 2004).

Triazole grubu fungusitlerden bromuconazole difenoconazole, diniconazole, flutriafol, flusilazole, hexaconazole, myclobutanil, penconazole, tebuconazole, triticonazole etkili maddeli fungusitlerle muamele edilen Gerek-79 buğday çeşidi üzerinde fungusitlerin normal ve iki kat dozlarının tohumun çimlenme ve çıkışına etkisi tespit edilmiştir. Bromuconazole, cyproconazole 1. ve 2. dozları %95'in üzerinde, hexaconazole'ün 1. dozunda %28.25 ve 2. dozunda ise %95.5 oranında anormal çimlenmeye neden olduğu ve bu fungusitlerin bitki boylarında önemli oranda azalmaya neden olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte, tahıllarda tohuma ruhsatlı olmayan flusilazole, myclobutanil, penconazole'ün, ruhsatlı olan diğerk difenoconazole, diniconazole, flutriafol, tebuconazole, triticonazole'ün normal ve iki katı dozlarının buğdayda çimlenme ve çıkış aşamasında önemli oranda fitotoksisitenin görülmediği bildirilmiştir (Demirci ve Maden 2006).

Balmas ve ark. (2006), *F. culmorum*'un buğdayda sap çürüklüğü üzerine etkisini belirlemek amacıyla %25 oranında tebuconazole etkili maddeli fungusiti (Folicur %25 WG) 100 kg tohuma 3 gram aktif madde hesabı ile tarla koşullarında uygulamışlardır. Deneme sonucunda tebuconazole'un *F. culmorum*'un yol açtığı sap çürüklüğü hastalığının gelişimini önemli ölçüde azalttığını ve dane veriminde de artış sağladığını tespit etmişlerdir. Fungisit uygulaması sonrasında bitkilerdeki hastalık şiddeti %37 olarak tespit edilirken fungusit uygulaması yapılmayan bitkilerde hastalık şiddeti %45 olarak belirlenmiştir.

Buğdaylarda kök ve kökboğazı çürüklüğü hastalığına karşı tohum kaynaklı patojenlere uygulanan fungusitlerin etkisini araştırmak amacıyla tohumlar *Bipolaris sorokiniana*, *F. culmorum* ve *F. pseudograminearum* etmenleri ile  $3 \times 10^5$  spor/ml oranında inokule edilmiştir. İnokulasyondan bir gün sonra carboxin, difenoconazole, diniconazole ve triticonazole etkili maddeli fungusitlerle ilaçlanarak kurulan tarla denemesinde hasat edilen buğdaylarda dane verimlerinde farklılıklar olduğu bildirilmiştir. Bu fungusitlerin sap çürüklüğünün gelişimini azaltarak üründe sırasıyla %8.7, %15.8, %9.3 ve %17.7 oranlarında dane veriminde artışa neden olduğu tespit edilmiştir. Dane verimlerinde kontrole (311 kg/da) göre farklılık olduğu ve fungusitlerin triticonazole (366 kg/da), difenoconazole (360 kg/da), diniconazole (340 kg/da) ve carboxin (338 kg/da) olarak sıralandığı belirlenmiştir. Bitkilerde meydana gelen hastalık şiddetini difenoconazole'ün %36, carboxin'in %33, triticonazole'ün %31 ve diniconazole'ün %20 oranında azalttığı tespit edilmiştir (Hekimhan ve ark. 2007b).

Buğdayda tohuma ve yeşil aksama ruhsatlı fungusitlerin *F. culmorum* (30-2) izolatının miselyal gelişim üzerine etkisi sera koşullarında araştırılmıştır. Fungisitleri iki yıl üstüste uygulayarak her yıl hastalık şiddetleri ayrı olarak tespit edilmiştir. Prochloraz, difenoconazole+propiconazole, epoxyconazole+carbendazim, tebuconazole, prothioconazole+tebuconazole, fludioxonil+metalaxyl etkili maddeli fungusitlerin patojenin miselyal gelişimi üzerine 10 µg/ml dozundan itibaren %70 in üzerinde etkili bulunarak doz yükseldikçe etkililiğinin de arttığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte difenoconazole, azoxystrobin+fludioxonil+metalaxyl-M, tolclifos methyl+thiram ve carboxin+thiram etkili maddeli fungusitlerin 10 µg/ml dozda miselyal gelişimi en fazla %58 düzeyinde engellediği belirlenmiştir. Tohumlara uygulanan fungusitlerin *F. culmorum*'un meydana getirdiği enfeksiyona karşı sırasıyla 1. ve 2. yıllarda difenoconazole için %1.6-19.4, azoxystrobin+fludioxonil+metalaxyl-M için %16.7-35.5, prothioconazole+tebuconazole için %11-17, fludioxonil+metalaxyl-M için %13.1-26.5, tebuconazole için %47.8- 47.4, tolclifos

methyl+thiram için %22.9-35.1, carboxin+thiram için %48.6-9.5 düzeyinde etkili olduğu tespit edilirken; sapa kalkma ve bayrak yaprak oluşturma dönemlerinde iki kez tekrarlanan yeşil aksam ilaçlamalarının sırasıyla 1. ve 2. yıl fluquinconazole için %96.3-61.9, tebuconazole için %93.974.5, epoxiconazole+carbendazim için %91-61 oranlarında hastalık şiddeti engellenmiştir (Akgül 2008).

Brezilya'da metconazole ve metconazole+pyraclostrobin etkili maddeli fungusit karışımı *F. culmorum*'a hassas ve orta dayanıklı buğday çeşitlerinde başak yanıklığına karşı değerlendirilmiştir. Buğdayın çiçeklenme döneminde ve çiçeklenme döneminden 10 gün sonra buğday başaklarına fungusitler uygulanmıştır. Fungisit uygulaması yapılmayan alanlarda çeşit hassasiyetine bağlı olarak buğday başaklarındaki hastalık şiddetinin %7.3-31 arasında değiştiği ve en yüksek verim artışının metconazole+pyraclostrobin ile elde edildiği tespit edilmiştir (Spolti ve ark. 2013).

Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nde yapılan çalışmada buğdayda *F. culmorum*'a hassas Seri 82, Kızılca 91 ve Demir 2000; orta derecede dayanıklı olan 2-49, Altay 2000 ve Burbot-6 buğday çeşitleri thiabendazole'ün 25, 50 ve 100 g/100 kg tohum dozlarında ilaçlandıktan sonra elde edilen 1 haftalık fideler  $1 \times 10^6$  spor/ml konsantrasyonunda patojen ile inokule edilmiştir. Thiabendazole'ün 100 g/100 kg tohum dozu hastalık şiddetinin azaltılmasında yüksek etkiye sahip doz olarak tespit edilmiştir. Fungisit bitki gelişimi üzerine olumsuz bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Pariyar ve ark. 2014).

Toçan (2014), *in vitro* koşullarda tebuconazole'un 0.01-500 ppm dozlarında *Fusarium culmorum*'un miselyal gelişme, çim tütünün uzaması, çimlenme yüzdesine etkisini incelemiştir. Yapılan çalışmada, 10 adet *Fusarium culmorum* izolatında fungusit dozu arttıkça miselyal gelişimin azaldığı, bazı izolatlarda 10 ppm ve üzeri dozlarda gelişmenin olmadığını tespit etmiştir. Miselyal gelişimin %50'sinin engellendiği konsantrasyonların; 3 izolat için 1 ppm, 7 izolat için ise 5 ppm olarak bildirilmiştir. Tebuconazole'ün konidi çimlenmesi üzerine etkisinde ise; ön testlemelerde izolatların 50 ppm altındaki tüm dozlarda kontrolle kıyaslandığında spor veriminin aynı olduğunu ve bu dozun altında izolatların spor çimlenmesinin %11-96 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Çim tüpü uzunluğunda ortamdaki

tebuconazole konsantrasyonunun artmasıyla kısılmaların meydana geldiği ve çim tüpü duvarında şişkinlik, kalınlaşma, hifsel deformasyonlar tespit etmiştir. Bununla birlikte *F. culmorum*'un tohum çimlenmesi ve hastalık şiddeti üzerine etkisi incelendiğinde; Kate-A1 buğday çeşidiyle saksı koşullarında yapılan denemede bitki çıkışının; negatif kontrollerde ortalama %86.6, toprak bulaştırması yöntemiyle *F. culmorum* inokule edilmiş pozitif kontrol saksılarında bitki çıkışı ortalama %11.6 olduğu tespit edilirken, tebuconazole ve captan ile tohum ilaçlaması yapıldığında bitki çıkış ortalamaları sırayla %86.6, %33.3 olarak belirlenmiştir. Hastalık şiddetini değerlendirdiklerinde ise; pozitif kontrolde %4.60, tebuconazole ve captan için sırayla %0.26, %3.25 olduğu ve tebuconazole'ün patojene karşı koruyucu olduğunu bildirilmiştir.

Serfling ve Ordon (2014) triazole grubu fungusitlerden tebuconazole, prochloraz, metconazole, propicoconazole, flusilazole, fluquinconazole, posaconazole strobilurine grubu fungusitlerden kresoximmethyl, morpholine grubu fungusitlerden fenpropimorph ve anilinopyrimidine grubu fungusitlerden ise pyrimethanil için *Fusarium culmorum* Fc46 izolatının fungusitlere duyarlılığı konusunda ED<sub>50</sub> değerlerini PDA besi ortamında ve fungusitlerin başak enfeksiyonu üzerine etkisini tarla koşullarında gerçekleştirmişlerdir. Yapılan çalışmada ED<sub>50</sub> (mg/L) değerleri tebuconazole 0.42 mg/L, metconazole 0.07 mg/L, propiconazole 0.218 mg/L, flusilazole 0.204 mg/L, fluquinconazole 5.985 mg/L, posaconazole 0.402 mg/L, difenoconazole 0.329 mg/L, prochloraz 0.01 mg/L, imazalil 0.884 mg/L, fenpropimorph 287 mg/L, kresoximmethyl 8.51 mg/L, pyrimethanil 8.129 mg/L, olarak bildirilmiştir. Tarla koşullarında patojenin başak enfeksiyonu üzerine tebuconazole etkili maddeli fungusit uygulamasının hastalık şiddeti üzerine etkisinin düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Bu fungusit ile uygulama yapılan başaklarda Tuareg çeşidinde hastalık şiddeti %81-84 arasında, Toras çeşidinde ise %51-68 arasında tespit edilmiştir.

Köycü ve Sukut (2016), buğdaydan elde edilen *F. culmorum* izolatının tebuconazole+metalaxyl-M (Certigor 050 FS) ve fludioxonil+metalaxyl-M (Maxim XL 035) fungusitlerine duyarlılığını, patojenin tohum/toprak kaynaklı enfeksiyonu üzerine etkililiğini tespit etmişlerdir. Patojenin tebuconazole+metalaxyl-M ve fludioxonil+metalaxyl-M fungusitleri için EC<sub>50</sub> değerlerini sırasıyla 0.55 ve 1.57 µg/ml olarak belirlemişlerdir. Yapılan petri kabı denemesinde, patojen ile doğal olarak enfekteli tohuma fungusit uygulaması sonrası tohumun çimlenme oranının, kök ve koleoptil uzunluğunun kontrole göre önemli oranda arttığını ve hastalık şiddetinin ise önemli derecede azaldığını tespit etmişlerdir. Patojenin



tohum/toprak kaynaklı fide enfeksiyonlarında fungusit uygulaması yapılmış tohumların çıkış oranlarının tohum kaynaklı enfeksiyonlarda %86-89 arasında olduğu; toprak kaynaklı enfeksiyonlarda ise %96-99 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Tohum kaynaklı enfeksiyonlarda tebuconazole+metalaxyl-M ve fludioxonil+metalaxyl-M etkili maddeli fungusit uygulaması sonucu hastalık şiddetinin sırasıyla %15.78 ve %16.76 olduğu tespit edilirken, patojenin toprak kaynaklı enfeksiyonlarında her iki fungusit uygulamasının hastalık şiddeti üzerine etkisinin sırasıyla 1.92 ve 1.95 olduğu tespit edilmiştir. Fungisit uygulaması sonucu tohum/toprak kaynaklı enfeksiyonlarda bitki boyu hariç fidelerin yaş ve kuru ağırlıklarında artış olduğu ileri sürülmüştür.

*F. culmorum*'un 107 izolatının triazole grubu fungusitlere duyarlılığında, mikrotitre plaka analizleri kullanılarak yapılan çalışmada tebuconazole için EC<sub>50</sub> değerlerini 0.14-1.53 mg/L, epoxiconazole için ise 0.25-2.47 mg/L arasında değiştiği tespit edilmiştir. Ayrıca bu iki fungusit arasında çapraz dayanıklılık olduğu bildirilmiştir. *F. culmorum*'un nivalenol üreten izolatlarının, deoksinivalenol üreten izolatlarından önemli ölçüde daha dayanıklı olduğu tespit edilmiştir (Hellin ve ark. 2017).

### **3. MATERYAL VE METOD**

#### **3.1. Materyal**

##### **3.1.1. Bitki Materyali**

Trakya Bölgesi'nde yaygın olarak ekimi gerçekleştirilen Flamura-85 ekmeklik buğday çeşidi denemede kullanılmıştır. Flamura 85 Tareks A.Ş. tarafından 1999 yılında tescil edilen Romanya asıllı, orta erkenci, sağlam saplı ve orta boylu, yatmaya dayanıklı, kardeşlenme kapasitesi iyi kışlık bir çeşittir. Başakları yarı eğik görünümlü uzun, kılçıklı, beyaz, taneleri ise iri, kırmızı renkli, yarı sert yapıda, verim potansiyeli yüksek bir çeşittir.

##### **3.1.2. Fungisitler**

Denemede tohum ilaçlamasında *Fusarium* türlerine ruhsatlı olan ve Trakya Bölgesi'nde yaygın olarak kullanılan prothioconazole 150 g/l+tebuconazole 20 g/l (Lamardor News 170 FS; Bayer Crop Science) ve triticonazole 80 g/l+pyraclostrobin 40 g/l (Insure Perform; Basf Türk Kimya ve Sanayi Tic. Ltd.) etkili maddeli fungisitler kullanılmıştır. Denemede kullanılan fungisitlere ait bilgiler Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

**Çizelge 3.1.** Denemede kullanılan fungusitler ve özellikleri

Etkili Madde Adı ve Oranı	Fungisit Grupları	Ruhsatlı Bitki	Hastalık Etmeni	Önerilen Doz	Ticari Adı ve Formülasyon Tipi	Firma	Ruhsat Tarihi	Ruhsat Şekli
Prothioconazole 150 g/L + tebuconazole 20 g/L	Sterol Biyosentezi Engelleyiciler	Arpa  Buğday	<i>Ustilago nuda</i> , <i>Ustilago hordei</i> , <i>Pyrenophora graminea</i> , <i>Fusarium spp.</i> , <i>Ustilago tritici</i> , <i>Tilletia foetida</i> , <i>T. caries</i> ,	50 ml/ 100 kg Tohuma	Lamardor New 170 FS	Bayer Crop Science	14.05.2013	İthal
Triticonazole 80 g/L + pyraclostrobin 40 g/L	Sterol Biyosentezi Engelleyiciler + Qunione Dış Engelleyiciler	Arpa  Buğday	<i>Fusarium spp.</i> , <i>Bipolaris sorokiniana</i> , <i>Ustilago hordei</i> , <i>Pseudocercospora</i> <i>herpotrichoides</i> <i>Pyrenophora graminea</i> , <i>Rhizoctonia spp.</i> , <i>Fusarium spp.</i> , <i>Bipolaris sorokiniana</i> <i>Ustilago nuda f. sp.</i> <i>tritici</i> , <i>Tilletia foetida</i> , <i>Tilletia caries</i> , <i>Pseudocercospora</i> <i>herpotrichoides</i> <i>Rhizoctonia spp.</i> ,	50 ml/ 100 kg Tohuma	Insure Perform	Basf Türk Kimya Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi	11.11.2015	İthal

### 3.1.3. *F. culmorum* izolatları

Trakya Bölgesi'nden (Silivri/İstanbul 2009) elde edilen *Fusarium culmorum* S-14 izolatı, ana-kültür izolat olarak denemede kullanılmıştır. S-14 izolatının tarla koşullarında prothioconazole+trifloxystrobin, thiophanate-methyl+tetraconazole ve tebuconazole etkili maddeli fungusit uygulaması yapıldıktan sonra elde edilen 60 adet izolatı ise alt-kültür izolatlar olarak denemenin materyalini oluşturmuştur. Denemede kullanılan S-14'ün alt-kültürlerine ait izolatlar Çizelge 3.2'de verilmiştir.

**Çizelge 3.2.** Denemede kullanılan *F. culmorum* S-14 alt-kültür izolatları

İzolat sayısı	İzolat Numaraları		
	TFM	TFY	TFR
1	TFM-1	TFY-4	TFR-2
2	TFM-3	TFY-5	TFR-3
3	TFM-5	TFY-6	TFR-4
4	TFM-6	TFY-7	TFR-5
5	TFM-7	TFY-8	TFR-6
6	TFM-8	TFY-11	TFR-7
7	TFM-11	TFY-13	TFR-9
8	TFM-14	TFY-19	TFR-12
9	TFM-15	TFY-21	TFR-19
10	TFM-17	TFY-23	TFR-24
11	TFM-18	TFY-24	TFR-37
12	TFM-19	TFY-33	TFR-47
13	TFM-23	TFY-34	TFR-43
14	TFM-24	TFY-35	TFR-44
15	TFM-26	TFY-38	TFR-48
16	TFM-28	TFY-39	TFR-50
17	TFM-33	TFY-40	TFR-52
18	TFM-38	TFY-41	TFR-54
19	TFM-40	TFY-45	TFR-56
20	TFM-50	TFY-65	TFR-59

## 3.2. Metod

### 3.2.1. *F. culmorum* ile enfekteli bitki materyalinin elde edilmesi

Tarla koşullarında anthesis (ZGS 64) (Zadoks 1974) dönemindeki Flamura 85 buğday çeşidine daha önceden buğdayda patojen olarak tespit edilmiş olan (Köycü ve Özer 2014) *F. culmorum* S-14 izolatı  $1 \times 10^5$  konidi/ml oranıyla el atomizörü kullanılarak inokule edilmiştir (Haidukowski ve ark. 2012). İnokule edilen başaklar şeffaf polietilen torba ile örtülerek 48 saat süre ile inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda başaklara prothioconazole+trifloxystrobin, thiophanate-methyl+tetraconazole ve tebuconazole etkili maddeli fungusitler buğdaya ruhsatlı olan ticari dozlarında el atomizörü kullanılarak uygulanmıştır. Prothioconazole+trifloxystrobin uygulaması sonrasında elde edilen bitki materyali TFM, thiophanate-methyl+tetraconazole uygulaması sonrasında elde edilen bitki materyali TFY ve tebuconazole uygulaması sonrasında elde edilen bitki materyali ise TFR olarak adlandırılmıştır. *Fusarium culmorum* S-14 ana izolatı ile uygulama yapılmış ancak fungusit uygulaması yapılmayan başaklardan elde edilen enfekteli bitki materyali FcT (pozitif kontrol) ve başaklara hiçbir uygulama yapılmayan bitki materyali ise KT (negatif kontrol) olarak adlandırılmıştır. Denemede kullanılan bitki materyallerine yapılan uygulamalar ve fungusitlere ait bilgiler Çizelge 3.3.'te verilmiştir.

**Çizelge 3.3.** Tarla koşullarında buğdayın çiçeklenme döneminde kullanılan fungusitler

Tohum Materyali	Uygulama	Ticari Adı	Firması	Uygulanma Dozu	Ruhsatlı Olduğu Hastalık Etmeni
KT	-	-	-	-	-
FcT	<i>Fusarium culmorum</i>	-	-	1x10 <sup>5</sup> konidi/ml	-
	<i>Fusarium culmorum</i>				<i>Erysiphe graminis</i>
				1x10 <sup>5</sup> konidi/ml	<i>Fusarium culmorum</i>
TFM	Prothioconazole 175g/L + Trifloxystrobin 88 g/L	Madison	Bayer Crop Science	100 ml/da	<i>F. graminearum</i> <i>Septoria tritici</i> <i>Puccinia recondita tritici</i>
	<i>Fusarium culmorum</i>				<i>Erysiphe graminis</i> ,
TFY	Thiophanate-methyl 233 g/L + Tetraconazole 70 g/L	Yamato	Sumiagro	1x10 <sup>5</sup> konidi/ml 175ml/da	<i>Fusarium spp.</i> <i>Septoria tritici</i> , <i>Puccinia recondita</i> ,
TFR	<i>Fusarium culmorum</i> Tebuconazole 250 g/L	Rally EC 250	Agrofarm	1x10 <sup>5</sup> konidi/ml 75ml/da	<i>Septoria tritici</i> , <i>Puccinia striiformis</i>

### 3.2.2. *F. culmorum* S-14 izolatının alt-kültürlerinin elde edilmesi

*F. culmorum* S-14 ile enfekteli ve fungusit uygulaması yapılmış TFM, TFY ve TFR bitkilerine ait 3 gün süre ile inkübasyona bırakılarak gelişim gösteren *F. culmorum* kolonileri PDA besi tohumlar %1'lik NaOCl'de (Sodyum hipoklorit) 3 dk. bekletilip, steril saf suda 2 kere durulanmıştır. Yüzey dezenfeksiyonu yapılan tohumlar 25 ml PDA (Potato Dextrose Agar, Merck) besi ortamı içeren steril plastik petrilere her petride 10 adet tohum olacak şekilde yerleştirildikten sonra  $23\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de ortamı içeren petri kaplarına alınmışlardır. *F. culmorum* izolatlarından tek spor izolatlarını elde etmek için PDA besi ortamında 10 günlük izolatlardan 3 ml'lik steril saf su içeren steril cam tüplerin içerisinde spor süspansiyonu hazırlanmıştır. Hazırlanan spor süspansiyonu %1'lik su agarına steril plastik yuvarlak öze ile zikzak çizilerek  $23\pm 1^{\circ}\text{C}$  de 24 saat süreyle inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda tek olarak çimlenen konidiosporlar mikroskop altında belirlenerek PDA besi ortamına alınmıştır. Alınan bu örneklerin re-izolasyonları sonucu izolatlar alt-kültür izolatlar olarak isimlendirilmiştir. S-14 izolatının alt-kültürlerinin morfolojik tanınması (havai miselyum oluşturma, koloni pigmentasyonu, spor yapısı) Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'nden Prof. Dr. Nuray Özer tarafından yapılmıştır. Monoküler tanısı ise Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'nden Prof. Dr. Soner Soylu tarafından, izolatların protein yapılarını iyonize ettikten sonra elektrik alandan geçirerek protein profillerinin çıkarılması ile elde edilen profiller sistemin kütüphanesindeki verilerle karşılaştırılarak tanımlama yapan MALDI-TOF (Matriks assisted laser desorption ionization time of flight mass spectrometry) analizine göre yapılmıştır. Alt-kültürler çalışmada kullanılmak üzere PDA besi ortamı içeren eğik agara alınarak,  $+4^{\circ}\text{C}$ 'de saklanmıştır.

### 3.2.3. *F. culmorum* izolatlarının fungusitlere duyarlılığı

S-14 izolatı ve aynı izolatın TFM, TFY ve TFR alt-kültürleri fungusitli PDA besi ortamında denemeye alınmıştır. Fungisitlerin etkili madde dozları üzerinden stok solüsyonları otoklavda iki kere steril edilmiş saf suda hazırlanarak, otoklavda steril edilip  $50^{\circ}\text{C}$ 'ye soğutulmuş erlenmayer içerisindeki besi ortamlarına 0 (kontrol), 0.1, 0.3, 1, 3, 10, 30 ve 100

$\mu\text{g/ml}$  dozları otomatik pipet ile son final dozu 1 ml olacak şekilde ilave edilmiştir. Fungisit ilave edilmiş ve fungusit ilave edilmemiş (kontrol) besi ortamı, steril plastik petri kaplarına 25 ml olacak şekilde paylaştırılmıştır. Fungisitli/fungisitsiz PDA besi ortamına izolatların yine PDA besi ortamında geliştirilen 4 günlük kültürlerine ait kolonilerin kenarlarından mantar delici (cork-borer) ile alınan 0.4 mm çapındaki disklerin miselyal kısımlarının besi ortamı (Şekil 3.1.) ile temas etmesi sağlanarak besi ortamına konulmuştur. Petriler  $23\pm 1^\circ\text{C}$ 'de 3 gün süreyle tamamen karanlık ortamda inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda değerlendirmeler şu şekilde yapılmıştır.

1. İzolatların petri kaplarındaki kolonyal gelişme çapları ölçümünden sonra  $\text{EC}_{50}$   $\mu\text{g/ml}$  (miselyal gelişmeyi %50 engelleyen doz) değerleri kontrole göre hesaplanarak, yüzde gelişim değerlerinin log-probit kağıdına uygulanması ile fungusitlerin miselyal gelişimi engelleme oranları tespit edilmiştir (Delen ve ark. 1984, Koplay 2003).
2. İzolatların fungusitli besi ortamında miselyal gelişme gösteremediği en düşük yoğunluk değeri MIC (Minimum Engelleme Konsantrasyonu) değeri ( $\mu\text{g/ml}$ ) belirlenmiştir (Delen ve ark. 1984, Koplay 2003).
3. İzolatların fungusitli besi ortamlarında, koloni gelişimi gösterdiği dozlarda sporlanması ve spor yapısına etkisi her fungusit dozu için petri kabının 3 farklı kısmından 100'er sporun mikroskop altında incelenmesi ile tespit edilmiştir.

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak her petri de 3'er disk olacak şekilde yapılmıştır. Deneme iki kez tekrar edilmiştir.



**Şekil 3.1.** İzolatların fungusitli PDA besi ortamına ekimi



### 3.2.4. İzolatların miselyal gelişme hızı

İzolatların miselyal gelişme hızı fungusit içermeyen PDA besi ortamında belirlenmiştir. İzolatlar 3.2.3 kısmında anlatıldığı şekilde besi ortamında geliştirildikten sonra fungusitsiz besi ortamında steril petri kaplarına yerleştirilmiştir. Petriler  $23\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün süreyle tamamen karanlık ortamda inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda izolatların koloni çapı ölçümleri yapılmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekrarlı olarak yapılmıştır.

### 3.2.5. Fungisitlerin *F. culmorum* Üzerine Etkisi

#### 3.2.5.1. *In vitro* testler

Triticonazole+pyraclostrobin ve prothiconazole+tebuconazole etkili maddelerini içeren karışım fungusitlerden etkililiği en yüksek olanını tespit ederek *in vivo* testlerde kullanmak amacıyla bu test yapılmıştır. FcT ve KT bitki materyalinin tohumları %1'lik NaOCl'de 3 dk. yüzey dezenfeksiyonu yapıldıktan sonra 2 kere steril saf suda durulanıp, steril kabinde steril kurutma kağıtlarında kurutulmuştur. Kurutulan tohumlar triticonazole+pyraclostrobin ve prothiconazole+tebuconazole'ün ticari uygulama dozlarıyla steril cam kavanozlarda tohum ilaçlaması yapılmıştır. Steril saf suda ıslatılan 4 kat steril kurutma kağıdı konulan steril cam petri kaplarına her petriye 20 adet buğday tohumu yerleştirilmiştir. Kontrol olarak kullanılan tohumlara fungusit uygulaması yapılmamıştır. Tohumlar 7 gün süre ile tamamen karanlıkta  $23\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda tohum boyunun iki katı uzunluğunda koleoptil oluşturan tohumlarda çimlenme oranı (%), kök ve koleoptil uzunlukları (cm) belirlenmiştir. Tohumların kök ve koleoptil kısmında patojenin meydana getirdiği nekrozlar modifiye edilen 0-5 skalasına göre (Şekil 3.2) değerlendirilerek hastalık şiddeti tespit edilmiştir (Wildermuth ve Mc Namara 1994). Hastalık şiddeti ile ilgili değerin ortaya konmasında Townsend-Heuberger formülü uygulanmıştır (Karman 1970). Deneme her tekrürde 2 petri olarak, 5 tekerrürlü olacak şekilde, tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülmüştür.



**Şekil 3.2.** Hastalık şiddetinin değerlendirilmesinde kullanılan tanımsal skala

(0: Sağlıklı bitki, sözü edilen bölgelerde herhangi bir renk değişimi yok; 1: Nekroz alanı % 25'den az; 2: Nekroz alanı % 25-50 arasında; 3: Nekroz alanı % 51-75 arasında; 4: Nekroz alanı % 75'den fazla; 5: Bitki ölmüş)

### 3.2.5.2. *In vivo* testler

FcT ve KT bitki materyali kullanılmıştır. FcT tohumlarına *in vitro* testlerde (3.2.5.1) anlatıldığı şekilde triticonazole+pyraclostrobin etkili maddeli fungusit uygulaması yapılmıştır. Steril plastik saksılara (12x10 cm) otoklavda steril edilmiş olan 1/3 oranında kum+torf (Klasman-Deilmann) karışımına, her saksıda 20 adet buğday tohumu olacak şekilde ekimleri yapılmıştır (Şekil 3.3). Kontrol saksılarına ise fungusit uygulaması yapılmamış tohumların ekimleri yapılmıştır. Saksılar  $23\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 14 saat aydınlık, 10 saat karanlıkta, %80-90 nemde ve 10 000 lüks ışıkta iklim odasına yerleştirilerek düzenli olarak çeşme suyu ile sulanmıştır. Denemeler her tekrürde 2 saksı olarak, 5 tekerrürlü olacak şekilde tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülmüştür.



**Şekil 3.3.** Tohumların saksıya ekimi

Ekim tarihinden 15 ve 30 gün (ZGS 12) (Zadoks 1974).sonra saksılarda gelişen fide dönemindeki bitkilerin değerlendirilmeleri şu şekilde yapılmıştır.

1. Tohumların saksılara ekim tarihinden 15 gün sonra saksılarda bitki sayımları yapılarak bitki çıkış oranları (%) tespit edilmiştir.

2. Tohumların saksılara ekim tarihinden 30 gün sonra yapılan değerlendirmelerde, fideler saksılardan dikkatle çıkarılarak kökleri torf+kum karışımından temizlenerek çeşme suyunda dikkatlice yıkandıktan sonra, köklerdeki su artıkları kurutma kâğıdında kurtulmuşlardır Daha sonra tohum testlerinde belirtilen skalaya göre fidelerin kök ve koleoptil kısmında meydana getirdiği yüzde (%) hastalık şiddeti değerlendirmesi yapılmıştır.

3. Bitki boyu (cm) ölçümü fidenin kök çıkışından itibaren yapılmıştır.

4. Bitkilerin yaş ve kuru (g) ağırlık tartımı yapılmıştır. Bitkilerin ağırlık ortalaması alınarak bir bitkideki ortalama yaş ağırlık hesaplanmıştır. Kuru ağırlık için bitkiler

50°C’de etüvde kese kâğıtları içerisinde 72 saat kurutulduktan sonra tartımları yapılarak bir bitkideki ortalama kuru ağırlığı bulunmuştur.

5. Hastalık şiddeti için yapılan değerlendirme sonrasında bitkilerin kök ve kök boğazı kısımlarında meydana gelen lezyonlardan tekrar PDA besi ortamına re-izolasyonları yapılmıştır.

### 3.2.6. İstatistik değerlendirme

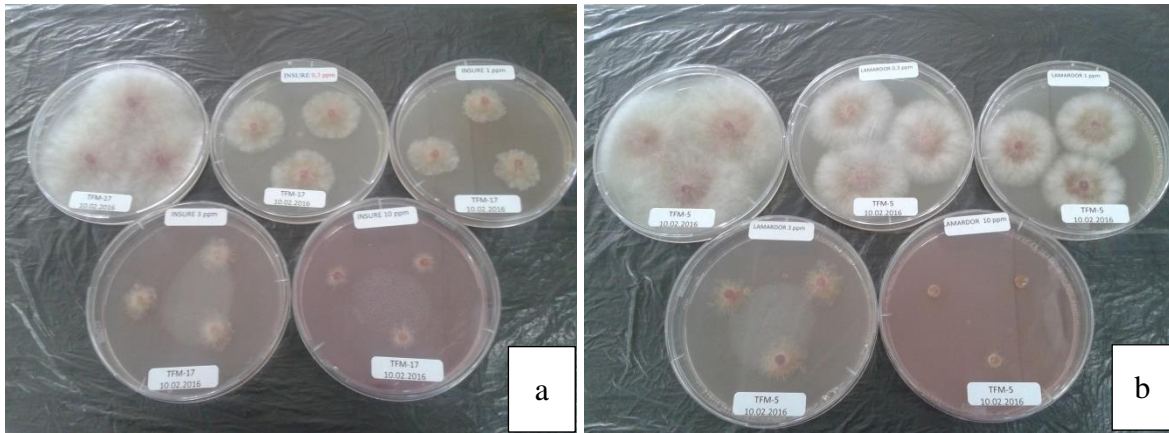
*In vitro* testlerde yüzde çimlenme oranı (%), kök ve koleoptil uzunlukları (cm), yüzde hastalık şiddeti (%), alt-kültür izolatların miselyal gelişim hızları, *in vivo* testlerde ise bitki çıkışı, bitki boyu (cm), yüzde hastalık şiddetleri (%), yaş ve kuru ağırlık (g) üzerine etkisi SPSS (versiyon 18; IBM Corp., Armonk, NY) programı kullanılarak Tukey testine göre yapılmıştır.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. *F. culmorum* İzolatlarının Fungisitlere Duyarlılığı

#### 4.1.1. Fungisitlerin izolatların koloni gelişimini engellemesi

*Fusarium culmorum* S-14 ana ve alt-kültür izolatlarının prothioconazole+tebuconazole ve triticonazole+pyraclostrobin etkili maddeli karışım fungusitlere olan duyarlılıkları EC<sub>50</sub> (µg/ml) değerleri hesaplanarak belirlenmiştir. Fungisitlerin doz artışına bağlı olarak izolatların fungusitli besi ortamında gösterdiği koloni gelişimi Şekil 4.1’de verilmiştir. İzolatların EC<sub>50</sub> değerlerindeki değişim Şekil 4.2; 4.3 ve 4.4’te ve EC<sub>50</sub> değerleri Ek çizelge 1; 2 ve 3’te verilmiştir.



Şekil 4.1. İzolatların triticonazole+pyraclostrobin (a) ve prothioconazole+tebuconazole (b) etkili maddeli karışım fungusit içeren besi ortamındaki koloni gelişimi

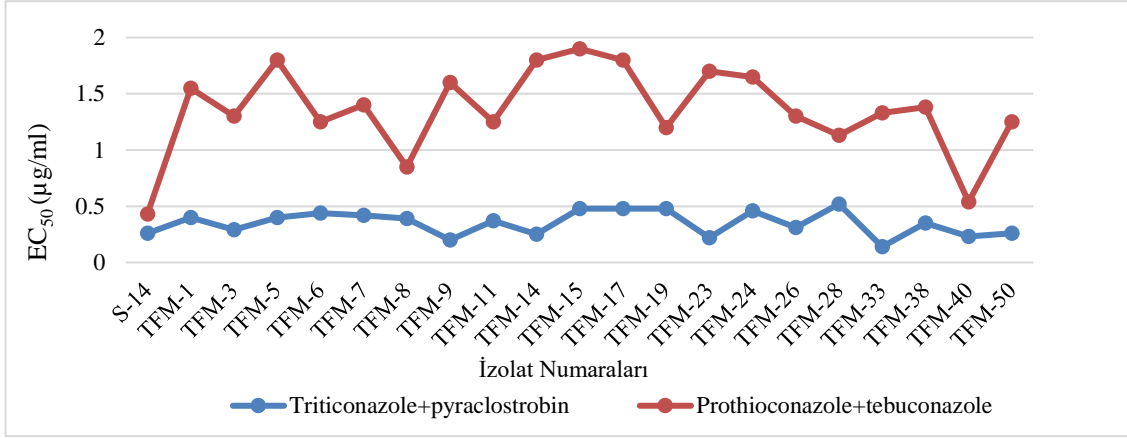
Ana kültür *F. culmorum* S-14'ün fungusitlere duyarlılığı incelendiğinde triticonazole+pyraclostrobin etkili maddeli karışım fungusit için EC<sub>50</sub> değeri 0.26 µg/ml olarak belirlenirken, prothioconazole+tebuconazole etkili maddeli karışım fungusit için ise 0.43 µg/ml olarak tespit edilmiştir.

Alt-kültür TFM populasyonunda triticonazole+pyraclostrobin için beş izolatin (TFM-9, 14, 23, 33, 40) EC<sub>50</sub> değerinin S-14 ana izolatının EC<sub>50</sub> değerinden düşük olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.2). Sadece bir izolatin (TFM-50) EC<sub>50</sub> değeri ana kültür S-14'ün EC<sub>50</sub> değeri ile aynı olarak tespit edilirken diğer 14 izolatin EC<sub>50</sub> değerlerinin ana izolatından yüksek olduğu belirlenmiştir. Prothioconazole+tebuconazole için ise tüm izolatların EC<sub>50</sub> değerlerinin >0.43 µg/ml olduğu tespit edilmiştir. Triticonazole+pyraclostrobin için EC<sub>50</sub> değerlerinin 0.14-0.52 µg/ml prothioconazole+tebuconazole için ise EC<sub>50</sub> değerlerinin 0.54-1.90 µg/ml arasında değiştiği belirlenmiştir (Ek Çizelge 1). Alt-kültür izolatların triticonazole+pyraclostrobin için ortalama EC<sub>50</sub> değeri 0.35 µg/ml ve prothioconazole+tebuconazole için ise 1.40 µg/ml olduğu belirlenmiştir.

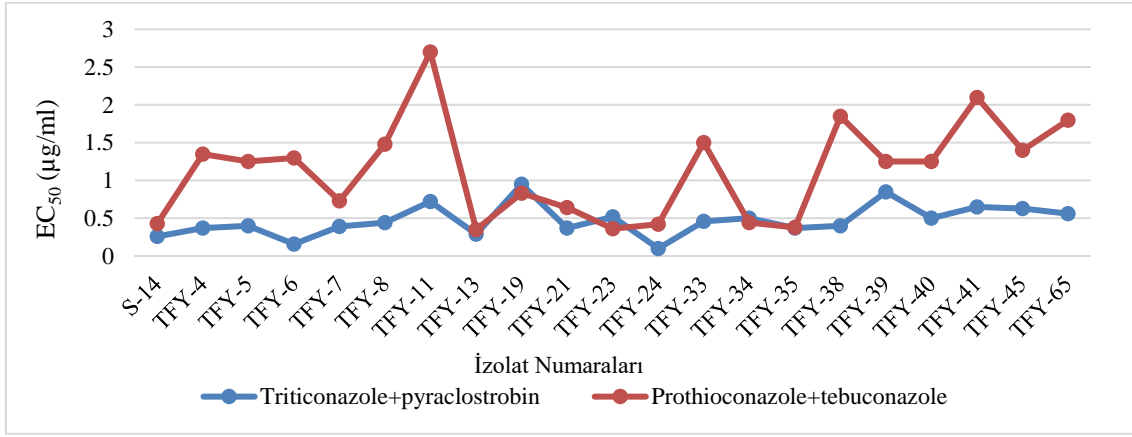
Alt-kültür TFY populasyonunda triticonazole+pyraclostrobin için TFY-6 ve TFY-24 izolatlarının, prothioconazole+tebuconazole için ise TFY-13, TFY-23 ve TFY-35 izolatlarının EC<sub>50</sub> değerlerinin ana izolat S-14'ün EC<sub>50</sub> değerinden düşük olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.3). Bununla birlikte TFY-13; 19; 23; 34 ve 35 numaralı izolatların EC<sub>50</sub> değerlerinin her iki fungusit için birbirine çok yakın olduğu bulunmuştur. Alt-kültür TFY populasyonunda triticonazole+pyraclostrobin için EC<sub>50</sub> değerleri 0.10-0.95 µg/ml arasında belirlenirken; prothioconazole+tebuconazole için ise 0.35-2.70 µg/ml arasında tespit edilmiştir (Ek Çizelge 2). Populasyonda triticonazole+pyraclostrobin için ortalama EC<sub>50</sub> değeri 0.48 µg/ml ve prothioconazole+tebuconazole için ise 1.80 µg/ml olarak belirlenmiştir.

Alt-kültür TFR populasyonunda her iki fungusit için EC<sub>50</sub> değerleri ana izolat S-14'den büyük olarak belirlenmiştir. TFR-6, TFR-24 ve TFR-48 numaralı izolatlar her iki fungusit için en yüksek EC<sub>50</sub> değerlerini oluşturan izolatlar olarak belirlenmiştir (Şekil 4.4). Triticonazole+pyraclostrobin için ise sadece TFR-6, 24 ve 48 numaralı izolatların EC<sub>50</sub> değeri >1 olarak tespit edilirken diğer 17 izolati EC<sub>50</sub> değerinin 0.30-0.62 µg/ml arasında olduğu

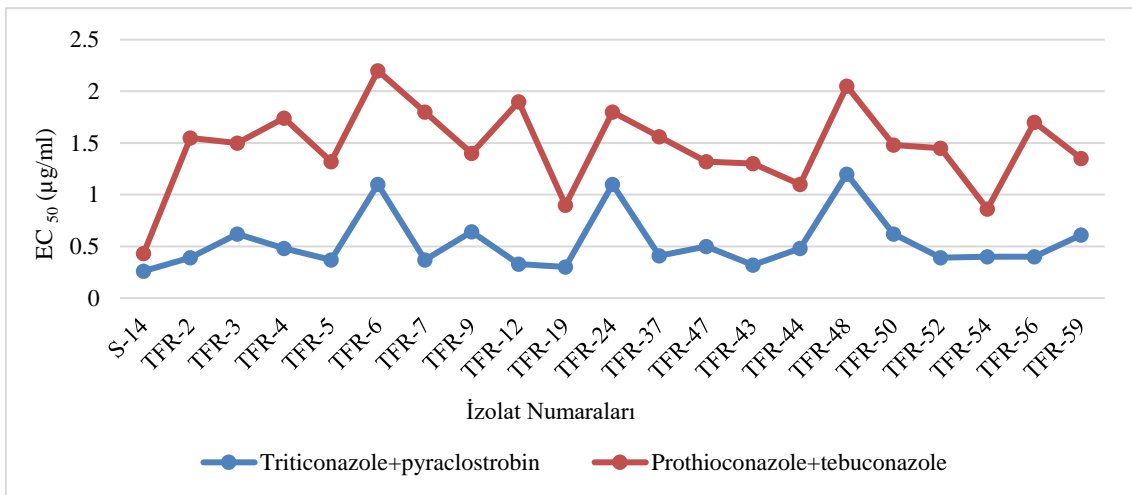
belirlenmiştir (Ek Çizelge 3). Alt-kültür TFR populasyonunda triticonazole+pyraclostrobin fungusiti için  $EC_{50}$  değerleri 0.30-1.20  $\mu\text{g/ml}$  arasında tespit edilirken; prothioconazole+tebuconazole fungusiti için 0.86-2.20  $\mu\text{g/ml}$  arasında bulunmuştur. Populasyonda triticonazole+pyraclostrobin için ortalama  $EC_{50}$  değeri 0.55  $\mu\text{g/ml}$  ve prothioconazole+tebuconazole için ise 1.35  $\mu\text{g/ml}$  olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.2. *F. culmorum* S-14 ve alt-kültür TFM izolatlarının EC<sub>50</sub> (µg/ml) değerleri



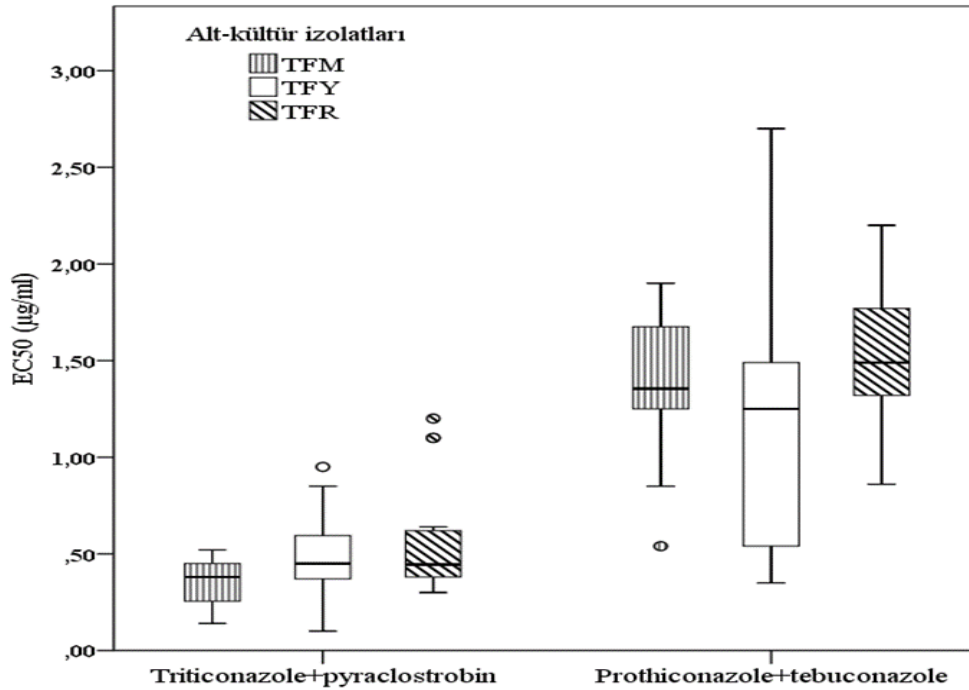
Şekil 4.3. *F. culmorum* S-14 ve alt-kültür TFY izolatlarının EC<sub>50</sub> (µg/ml) değerleri



Şekil 4.4. *F. culmorum* S-14 ve alt-kültür TFR izolatlarının EC<sub>50</sub> (µg/ml) değerleri



Alt-kültür izolatların  $EC_{50}$  değerlerinin fungusitlere göre dağılımı Şekil 4.5'te verilmiştir. Fungisitlerin alt-kültür izolatlar için frekans aralık değerleri en yüksek  $EC_{50}$  değeri ile en düşük  $EC_{50}$  değeri arasındaki farka göre tespit edilerek fungusitler kendi arasında değerlendirilmiştir. Triticonazole+pyraclostrobin için izolatların frekans aralık değerleri TFM için 0.38, TFY için 0.85 ve TFR için 0.90 olarak tespit edilerek alt-kültür izolatlarda TFY ve TFR'nin frekans aralık değerlerinin birbirine çok yakın olduğu gözlemlenmiştir. Bununla birlikte prothioconazole+tebuconazole için frekans aralık değerleri TFM için 1.36, TFY için 2.35 ve TFR 1.34 olarak tespit edilerek TFM ve TFR alt-kültür izolatlarının değerlerinin birbirine çok yakın olduğu bulunmuştur. Prothioconazole+tebuconazole için  $EC_{50}$  değerlerindeki dalgalanmanın triticonazole+pyraclostrobin'e göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.5. Alt-kültür izolatların fungusitlere göre  $EC_{50}$  (µg/ml) değerlerindeki dağılımı

Kutuların içerisindeki düz çizgi medyanı temsil ederken, kutunun üst ve alt sınırı sırasıyla verilerin %75 ve %25'ini temsil etmektedir. Kutuların dışına uzanan dikey çubuklar ise 10. ve 90. yüzdeliği temsil etmektedir. Daireler ise verilerdeki uç değerleri göstermektedir.

Çalışmada kullanılan prothioconazole, tebuconazole ve triticonazole sterol biyosentezini engelleyen triazole grubu fungusitlerin ve pyraclostrobin kinon dış engelleyici grubundan strobilurin alt-grubu fungusitlerin *Fusarium* spp.'ne etkili fungusitler olduğu (Delen 2016) ve bu grup fungusitlerden bromuconazole, cyproconazole, metconazole, prochloraz, propiconazole, prothioconazole'ün tarla koşullarında *F. culmorum* ve *F. graminearum*'un buğday başaklarında hem başak enfeksiyonları hem de toksin üretimini engellemede etkilidir. Ancak yapılan çalışmalarda patojenlere orta derecede dayanıklı ve hastalık şiddetinin düşük olduğu durumlarda fungusitlerin bu etkisinden söz etmek mümkündür (Scherin ve ark. 2013). Bununla birlikte *F. avenaceum*, *F. asiaticum*, *F. graminearum*, *F. verticilloides*'in azole grubu fungusitlere dayanıklılık kazandığı (Menniti ve ark. 2003, Yin ve ark. 2009, Ivıç ve ark. 2011) *F. graminearum*'un strobilurin grubu fungusitlerden trifloxystrobin ve succinate dehydrogenase engelleyicilerden isopyrazam'a dayanıklılık kazandığı tespit edilmiştir (Pasquali ve ark. 2010).

Buğdaydan izole edilen *F. culmorum* izolatlarının fungusitlere duyarlılığının kullanılan fungusitin etkili maddesine ve dozlarına göre değiştiği yapılan araştırmalarda tespit edilmiştir (Liggit ve ark. 1997, Dawson ve Bateman 2001, Köycü ve Sukut 2016, Hellin ve ark. 2017). İzolatların tarla koşullarındaki fungusit maruziyeti sonrasında duyarlılığının değişimi konusunda bir bilgi bulunamamıştır. Yaptığımız çalışmada, *F. culmorum* S-14 izolatının alt-kültürlerinin EC<sub>50</sub> değerinin ana izolata göre değişim göstermesi, birkaç izolat hariç EC<sub>50</sub> değerlerinde artış görülmesi ve prothioconazole+tebuconazole için TFR alt-kültür izolatların da EC<sub>50</sub> değerlerinde daha fazla bir dalgalanmanın olması, izolatların daha önce tarla koşullarında tebuconazole etkili maddeli fungusit uygulamasına maruz kalmasının sonucu bu değişimlerin olabileceğini düşündürmüştür. İzolatların EC<sub>50</sub> değerlerinde meydana gelen yükselmenin ileride bu patojenin bu grup fungusitlere dayanıklılık sorununu ortaya çıkarabileceği düşünülmüştür. Hellin ve ark. (2017), *F. culmorum*'un tebuconazole ve epoxiconazole için yüksek EC<sub>50</sub> değerine sahip dayanıklı izolatlar da nivalenol üreten izolatların deoksinivalenol üreten izolatlara göre daha dayanıklı olduğunu tespit etmişlerdir.

Yaptığımız çalışmada prothioconazole+tebuconazole etkili maddeli fungusit için doz artışına bağlı olarak *F. culmorum* izolatlarının miselyal gelişimini engellemesi Akgül (2008), tarafından elde edilen sonuçlar ile uyum göstermiştir. Aynı şekilde araştırmacılar, patojenin miselyal gelişiminin engellenmesinin triazole grubu fungusitlerden tebuconazole etkili maddeli fungusitte doz artışına bağlı olarak arttığını (Liggitt ve ark. 1997), EC<sub>50</sub> değerlerinin izolata bağlı olarak 0.14-1.43 mg/L arasında değiştiğini (Ray ve ark. 2004, Serfling ve Ordon 2014), tespit etmişlerdir. Buna ilaveten bir başka araştırmacı yine triazole grubu fungusitlerden fluquinconazole için *F. culmorum*'un EC<sub>50</sub> değerini 0.006 µg/ml olarak belirlerken prochloraz için >20 µg/ml olarak tespit etmiştir (Dawson ve Bateman 2000). *F. culmorum* izolatlarının fungusit duyarlılığının fungusite göre değiştiği bu araştırmalar ile tespit edilmesine rağmen bizim yaptığımız çalışma ile de patojenin fungusit duyarlılığının daha önceki fungusit maruziyetine göre de değişebileceğinin sonucuna varılmıştır.

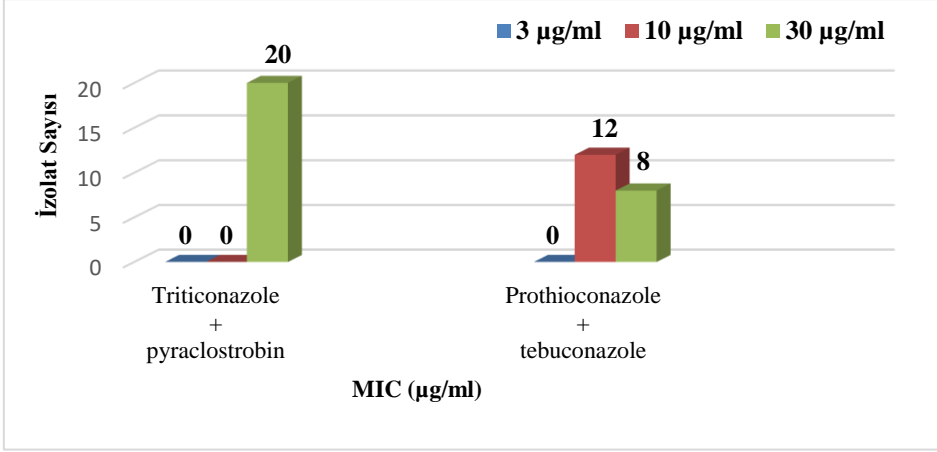
#### **4.1.2. Fungisitlerin izolatların miselyal gelişimi üzerine etkisi**

*F. culmorum* S-14'ün ana ve alt-kültür izolatlarının triticonazole+pyraclostrobin ve prothioconazole+tebuconazole etkili maddeli karışım fungusitlerin miselyal gelişimi engelleme dozlarını belirlemek amacıyla tespit edilen MIC (µg/ml) değerlerindeki izolat sayıları Şekil 4.6.; 4.7. ve 4.8.'de verilmiştir. İzolatların MIC değerleri ise Ek çizelge 1; 2 ve 3'te verilmiştir.

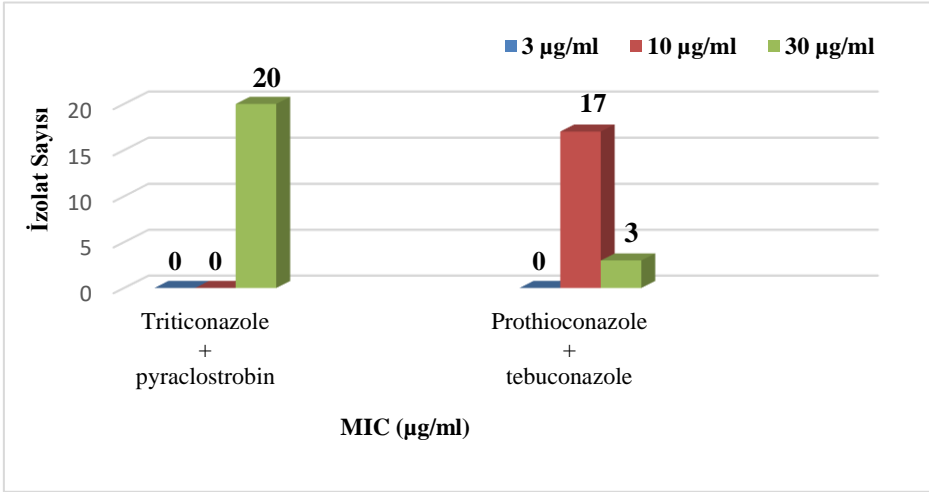
Triticonazole+pyraclostrobin için; MIC değerinin ana-kültür S-14 ve alt kültür TFM, TFY, TFR izolatlarında 30 µg/ml olduğu belirlenmiştir. Prothioconazole+tebuconazole için ise ana kültür S-14'ün MIC değeri 3 µg/ml (Ek Çizelge 1) olarak tespit edilirken, alt kültürlerde ise 10-30 µg/ml arasında değiştiği tespit edilmiştir. Prothioconazole+tebuconazole için alt-kültür TFM popülasyonunda, 12 izolatın MIC değeri 10 µg/ml olarak ve 8 izolatın MIC değeri ise 30 µg/ml olarak belirlenmiştir. Alt-kültür TFY popülasyonunda prothioconazole+tebuconazole etkili maddeli fungusit için MIC değerleri incelendiğinde, 17 izolatın MIC değeri ise 10 µg/ml olup, 3 izolatın MIC değerinin ise 30 µg/ml olduğu tespit edilmiştir. Alt-kültür TFR popülasyonunda 18 izolatın MIC değeri ise 10 µg/ml olarak tespit edilirken sadece 2 izolatın MIC değeri 30 µg/ml olarak belirlenmiştir. Fungisitler MIC değeri açısından kendi arasında değerlendirildiğinde triticonazole+pyraclostrobin için MIC

değerlerinde herhangi dalgalanmanın olmadığı ancak prothioconazole+tebuconazole için ise alt-kültür popülasyonu içerisinde dalgalanmaların olduğu tespit edilmiştir.

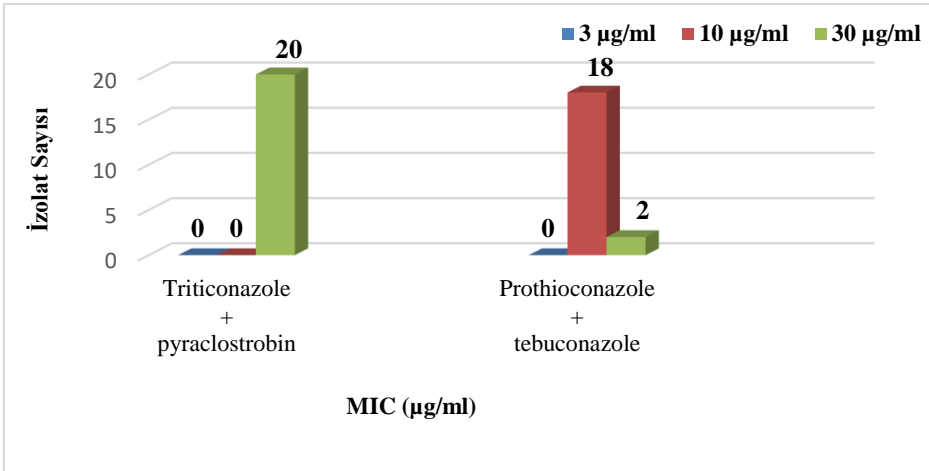
Aynı etkili maddeli fungusitler kullanılsa bile *F. culmorum*'un miselyal gelişiminin engellenmesinde MIC değerleri izolata göre değişebilmektedir. Akgül (2008), *F. culmorum* izolatının prothioconazole+tebuconazole için MIC değerini 25 µg/ml ile bizim çalışmamızda ana kültür için tespit ettiğimiz MIC değerinden (3 µg/ml) daha yüksek olarak tespit etmiştir. Bununla birlikte patojenin alt-kültür popülasyonunda prothioconazole+tebuconazole için MIC değerinde tespit edilen dalgalanmanın nedeninin daha öncesinde tarla koşullarında triazole grubu fungusit maruziyetlerinden kaynaklandığı düşünülmüştür.



Şekil 4.6. Alt-kültür TFM izolatlarının MIC (µg/ml) değerleri



Şekil 4.7. Alt-kültür TFY izolatlarının MIC (µg/ml) değerleri

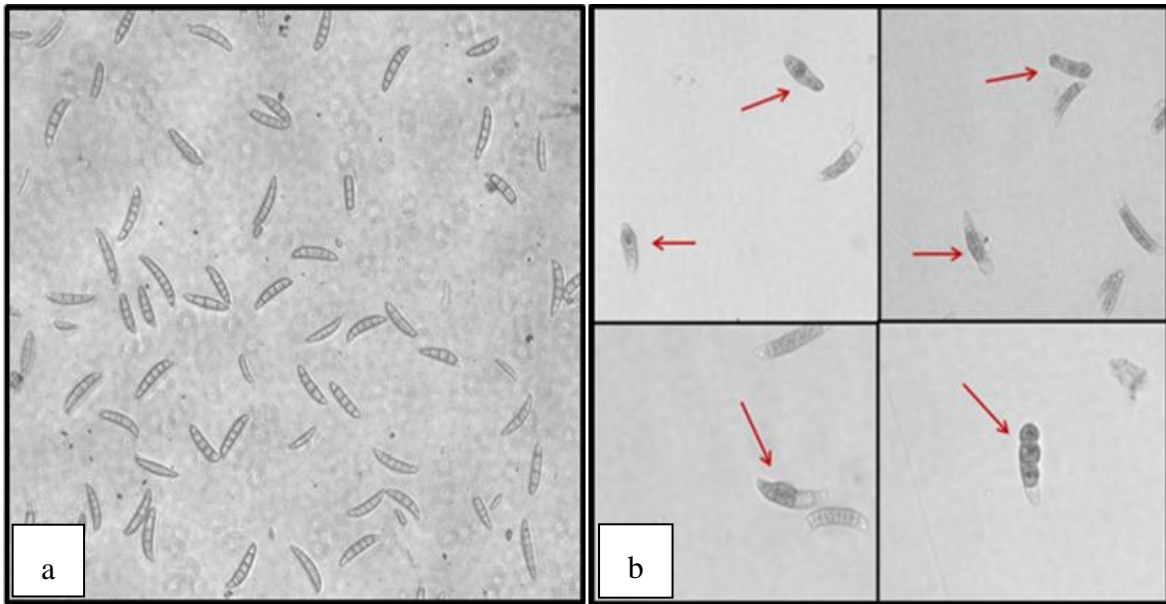


Şekil 4.8. Alt-kültür TFR izolatlarının MIC (µg/ml) değerleri

#### 4.1.3. Fungisitlerin izolatların spor yapısına etkisi

S-14 ana kültür ve TFM, TFR, TFY alt-kültür izolatlarının fungusitli besi ortamında spor verimi ve spor yapısına etkisi tespit edilmiştir. İzolatların spor veriminin fungusit dozlarına göre değişmediği ve izolatların MIC değerlerinin altındaki bütün dozlarda sporlanmanın olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte fungusitlerin prothioconazole+tebuconazole için 0.3 µg/ml ve triticonazole+pyraclostrobin için 1 µg/ml dozundan itibaren spor yapısında deformasyonlara neden olduğu belirlenmiştir. İzolatların konidiosporlarındaki deformasyonlar ise sporun tamamının veya bir kısmının şişkinleşmesi ve apikal kısımlarda kıvrılmalar olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.9).

Azole grubu fungusitlerden tebuconazole'ün *F. culmorum*'un çim tüpü duvarında şişkinlik, kalınlaşma, septum oluşumunun yarım kalması, vakuollerde artış ve hissel deformasyonlara neden olduğu tespit edilmiştir (Kang ve ark. 2001, Toçan 2014). Bizim yaptığımız çalışmada da prothioconazole+tebuconazole ve triticonazole+pyraclostrobin'in spor yapısında deformasyonlara neden olması araştırmacıların bu bulguları ile desteklenmiştir.



Şekil 4.9. a) Fungisitsiz besi ortamında konidiospor gelişimi b) Fungisitlerin izolatların konidiospor yapısında meydana getirdiği deformasyonlar

## 4.2. İzolatların Miselyal Gelişme Hızı

İzolatların fungusit içermeyen besi ortamında koloni çapı ölçümüne göre tespit edilen miselyal gelişme hızı (cm/gün) Çizelge 4.1’de verilmiştir. Ana kültür S-14’ün gelişme hızı 1.63 cm olarak tespit edilirken, alt-kültür izolatların gelişme hızlarının ise 1.31-1.78 cm/gün arasında değiştiği ve izolatlar arasında önemli farklılıklar ( $P<0.05$ ) olduğu bulunmuştur.

Alt-kültür TFM populasyonunda miselyal gelişme hızının 1.31-1.64 cm/gün arasında değiştiği ve ortalama miselyal gelişme hızının ise 1.46 cm/gün olduğu belirlenmiştir. Sadece bir izolatın (TFM-6) miselyal gelişme hızı ana izolatın gelişme hızından büyük olarak tespit edilirken ana kültür ile arasında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. TFM-14, 33, 3, 1, 5, 26, 23, 15, 24 ve 38 numaralı izolatların miselyal gelişme hızı populasyon ortalamasının altında olup TFM-1, 3, 14 ve 33 numaralı izolatlar hariç ana kültür S-14 ile aralarındaki farklılık önemli ( $P<0.05$ ) bulunmuştur.

Alt-kültür TFY populasyonunda gelişme hızının 1.74-1.33 cm arasında değiştiği ve ortalama miselyal gelişme hızının cm/gün olduğu belirlenmiştir. Sadece 5 izolatın miselyal gelişme hızı (33, 39, 40, 41, 65) ana izolatın gelişme hızından büyük olarak tespit edilmiştir. Diğer izolatların miselyal gelişme hızı ise populasyon ortalamasının (1.56) altında gelişme hızına sahip olup, ana-kültür S-14 ile aralarındaki farklılık TFY-5 ve 8 numaralı izolatlar hariç önemsiz olarak tespit edilmiştir.

Alt-kültür TFR populasyonunda gelişme hızının 1.78-1.31 cm/gün arasında değiştiği ve populasyonun ortalamasının 1.59 cm/gün olduğu tespit edilmiştir. Sadece 6 izolatın (3, 12, 24, 37, 43, 50) miselyal gelişme hızı ana izolatın gelişme hızından büyük olarak tespit edilirken ana kültür ile arasında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. TFR-52 numaralı izolatın gelişme hızı ana izolatın gelişme hızı ile aynı olarak tespit edilmiştir.

**Çizelge 4. 1. *F. culmorum* S-14 ve alt-kültür TFM, TFY ve TFR izolatlarının fungusitsiz besi ortamında miselyal gelişim hızları (cm/gün)**

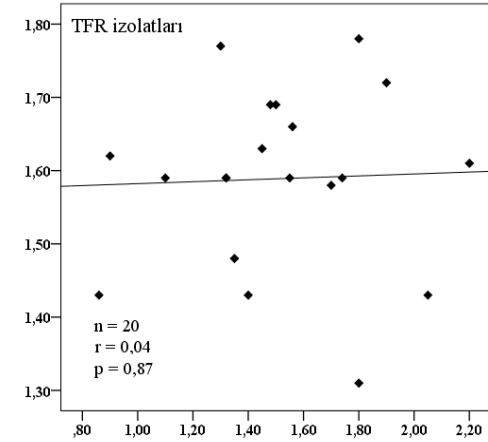
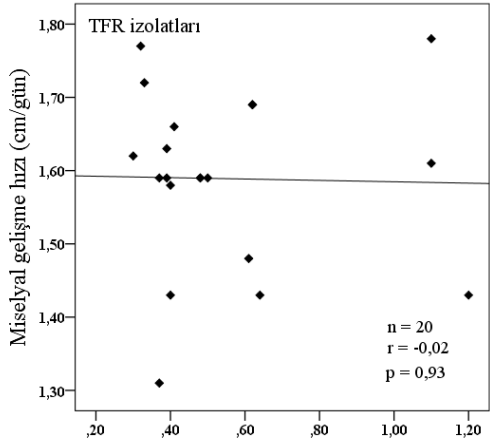
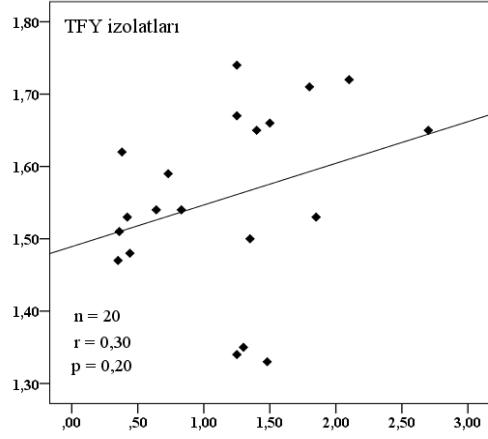
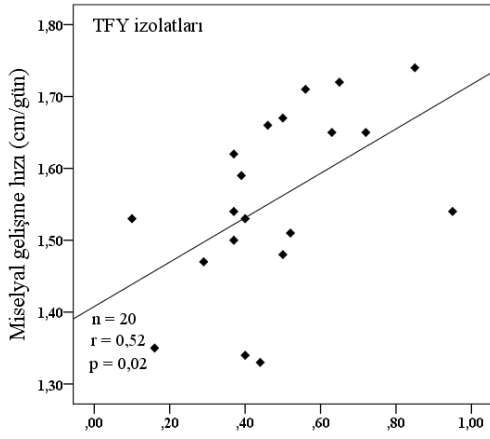
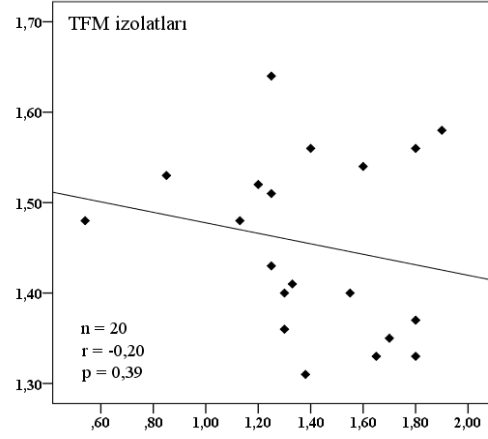
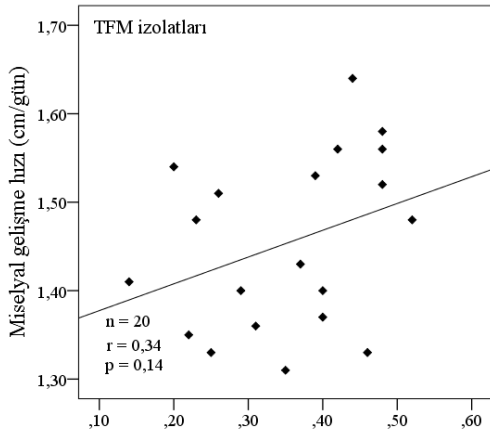
İzolat No	Gelişme Hızı (cm/gün)**	İzolat No	Gelişme Hızı (cm/gün)	İzolat No	Gelişme Hızı (cm/gün)
S-14	1.63 <sup>ab</sup>	S-14	1.63 <sup>a-c</sup>	S-14	1.63 <sup>ab</sup>
TFM-6	1.64 <sup>a</sup>	TFY-39	1.74 <sup>a</sup>	TFR-24	1.78 <sup>a</sup>
TFM-17	1.58 <sup>a-c</sup>	TFY-41	1.72 <sup>a</sup>	TFR-43	1.77 <sup>a</sup>
TFM-7	1.56 <sup>a-d</sup>	TFY-65	1.71 <sup>a</sup>	TFR-12	1.72 <sup>ab</sup>
TFM-18	1.56 <sup>a-d</sup>	TFY-40	1.67 <sup>a</sup>	TFR-50	1.69 <sup>ab</sup>
TFM-8	1.53 <sup>a-f</sup>	TFY-33	1.66 <sup>a</sup>	TFR-3	1.69 <sup>ab</sup>
TFM-11	1.54 <sup>a-f</sup>	TFY-11	1.65 <sup>ab</sup>	TFR-37	1.66 <sup>ab</sup>
TFM-19	1.52 <sup>a-f</sup>	TFY-45	1.65 <sup>ab</sup>	TFR-52	1.63 <sup>ab</sup>
TFM-50	1.51 <sup>a-f</sup>	TFY-35	1.62 <sup>a-c</sup>	TFR-19	1.62 <sup>ab</sup>
TFM-40	1.48 <sup>a-f</sup>	TFY-7	1.59 <sup>a-c</sup>	TFR-6	1.61 <sup>ab</sup>
TFM-28	1.48 <sup>a-f</sup>	TFY-19	1.54 <sup>a-c</sup>	TFR-47	1.59 <sup>ab</sup>
TFM-14	1.43 <sup>a-f</sup>	TFY-21	1.54 <sup>a-c</sup>	TFR-44	1.59 <sup>ab</sup>
TFM-33	1.41 <sup>a-f</sup>	TFY-38	1.53 <sup>a-c</sup>	TFR-5	1.59 <sup>ab</sup>
TFM-3	1.40 <sup>b-f</sup>	TFY-24	1.53 <sup>a-c</sup>	TFR-4	1.59 <sup>ab</sup>
TFM-1	1.40 <sup>b-f</sup>	TFY-23	1.51 <sup>a-c</sup>	TFR-2	1.59 <sup>ab</sup>
TFM-5	1.37 <sup>c-f</sup>	TFY-4	1.50 <sup>a-c</sup>	TFR-56	1.58 <sup>ab</sup>
TFM-26	1.36 <sup>c-f</sup>	TFY-34	1.48 <sup>a-c</sup>	TFR-59	1.48 <sup>ab</sup>
TFM-23	1.35 <sup>c-f</sup>	TFY-13	1.47 <sup>a-c</sup>	TFR-54	1.43 <sup>ab</sup>
TFM-15	1.33 <sup>d-f</sup>	TFY-6	1.35 <sup>bc</sup>	TFR-9	1.43 <sup>ab</sup>
TFM-24	1.33 <sup>ef</sup>	TFY-5	1.34 <sup>c</sup>	TFR-48	1.43 <sup>ab</sup>
TFM-38	1.31 <sup>f</sup>	TFY-8	1.33 <sup>c</sup>	TFR-7	1.31 <sup>b</sup>
Ortalama*	1.46	Ortalama	1.56	Ortalama	1.59

\*: Ortalamalara S-14 izolatu dahil edilmemiştir.

\*\* : Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark Tukey Testine (P<0.05) göre önemlidir.



Alt-kültür TFM, TFY ve TFR izolatlarının miselyal gelişme hızları ile triticonazole+pyraclostrobin ve prothioconazole+tebuconazole için EC<sub>50</sub> değerleri arasındaki korelasyon Şekil 4.10' de verilmiştir. Korelasyon grafikleri incelendiğinde TFY alt-kültür izolatlarının triticonazole+pyraclostrobin için EC<sub>50</sub> değeri ile miselyal gelişme hızı arasındaki pozitif yönlü bir korelasyon tespit edilerek 0.52 korelasyon katsayısı değeri %5 seviyesinde önemli (P<0.05) bulunmuştur. Aynı şekilde aynı alt-kültür izolatlarının prothioconazole+tebuconazole için EC<sub>50</sub> değerleri ve miselyal gelişim hızı arasında pozitif yönlü bir korelasyon belirlenmiş ve 0.30 korelasyon katsayısı değeri önemsiz bulunmuştur (Ek Çizelge 4). TFM alt-kültür izolatları için triticonazole+pyraclostrobin için pozitif yönlü bir korelasyon tespit edilirken prothioconazole+tebuconazole için negatif yönlü bir korelasyon tespit edilmiştir. Aynı alt kültür izolatlarının korelasyon katsayısı değerleri her iki fungusit için de %5 seviyesinde önemsiz olarak bulunmuştur. TFR alt-kültür izolatlarında triticonazole+pyraclostrobin için negatif yönlü bir korelasyon belirlenirken prothioconazole+tebuconazole için sabit bir korelasyon belirlenerek aradaki fark %5 seviyesinde önemsiz olarak bulunmuştur. Alt-kültür izolatların EC<sub>50</sub> değerleri ile miselyal gelişme hızı arasındaki korelasyonun önem derecesinin izolatların daha öncesindeki fungusit maruziyetine bağlı olarak uygulanan fungusite göre değişebileceği düşünülmüştür.



Triticonazole+pyraclostrobin

Prothioconazole+tebuconazole

EC<sub>50</sub> (µg/ml)

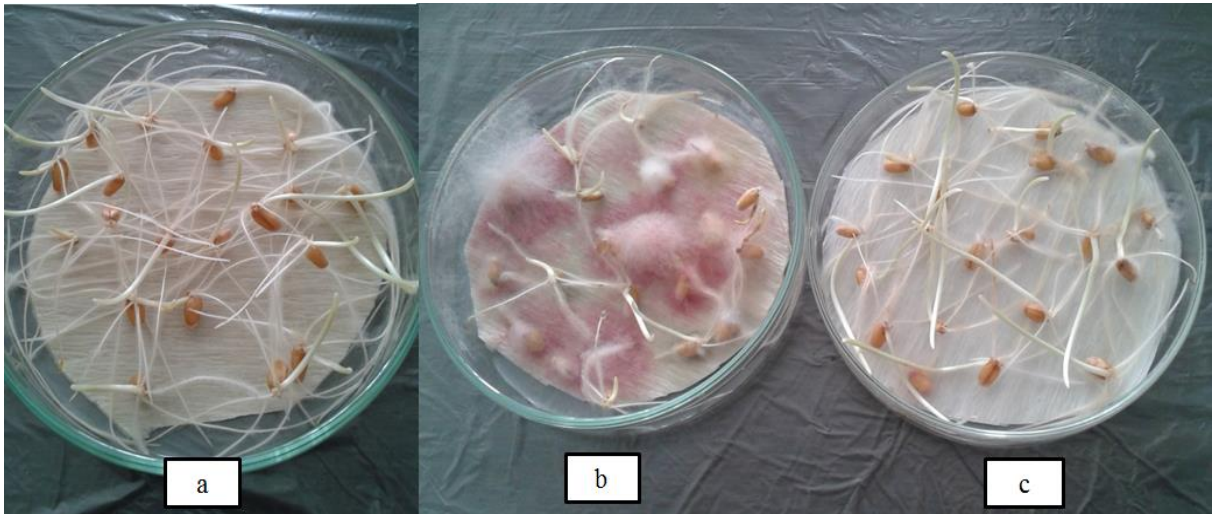
**Şekil 4.10.** Alt-kültür TFM, TFY ve TFR izolatlarının miselyal gelişme hızları ile triticonazole+pyraclostrobin ve prothioconazole+tebuconazole için EC<sub>50</sub> değerleri arasındaki korelasyon

### 4.3. Fungisitlerin *F. culmorum* Üzerine Etkisi

*In vivo* ve *in vitro* testlerde tarla koşullarında *F. culmorum* ile enfekte edilen FcT (pozitif kontrol) ve *F. culmorum* ile enfekte edilmeyen KT (negatif kontrol) F-85 buğday tohumu kullanılmıştır.

#### 4.3.1. *In vitro* testler

Prothioconazole+tebuconazole ve triticonazole+pyraclostrobin etkili maddeli fungisitlerden etkili olan fungisitın tespit edilerek *in vivo* testlerde kullanılması amacıyla *in vitro* testler yapılmıştır (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Tohumların kök ve koleoptil gelişimi a) negatif kontrol, b) pozitif kontrol, c) triticonazole+pyraclostrobin

S-14 izolatu ile doğal olarak enfekteli tohumun çimlenmesi sonucu tohumda bazı anormal imlenmelerin olduğu (Şekil 4.12), bununla birlikte tohumun kök veya koleoptil kısımlarında da nekrozlara neden olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.13). Tohumda gözlemlenen anormal imlenmelerde imlenen tohumların bazısında sadece kök; bazılarında ise sadece koleoptil oluşumunun meydana geldiği tespit edilmiştir. Kök oluşumunun gözlemlendiği tohumlarda ise bazı köklerde çok kısa gelişim, bazılarında sadece ana kök, bazılarında ana kök+tek yan kök oluşumu Şeklinde ve cılız olarak geliştiği görülmüştür.



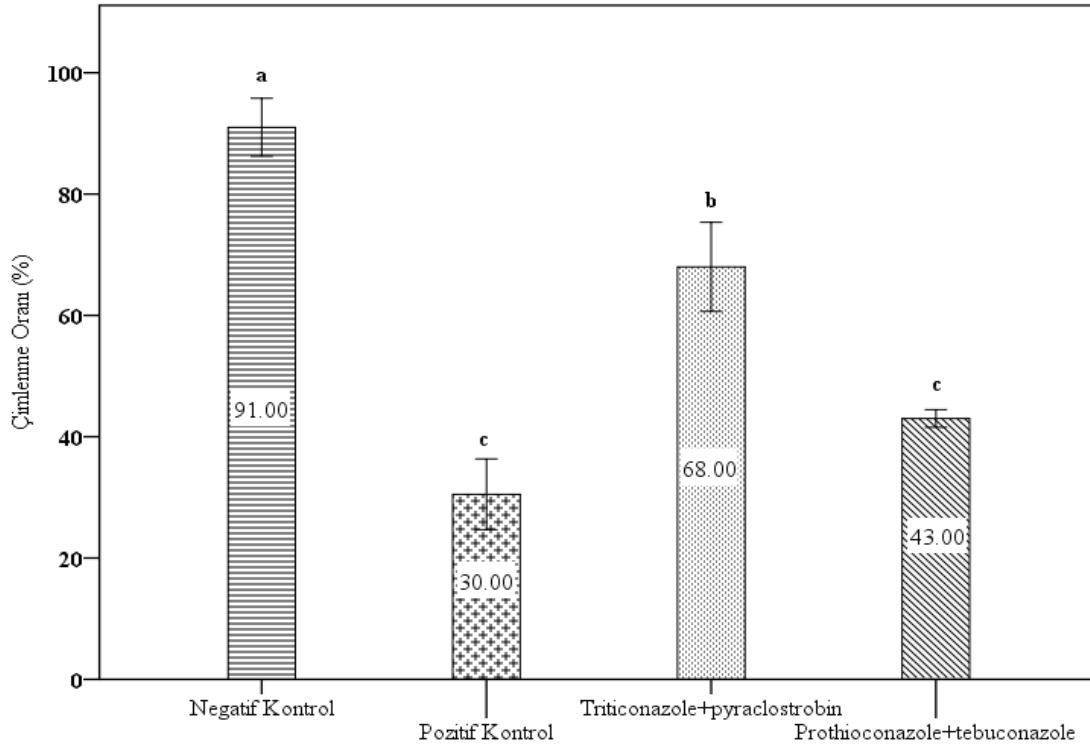
Şekil 4.12. *F. culmorum* ile enfekteli buğday tohumlarının imlenmesi



**Şekil 4.13.** *F. culmorum* ile enfekteli buğday tohumlarının kök ve koleoptil kısımlarında görülen nekrozlar

Fungisitlerin tohumların çimlenme oranı (%) kök ve koleoptil uzunluğu (cm), hastalık şiddeti üzerine etkisi tespit edilmiştir.

Tohumların çimlenme oranları incelendiğinde pozitif kontrolde %30'luk bir çimlenmenin olduğu bulunmuştur (Şekil 4.14). Triticonazole+pyraclostrobin ve prothioconazole+tebuconazole ile yapılan tohum ilaçlaması sonrasında tohumların çimlenme oranları sırayla %68 ve %43 olarak tespit edilirken, triticonazole+pyraclostrobin'nin pozitif kontrol ile aralarındaki farklılığın önemli ( $P<0.05$ ) olduğu belirlenmiştir. Triticonazole+pyraclostrobin etkili maddeli fungusit ile enfekteli tohumun ilaçlanması sonucu çimlenmede %38'lik bir artış gözlemlenirken, prothioconazole+tebuconazole ile ilaçlanması sonucu çimlenmede sadece %13'lik bir artış gözlemlenmiştir.

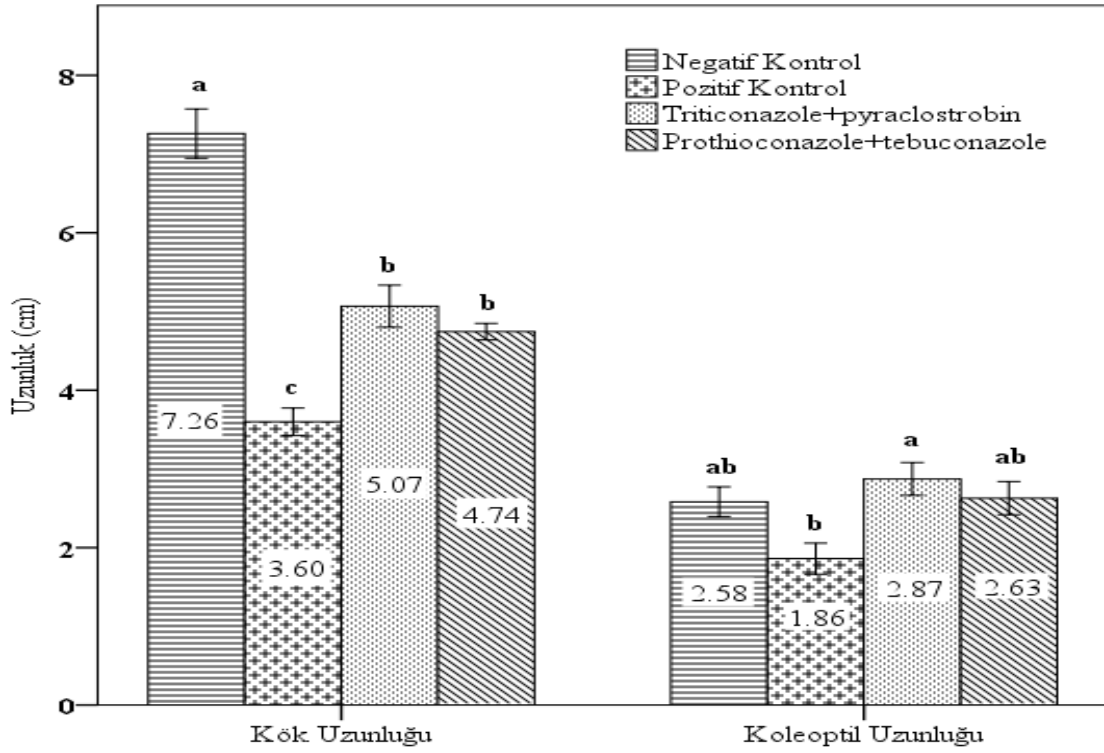


**Şekil 4.14.** Fungisitlerin enfekteli tohumda çimlenmeye (%) etkisi

Tohumun çimlenmesinde muameleler arasındaki farklılık Tukey Testine göre ( $P<0.05$ ) birbirinden farklıdır.

Fungisitlerin kök ve koleoptil uzunluğuna etkisi Şekil 4.15’de verilmiştir. Fungisitlerin kök uzunluğuna etkisi değerlendirildiğinde pozitif kontrolün kök uzunluğu 3.60 cm olarak tespit edilirken triticonazole+pyraclostrobin ve prothioconazole+tebuconazole ile ilaçlanan tohumların kök uzunlukları sırasıyla 5.07 ve 4.74 cm olarak belirlenmiştir. Fungisitlerin kök uzunluğuna etkisi yönünden her iki fungisit pozitif kontrol ile arasında önemli ( $P<0.05$ ) bir farklılık tespit edilirken; fungisitlerin kendi arasında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir.

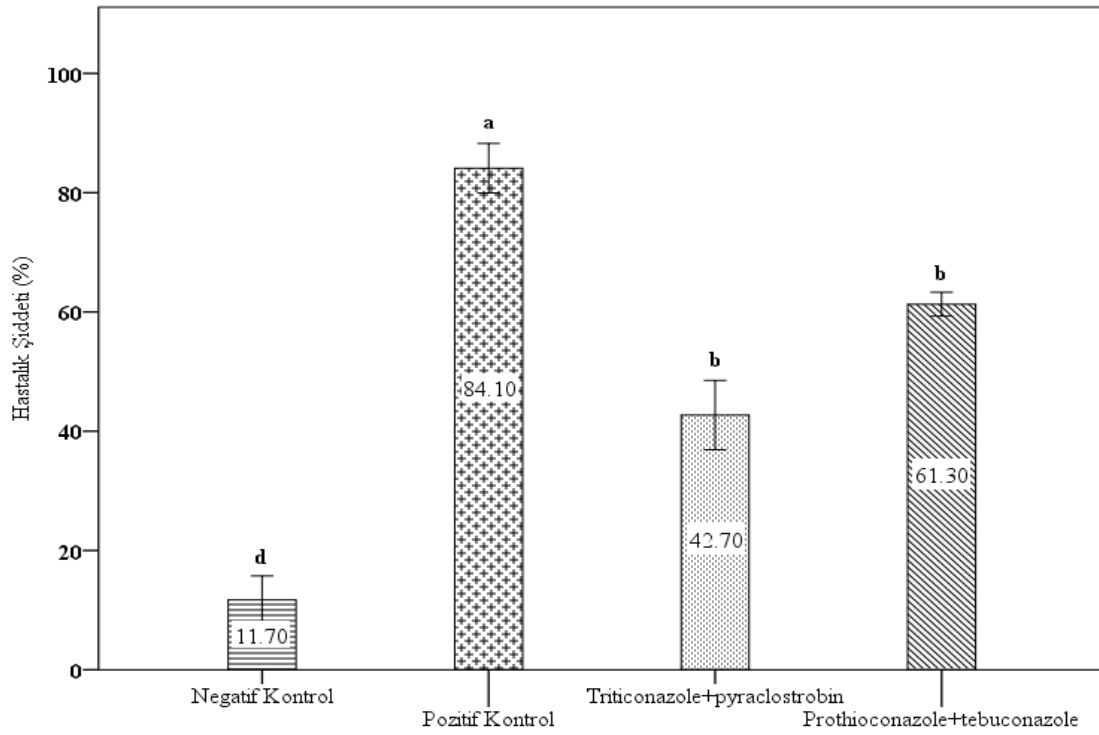
Fungisitlerin koleoptil uzunluğuna etkisi değerlendirildiğinde, triticonazole+pyraclostrobin ile pozitif kontrol arasındaki farklılık önemli ( $P<0.05$ ) bulunmuştur. Bununla birlikte koleoptil uzunluğunun fungisit ile muamele edilen tohumlarda negatif kontrole göre daha yüksek olduğu ve enfekteli tohumlarda fungisit uygulamasının koleoptil uzunluğunda artış sağladığı tespit edilmiştir. En yüksek artışı ise 2.87 cm ile triticonazole+pyraclostrobin sağlamıştır.



**Şekil 4.15.** Fungisitlerin enfekteli tohumda kök ve koleoptil uzunluğuna (cm) etkisi

Kök uzunluğu/koleoptil uzunluğunda muameleler arasındaki farklılık Tukey Testine göre ( $P < 0.05$ ) birbirinden farklıdır.

Fungisitlerin hastalık şiddeti üzerine etkisi değerlendirildiğinde fungusit ile ilaçlanan tohumlardaki hastalık şiddeti prothioconazole+tebuconazole ve triticonazole+pyraclostrobin için sırasıyla %61.30, %42.70 olarak tespit edilerek pozitif kontrol ile arasındaki farklılıklar önemli ( $P < 0.05$ ) bulunmuştur (Şekil 4.16). Triticonazole+pyraclostrobin ve prothioconazole+tebuconazole için hastalık şiddeti üzerine etkisi sırayla %49.22, %27.11 olarak tespit edilmiştir.



**Şekil 4.16.** Fungisitlerin enfekteli tohumda hastalığın gelişimine etkisi

Hastalık şiddetinde muameleler arasındaki farklılık Tukey Testine göre ( $P < 0.05$ ) birbirinden farklıdır.

Buğdaylarda kök, kök boğazı ve sap çürüklüğüne karşı tohum kaynaklı patojenlere uygulanan fungisitlerin ürünün kalitesi ve verimi üzerine olumlu etkisi vardır (Mihuta-Grimm ve Forster 1989, Arslan ve Baykal 2002, Ruske ve ark. 2003, Ray ve ark. 2004, Demirci ve Maden 2006, Balmas ve ark. 2006, Hekimhan ve ark. 2007b, Akgül 2008, Köycü ve Sukut 2016). Yaptığımız çalışmada da prothioconazole+tebuconazole ve triticonazole+pyraclostrobin etkili maddeli fungisitlerin patojen üzerine etkili olarak tohumun çimlenme, kök, koleoptil gelişimi üzerine olumlu etkisinin tespit edilmesi fungisitlerin tarla koşullarında ürün artışına katkı sağlayacağı sonucuna varılmıştır.



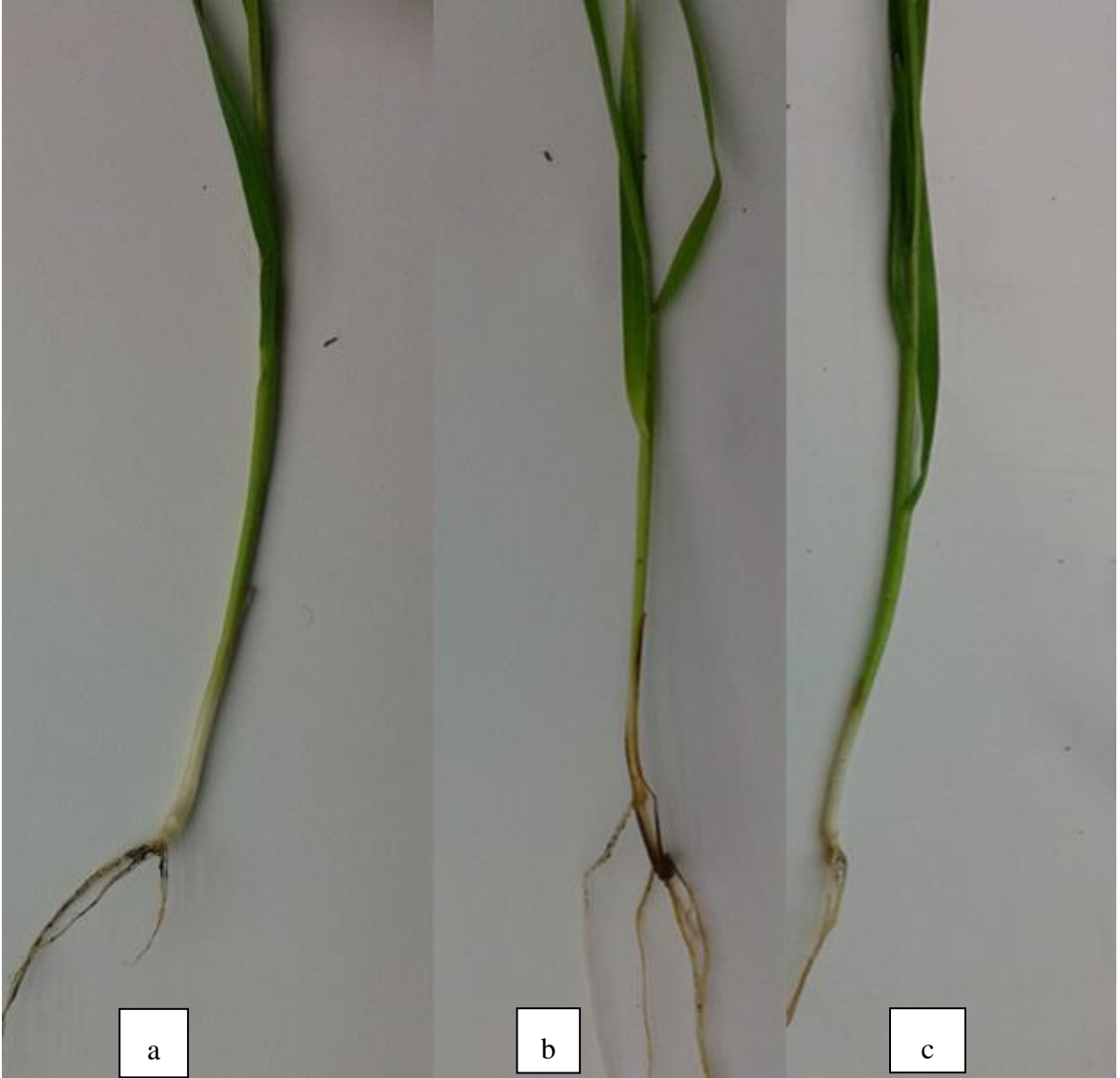
#### 4.3.2. *In vivo* testler

*In vitro* testlerde patojen üzerine daha etkili olduğu tespit edilen triticonazole+pyraclostrobin etkili maddeli fungusit seşilerek fide testleri için kullanılmıştır. Triticonazole+pyraclostroin ile ilaçlanan FcT, fungusit uygulaması yapılmayan pozitif kontrol FcT ve negatif kontrol KT materyallerinin tohumları saksıya ekim tarihinden 15 gün sonra fidelerin çıkış oranı, 30 gün sonra (şekil 4.17) ise bitki boyu (cm), hastalık oranı (%), hastalık şiddeti (%), yaş ve kuru ağırlık (g) değerlendirmeleri yapılmıştır.



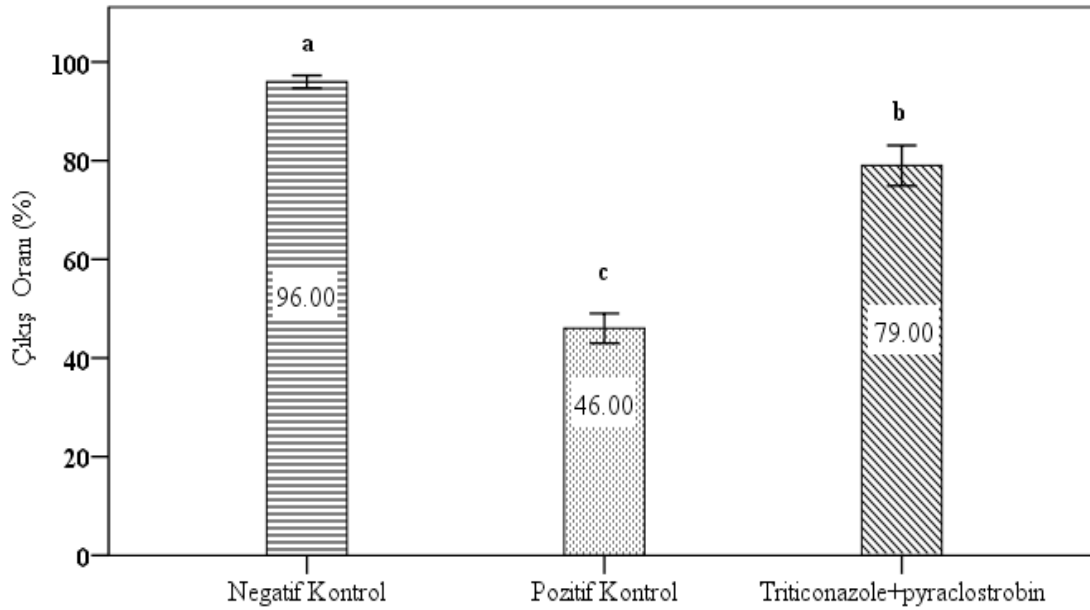
şekil 4.17. Fide ıkışı a) negatif kontrol, b) pozitif kontrol, c) triticonazole+pyraclostrobin

Saksılarda gelişen fidelerin kök boğazında patojenin deformasyonlara neden olduğu gözlemlenmiştir. Pozitif kontrol fidelerinin kök boğazı kısımlarının negatif kontrole göre daha cılız geliştiği bazı fidelerde ana kök oluşumunun yanısıra yan kök oluşumuna ve bu kısımlarda kahve renkli nekrozlara neden olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.18). Fungisit ile ilaçlanan danelerden gelişen bazı fidelerde kök boğazı kısımlarında ince ve zayıf bir gelişme olmasına rağmen bu kısımlarda nekroz oluşumunun meydana gelmediği tespit edilmiştir.



**Şekil 4.18.** Fidelerin kök-kökboğaz gelişimi a) negatif kontrol b) pozitif kontrol  
c) triticonazole+pyraclostrobin

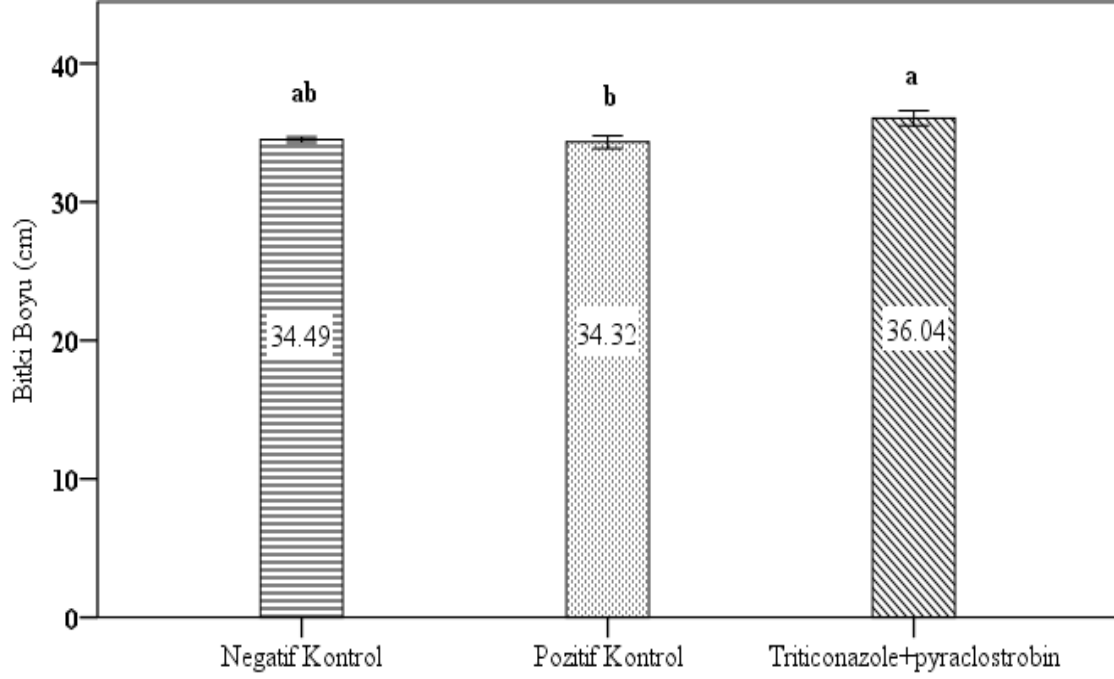
Tohumların saksıya ekiminden 15 gün sonra triticonazole+pyraclostrobin'in fide çıkışı üzerine etkisi tespit edilmiştir. Triticonazole+pyraclostrobin, pozitif kontrol ve negatif kontrol arasındaki farklılık önemli ( $P<0.05$ ) bulunmuştur (Şekil 4.19). Fide çıkış oranı, negatif kontrolde %96, pozitif kontrolde %46 ve triticonazole+pyraclostrobin için %79 olarak belirlenmiştir. *F. culmorum* ile enfekteli tohumda negatif kontrol ile kıyaslandığında fide çıkışının yaklaşık olarak %50 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Fungisit ile ilaılanan enfekteli tohumda fungisit'in %41.77 oranında etkili olduğu ve fide çıkışı üzerinde %33'lük bir artışa neden olduğu bulunmuştur.



**Şekil 4.19.** Triticonazole+pyraclostrobin'in fide çıkış oranı (%) üzerine etkisi

Muameleler arasındaki farklılık Tukey Testine göre ( $P<0.05$ ) birbirinden farklıdır.

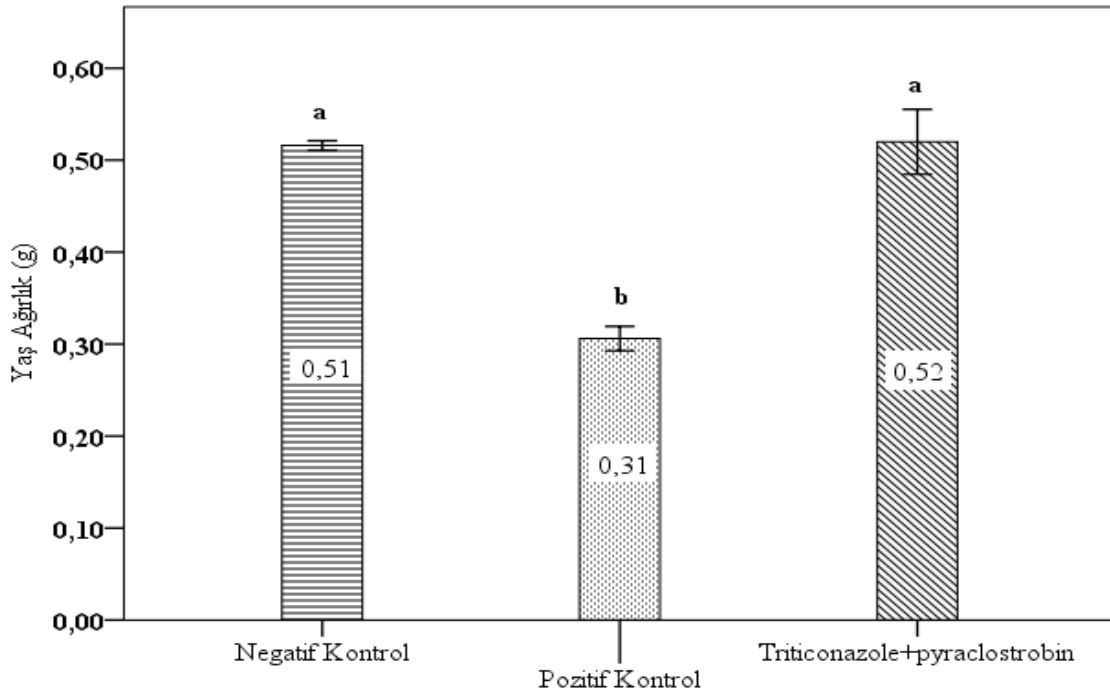
Fungisitinin fide bitki boyuna etkisi değerlendirildiğinde, negatif ve pozitif kontrol arasındaki farklılık önemsiz olarak tespit edilirken triticonazole+pyraclostrobin ile pozitif kontrol arasındaki farklılık önemli ( $P<0.05$ ) bulunmuştur (Şekil 4.20). Pozitif ve negatif kontrolde bitki boyu yaklaşık 34 cm olarak belirlenirken triticonazole+pyraclostrobin için 36 cm olarak tespit edilerek fungisitinin bitki boyunda uzamaya neden olduğu saptanmıştır.



Şekil 4.20. Triticonazole+pyraclostrobin'in bitki boyu (cm) üzerine etkisi

Muameleler arasındaki farklılık Tukey Testine göre ( $P<0.05$ ) birbirinden farklıdır.

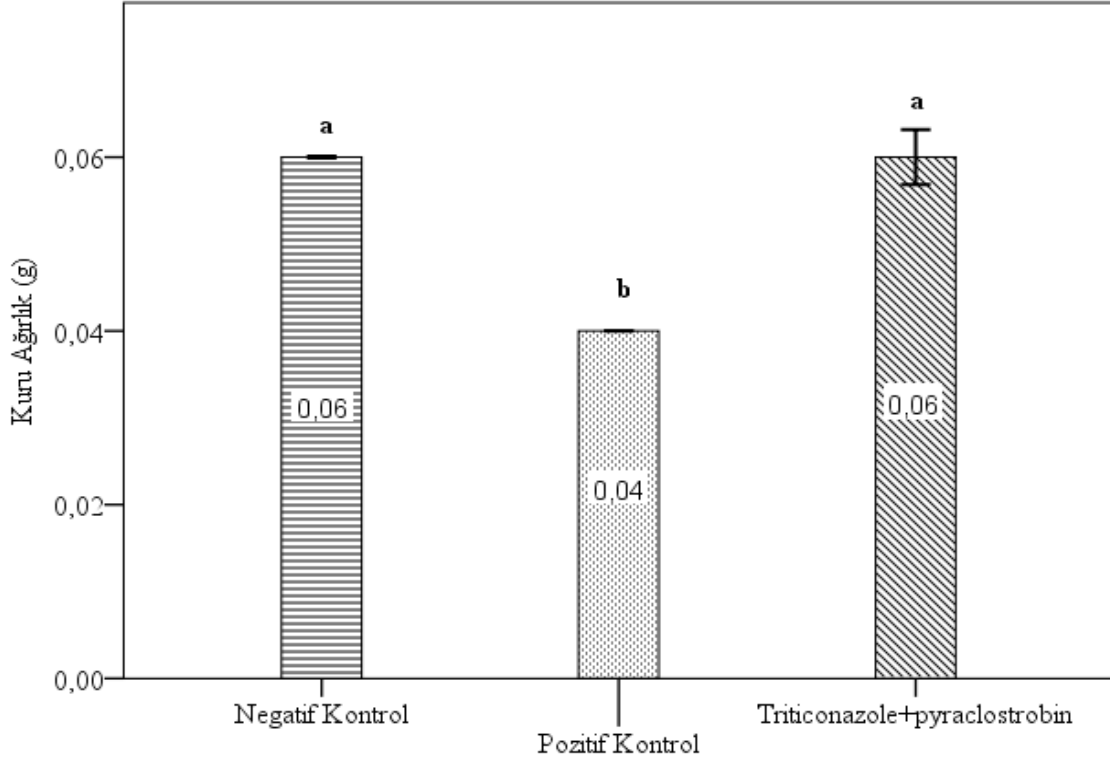
Fungisit in fidelerin yaş ağırlıkları üzerine etkisi değerlendirildiğinde, fidelerin yaş ağırlığının negatif kontrolde 0.51 g, pozitif kontrolde 0.31 g, triticonazole+pyraclostrobin uygulaması sonrasında 0.52 g olarak tespit edilmiş ve triticonazole+pyraclostrobin uygulaması ile pozitif kontrol arasındaki farklılık önemli ( $P<0.05$ ) bulunmuştur. Fungisit uygulaması ile negatif kontrol arasında fark tespit edilmemesine rağmen, fungusit uygulaması sonrasında fidenin yaş ağırlığı negatif kontrolden daha fazla olarak tespit edilmiştir (şekil 4.21).



**şekil 4.21.** Triticonazole+pyraclostrobin'in yaş ağırlık (g) zerine etkisi

Muameleler arasındaki farklılık Tukey Testine göre ( $P<0.05$ ) birbirinden farklıdır.

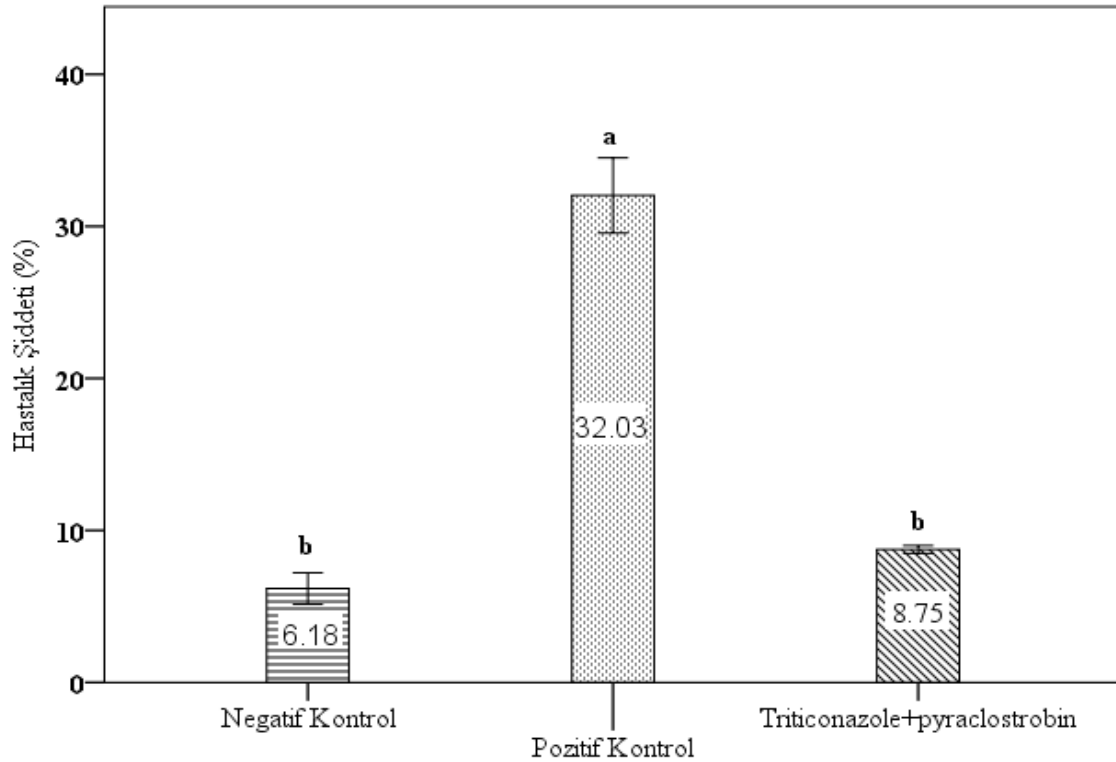
Fungisitın fiderin kuru ağırlığı üzerine etkisi incelediğinde, fidenin kuru ağırlığı negatif kontrolde 0.06 g, negatif kontrolde 0.04 g, triticonazole+pyraclostrobin ile uygulama sonrası 0.06 g olarak tespit edilmiş ve pozitif kontrol ile triticonazole+pyraclostrobin arasındaki fark önemli ( $P<0.05$ ) bulunmuştur (Şekil 4.22).



Şekil 4.22. Triticonazole+pyraclostrobin'in kuru ağırlık (g) üzerine etkisi

Muameleler arasındaki farklılık Tukey Testine göre ( $P<0.05$ ) birbirinden farklıdır.

Triticonazole+pyraclostrobin etkili maddeli fungusitin hastalık şiddeti üzerine etkisi Şekil 4. 23’de verilmiştir. Negatif kontrolde hastalık şiddeti %6.18, pozitif kontrolde %32.03 ve triticonazole+pyraclostrobin için %8.75 olarak tespit edilmiştir. Fungisit hastalık şiddeti üzerine etkisinin %72.68 oranında olduğu ve pozitif kontrol ile arasında önemli ( $P<0.05$ ) bir farklılığın ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Fungisit uygulamasının hastalık gelişimini önemli oranda azalttığı ve negatif kontrol ile arasında önemli bir fark olmadığı bulunmuştur. Fidelerin nekroz oluşumu görülen kök ve kökboğazı kısımlarından yapılan re-izolasyonlarda hastalık etmeni tespit edilmiştir.



**Şekil 4.23.** Triticonazole+pyraclostrobin’in hastalık şiddeti (%) üzerine etkisi

Muameleler arasındaki farklılık Tukey Testine göre ( $P<0.05$ ) birbirinden farklıdır.

*F. culmorum*'un, kök ve kök boğazında nekrotik alanları oluşturması enfeksiyon şiddetine bağlı olarak, bitkide su ve besin maddesi alış-verişini engelleyerek buğdayda; kök ve gövde gelişiminde gerileme, kardeşlenmede, başak oluşumunda ve tane tutumunda azalmalara neden olmaktadır (Finci 1979, Wojciechowski ve ark. 1997, Bağcı ve ark. 2001, Hekimhan ve ark. 2005, Mert-Türk ve ark. 2013, Scherm ve ark. 2013). Ülkemizde özellikle fide döneminde meydana getirdiği şiddetli enfeksiyonlar nedeni ile ürün kayıpları da ekonomik olarak önemlidir (Demirci 2003, Arıcı 2006, Araz ve ark. 2009, Köycü ve Özer 2014). Bu nedenle enfekteli tohumda *F. culmorum*'a karşı tohumda kullanılan fungusitlerin hastalık şiddeti üzerine etkililiğinin bilinmesi patojenin özellikle tohum kaynaklı enfeksiyonlar da bitkinin çıkış öncesi/sonrası ölümlerin engellenebilmesi açısından önemlidir. Nitekim *F. culmorum* ile enfekteli tohumun carboxin, difenoconazole, diniconazole, tebuconazole, thiabendazole, fludioxonil+metalaxyl-M ve tebuconazole+metalaxyl-M etkili maddeleri ile ilaçlanmasının hastalık şiddeti üzerine etkisinin yüksek olduğu ve bitki gelişimine olumlu katkı sağlayarak ürün kalitesini artırdığı (Arslan ve Baykal 2002, Balmas ve ark. 2006, Hekimhan ve ark. 2007b, Pariyar ve ark. 2014, Toçan 2014, Köycü ve Sukut 2016) bununla birlikte çeşit hassasiyetine ve etmenin farklı izolatlarına bağlı olarak fungusitlerin etkililiğinin değişebildiği tespit edilmiştir (Akgül 2008, Spolti ve ark. 2013, Serfling ve Ordon 2014). Nitekim Akgül (2008), prothioconazole+tebuconazole (Lamardor FS 400) uygulaması yapılan tohumlardan gelişen fidelerde fungusitin *F. culmorum* üzerine etkisinin %11-17 arasında değiştiğini tespit etmiştir. Yaptığımız çalışmada ise aynı fungusitin patojen üzerine etkisi yaklaşık %27 olarak daha yüksek bulunmuştur. Araştırmacıların yaptıkları bu çalışmalar ve bizim yaptığımız çalışmanın sonuçlarına göre fungusitlerin patojen üzerine etkisinin patojenin virülensliğine, tohuma uygulanan fungusitin etkili maddesine, kullanılan buğday çeşidine ve patojenin tohumu enfekte etme şekline göre değişebileceği sonucuna varılmıştır.

Buğday fidelerinin yaş ağırlık tartımı ile bitki bünyesindeki su miktarı, kuru ağırlık ile de suyun uçurulmasından sonra geriye kalan organik ve inorganik bileşikler (fosfor, potasyum, kalsiyum, bakır, magnezyum gibi besin elementleri) tespit edilebilmektedir (Karman 2012). Yaptığımız çalışmada triticonazole+pyraclostrobin'nin yaş ve kuru ağırlık üzerinde artış sağlamanın özellikle fide döneminde bitkinin beslenmesine olumlu katkı sağlayarak tarla koşullarında verim artışına neden olacağı düşünülmüştür.



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Trakya Bölgesi'nde buğday üretim alanlarında yaygın olarak bulunan kök, kök boğazı ve sap çürüklüğüne neden olan *F. culmorum* S-14 izolatının tarla koşullarında prothioconazole+trifloxystrobin, thiophanate-methyl+tetraconazole ve tebuconazole etkili maddeli fungusit uygulaması yapıldıktan sonra fungusit maruziyeti sonucu buğdayda tohumda *Fusarium* spp. için ruhsatlı olan prothioconazole+tebuconazole ve triticonazole+pyraclostrobin etkili maddeli fungusitlere duyarlılık düzeylerindeki değişimi ve bu fungusitlerin patojen üzerine etkisi belirlenmiştir.

*F. culmorum* S-14 izolatının tarla koşullarında fungusitlere maruziyeti sonucu elde edilen alt-kültür izolatların EC<sub>50</sub> (µg/ml) değerlerinin bazı izolatlar için ana kültür S-14'e göre yükseldiği bazılarının ise düştüğü bulunmuştur. İzolatların EC<sub>50</sub> (µg/ml) değerlerindeki bu dalgalanmaların prothioconazole+tebuconazole etkili maddeli fungusitte daha fazla olduğu ve bu dalgalanmanın tebuconazole etkili maddeli fungusite tarla koşullarında bu etkili madde uygulaması yapılmasından kaynaklandığı düşünülmüştür. Alt-kültür izolatların miselyal gelişimi engelleme (MIC) (µg/ml) değerleri triticonazole+pyraclostrobin etkili maddeli fungusit için sabit kalırken, prothioconazole+tebuconazole etkili maddeli fungusit için değiştiği ve bazı izolatlar da S-14'e göre yükseldiği belirlenmiştir. Alt-kültür izolatların miselyal gelişme hızlarının ana kültürün miselyal gelişme hızına göre daha yüksek veya daha düşük olabildiği tespit edilmiştir. Triticonazole+pyraclostrobin etkili maddeli fungusit için miselyal gelişme hızları ile fungusitlerin EC<sub>50</sub> (µg/ml) değerleri arasındaki korelasyon TFY alt-kültür izolatlarında önemli bulunmuştur.

*F. culmorum* izolatlarının prothioconazole+tebuconazole ve triticonazole+pyraclostrobin etkili maddeli fungusitler için tespit edilen MIC değerlerinin altındaki dozlarda konidiospor verimine etkisinin olmadığı; bununla birlikte fungusitlerin spor yapısında deformasyonlara neden olduğu tespit edilmiştir.

*Fusarium culmorum* S-14 izolatının tarla koşullarında prothioconazole+trifloxystrobin, thiophanate-methyl+tetraconazole ve tebuconazole etkili maddeli fungusitlere maruziyeti sonrasında patojenin prothioconazole+tebuconazole ve triticonazole+pyraclostrobin etkili maddeli fungusitlere duyarlılığındaki değişimin tespit

edimesi tohumda kullanılan fungusitlerin etkililiğinin stabilitesi ve ileride ortaya çıkabilecek dayanıklılık sorunlarının önlenmesi açısından önemlidir. Bu nedenle Bölgemizde patojenin fungusitlere duyarlılığındaki değişim takip edilmelidir.

Prothioconazole+tebuconazole ve triticonazole+pyraclostrobin etkili maddeli fungusitlerin *F. culmorum* üzerine etkili olarak tohumun çimlenme oranı, kök, koleoptil uzunluğunda artış sağladığı ve hastalık şiddetinde önemli düşüşe neden olduğu ancak triticonazole+pyraclostrobin'inin prothioconazole+tebuconazole'e göre daha etkili olduğu belirlenmiştir. *F. culmorum* ile enfekteli daneden gelişen fidelerde triticonazole+pyraclostrobin (Insure Perform BASF) etkili maddeli fungusitin çıkış oranı, hastalık şiddeti, yaş ve kuru ağırlığı üzerine etkisinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bunun sonucu olarak Trakya Bölgesi'nde *F. culmorum*'un tohum kaynaklı fide enfeksiyonu ile mücadelede tohumların bu fungusit ile ilaçlanması üreticiye tavsiye edilmiştir.

## 6. KAYNAKLAR

- Akgül DS (2008). Çukurova Bölgesi Buğday Ekim Alanlarında Kök, Kök Boğazı Ve Sap Çürüklüğü Hastalığının Durumu, Bazı Buğday Çeşitlerinin Hastalığa Karşı Reaksiyonları, Farklı Gübreleme Pratikleri Ve Fungisit Uygulamalarının Hastalık Gelişimine Etkileri. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Aktaş H, Tunalı B, Bayram E, Bostancıoğlu H (1996). Sakarya Yöresinde Buğday Kök ve Kökboğazı Çürüklüğüne Neden Olan Hastalık Etmenlerinin Belirlenmesi ve Bu Etmenlerin Buğday Yetiştirme Teknikleri İle İlişkileri Üzerine Araştırmalar. Bitki Koruma Bülteni, 36(3-4):151-167.
- Aktaş H, Kınacı E, Yıldırım AF, Sayın I, Kural A (1997). Konya Yöresinde Hububatta Sorun Olan Kök ve Kök Boğazı Çürüklüğü Etmenlerinin Saptanması ve Çözüm Yollarının Araştırılması. Tübitak Proje No: TOGTAG-1254, Syf:54. <http://personel.zmmae.gov.tr/Details.aspx?pubID=4327&lang=tr> (Erişim tarihi: 2016).
- Aktaş A, Bolat N, Keser M, İnce T (2000). Eskişehir İli Hububat Ekim Alanlarında Hububat Kök Boğazı Çürüklüğü Hastalık Etmenlerinin Saptanması, Buğday ve Arpada *Dreschlera sorokiniana* (Sacc.) Subram. and Jain'ya Karşı Genitör Çeşit ve Hatların Belirlenmesi. Bitki Koruma Bülteni, 40(1-2): 71-83.
- Anayol E, Özdemir C, Böke H, Doğan SY, Ekim B, Karagöz E, Tekinay T (2016). Buğdayda Hastalık Yapan *Fusarium culmorum*'a Karşı *Bacillus methylotrophicus*'un Etkisi Üzerine Bir Değerlendirme. Uluslararası Katılımlı Türkiye VI. Bitki Koruma Kongresi, TÜRKİYE.
- Anonim (2003). Buğday Raporu, Türkiye Ziraat Odaları Birliği. (Erişim Tarihi: 03.02.2016)
- Anonim (2016). Food and Agriculture Organization of the United Nation. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize> (Erişim Tarihi 01.01.2018)
- Anonim (2017). Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr>. (Erişim Tarihi 10.01.2018).
- Anonim (2018). Pathogen Risk List. Fungicide Resistance Action Committee. <http://www.frac.info/> (Erişim Tarihi: 05.01.2018)
- Araz A, Bayram ME, Babaroğlu EN (2009). Sakarya İlinde Bazı Buğday Çeşitlerinde Kök ve Kök Boğazı Hastalıklarına Neden Olan Etmenlerin Belirlenmesi. Bitki Koruma Bülteni, 49(1): 31-43.
- Araz A, Uğuz N, Güler P (2010). *Fusarium* Türlerinin İzolasyonu ve Patojenitelerinin Belirlenmesi Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi 3(1):1-5.
- Arııcı ŞE, Koç NK (2004). Çukurova Bölgesi Buğday Ekim Alanlarında *Fusarium* Türlerinin Saptanması. Türkiye 1. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri. Syf:184, Samsun.
- Arııcı ŞE (2006). Somaklonal Varyasyondan Yararlanarak *In vitro* Seleksiyonla Buğday (*Triticum aestivum* L.)'da Başak Yanıklığına Dayanıklı Bitki Elde Edilmesi. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

- Arıcı ŞE, Arap Ü, Yatağan FB (2013). Isparta ve Burdur İlleri Buğday Ekim Alanlarındaki Kök ve Kök Boğazı Fungal Hastalık Etmenlerinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Arslan Ü, Baykal N (2002). Kök ve Kökboğazı Fungal Patojenlerine Karşı Bazı Buğday Çeşitlerinin Reaksiyonları ve Tohum Koruyucu Fungusitlerin *Fusarium culmorum* (W.G.Sm.) Sacc.'a Etkisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16:69-76.
- Backhouse D, Abubakar AA, Burgess LW, Dennis JI, Hollaway GJ, Wildermuth GB, Wallwork H and Henrj FJ (2004). Survey of *Fusarium* Species Associated with Crown Rot of Wheat and Barley in Eastern Australia. Australasian Plant Pathology, 33:255-261.
- Bağcı SA, Hekimhan H, Mergoum M, Aktaş H, Taner S, Tulukçu E, Ekiz H (2001). Kök ve Kök Boğazı Çürüklüğü Etmenlerinin Bazı Tahıl Genotiplerinin Verimleri Üzerine Etkileri ve Dayanıklılık Kaynaklarının Tespiti. Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi, Tekirdağ.
- Bai GH, Desjardins AE, Plattner RD (2002) Deoxynivalenol-Nonproducing *Fusarium graminearum* Causes İnitial İnfection, But Does Not Cause Disease Spread In Wheat Spikes. *Mycopathologia* 15:91-98.
- Balmas V, Delogu G, Sposito S, Rau D and Migheli Q (2006). Use of a Complexation of Tebuconazole with â-Cyclodextrin for Controlling Foot and Crown Rot of Durum Wheat Incited by *Fusarium culmorum*. Journal of Agricultural. Food Chemistry 54:480-484.
- Bateman GL, Murray G (2001). Seasonal Variations in Populations of *Fusarium* Species in Wheat-Field Soil. Applied Soil Ecology, 18:117-128.
- Bruins MBM, Karsai I, Schepers J, Snijders CHA (1993). Phytotoxicity of Deoxynivalenol to Wheat Tissue with Regard to In Vitro Selection for *Fusarium* Head Blight Resistance. Plant Science, 94:195-206.
- Cook RJ (1980). *Fusarium* Food Rot of Wheat and Its control in the Pacific Northwest. Plant Disease, 64(12):1061-1066.
- Dawson WAJM, Bateman GL (2001). Fungal Communities and Disease Symptoms on Stem Bases of Wheat and Barley and Effects of Seed Treatments Containing Fluquinconazole and Prochloraz. J. Phytopathology, 149: 665-671.
- Demirci F (2003). Bazı Buğday Çeşitlerinin Önemli Kök ve Kök Boğazı Hastalık Etmenleri (*Fusarium* spp., *Bipolaris sorokiniana*)'ne Karşı Reaksiyonlarının Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 9(4):450-466.
- Demirci F, Maden S (2006). Triazole Grubu Fungusitlerin Buğday Tohumlarında Çimlenme ve Çıkışa Etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi, 12(2):144-150.
- Delen N, Tosun N, Yıldız Z, Maraite H (1984). Benzimidazole and Dithiocarbamate Resistance of *Botrytis cinerea* on Greenhouse Crops Turkey. Mededelingen in Viticulture ed Enologia Università Torino. 9:278-279.
- Delen N (2016). Fungusitler. Nobel Yayıncılık No.1441, 534 s TÜRKİYE

- Dill-Macky R (2010). *Fusarium* Head Blight (scab), Compendium of Wheat Diseases and Pests, APS Press, pp. 34-36. St. Paul, Minnesota, USA.
- Dubin HJ, Gilchrist L, Reeves J, McNab A (1997). *Fusarium* Head Scab: Global Status and Future Prospects. Mexico, DF, CIMMYT.
- Erdurmuş D (2006). Buğdayda Önemli Kök ve Kök Boğazı Hastalık Etmenlerine Karşı *Thricoderma harzianum*'un Etkililiğinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- Erkan S (1998). Tohum Patolojisi Ders Kitabı, Üniveristesesi Ege Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü. Bornova- İzmir.
- Fakhfakh MM, Yahyaoui A, Rezgui S, Elias EM, Daaloul A (2011). Identification and Pathogenicity Assessment of *Fusarium* spp. Sampled From Durum Wheat Fields in Tunisia. Afr. J. Biotechnol. 10:6529–6539.
- Finci S (1979). Buğdayın Kök ve Kökboğazı Hastalıkları ve Korunma Çareleri. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Ziraî Mücadele ve Ziraî Karantina Genel Müdürlüğü, Çiftçi Broşürü No:21, 15 s.
- Giraud F, Pasquali M, El Jarroudi M, Vrancken C, Brochot C, Cocco E, Hoffmann L, Delfosse P, Bohn T (2010). *Fusarium* Head Blight and Associated Mycotoxin Occurrence on Winter Wheat in Luxembourg in 2007/2008. Food Addit. Contam. Part A 27:825–835.
- Haidukowski M, Pascale M, Perrone G, Pancaldi D, Campagna C, Visconti A (2005). Effect of Fungicides on the Development of *Fusarium* Head Blight, Yield and Deoxynivalenol Accumulation in Wheat Inoculated Under Field Conditions with *Fusarium graminearum* and *Fusarium culmorum*. Journal of The Science of Food and Agriculture, 85:191–198.
- Haidukowski M, Visconti A, Perrone G, Vanadia S, Pancaldı D, Covarelli L, Balestrazzi R, Pascale M (2012). Effect of Prothioconazole-based Fungicides on *Fusarium* Head Blight Grain Yield and Deoxynivalenol Accumulation in Wheat Under Field Conditions. Phytopathologia Mediterranea, 51(1):236-246.
- Hekimhan H, Bağcı SA, Nicol J ve Tunalı B (2005). Kök ve Kökboğazı Çürüklüğü Hastalığı Etmenlerinin Bazı Kışlık Hububat Verimleri Üzerine Etkileri. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi Bildirileri, Cilt 1, 201-206, Antalya.
- Hekimhan H, Bağcı SA, Nicol JM, Arısoy RZ, Kaya Y, Erdurmuş D (2007a). Bezostaya-I ve Kınacı-97 Ekmeklik Buğday Çeşitlerinde Farklı Ekim Sıklıklarının Kök ve Kökboğazı Hastalıkları Üzerine Etkisi. Türkiye II. Bitki Koruma Kongresi, Isparta.
- Hekimhan H, Bağcı SA, Aktaş H, Nicol JM, Aydoğdu M, Akbudak A (2007b). Bazı Fungusitlerin Selçuk-97 ve Seri-82 Buğdaylarının Verimleri İle Kök ve Kökboğazı Çürüklüğü Hastalık Şiddeti Üzerine Etkisi. Türkiye II. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, Syf: 321, Isparta.
- Hekimhan H (2010). Trakya Bölgesinde Buğdaylarda Kök ve Kökboğazı Çürüklüğüne Neden Olan Fungal Etmenler ve Patojenisitelerini Etkileyen Bazı Faktörler Üzerine Araştırmalar. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

- Hellin P, Scauflaire J, Van Hese V, Munaut F, Legrève A (2017). Sensitivity of *Fusarium culmorum* to Triazoles: Impact of Trichothecene Chemotypes, Oxidative Stress Response and Genetic Diversity. *Pest Management Science* 73:1244-1252.
- Hill JP, Fernandez JA, McShane MS (1983). Fungi Associated With Common Root Rot of Winter Wheat in Colorado and Wyoming. *Plant Disease*, 67:795-797.
- Inglis DA, Cook RJ, (1986). Persistence of Chlamydospores of *Fusarium culmorum* in Wheat Field Soils of Eastern Washington. *Phytopathology* 76:1205-1208.
- Ivić D, Sever Z, Kuzmanovska B (2011). *In vitro* Sensitivity of *Fusarium graminearum*, *F. avenaceum* and *F. verticillioides* to Carbendazim, Tebuconazole, Flutriafol, Metconazole and Prochloraz Pesticide and Phytomedicine, 26(1): 35-42
- Kammoun LG, Gargouri S, Barreau C, Richard-Forget F, Hajlaoui MR (2010). Trichothecene Chemotypes of *Fusarium culmorum* Infecting Wheat in Tunisia. *International Journal of Food Microbiology*, 140:84–89.
- Kang Z, Huang L, Krieg U, Malchnik AM, Buchenauer H (2001). Effect of Tebuconazole on Morphology, Structure, Cell Wall Components and Trichothecene Production of *Fusarium culmorum* *in vitro*. *Pest Management Science*, 57(6):491-500.
- Karadeniz İ (2014). Konya Ereğli İlçesi ve Civarında Tahıllarda Kök ve Kök Boğazı Çürüklüğünün Yaygınlığı ve Nedensel Etmenlerin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Karman M (1970). Bitki Koruma Araştırmalarında Genel Bilgiler. Denemelerin Kuruluşu ve Değerlendirme Esasları. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Ziraî Mücadele ve Ziraî Karantina Genel Müdürlüğü Yayınları, Mesleki Kitaplar Serisi, 278s.
- Karman AR (2012). Bitki Besleme. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 14021, 1066 s TÜRKİYE.
- Kılınç AT, Yorgancılar A, Şahin E, Yıldırım AF, Erginbaş G, Nicol JM, Bolat N, Yorgancılar Ö (2008). Buğdayda Kök ve Kök Boğazı Çürüklüğü Etmenine (*Fusarium culmorum*) Karşı Dayanıklılık Kaynaklarının Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. Ülkesel Tahıl Sempozyumu, KONYA.
- Koplay C (2003). Sofralık Sultani Üzümlerde Fungal Kaynaklı Çürüklük Patojenlerinin Saptanması Ve *In-vitro* Kosullarda Etkili Fungisitlerle Önlenmesi Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, E. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Köycü ND, Özer N (2014). Determination of Resistance in Some Wheat Cultivars Against *Fusarium* spp. Isolates in Trakya region. 14th Mediterranean Phytopathological Union International Society of Mycotoxicology, Istanbul/TURKEY.
- Köycü ND, Sukut F (2016). Buğdayda *Fusarium culmorum*'a Ruhsatlı Olmayan Fungisitlerin Patojen Üzerine Etkisi. Uluslararası Katılımlı Türkiye VI. Bitki Koruma Kongresi, Syf. 500, KONYA.
- Liggitt J, Jenkinson P, Parry DW (1997). The Role of Saprophytic Microflora in the Development Of *Fusarium* Ear Blight Of Winter Wheat Caused By *Fusarium culmorum*. *Crop Protection*, 16(7):679-685.

- Menniti AM, Maccaferri DPM, Casalini L (2003). Effect of fungicides on *Fusarium* Head Blight and Deoxynivalenol Content in Durum Wheat Grain. *European Journal of Plant Pathology*, 109:109–115.
- Mert-Türk F, Kahrıman F, Gencer R, Egese CÖ (2013). *Fusarium* Başak Yanıklığının Buğdayda Toplam Protein ve Karbonhidrat İçeriğine Etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 23(2): 149–153.
- Mert Türk F, Karanfil A (2013). Zearalenone'nun Çiftlik Hayvanlarının Sağlığı Üzerine Etkileri. 8. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi.
- Mihuta-Grimm L, Forster RL (1989). Scab of Wheat and Barley in Southern Idaho and Evaluation of Seed Treatments for Eradication of *Fusarium* spp. *Plant Disease*, 73: 769-771.
- Miedaner T, Cumagun CJR, Chakraborty S (2008). Population Genetics of Three Important Head Blight Pathogens *Fusarium graminearum*, *F. Pseudograminearum* and *F. culmorum*. *Journal of Phytopathology*, 156:129–139.
- Muratçavuşoğlu N ve Hancıoğlu Ö (1995). Ankara İli Buğday Ekim Alanlarında Kök ve Kök Boğazı Hastalıklarına Neden Olan *Fusarium* Türlerinin Tespiti Üzerine Araştırmalar. VII. Türkiye Fitopatoloji Kongresi, 174-177, Adana.
- Pancaldi D, Tonti S, Prodi A, Salomoni D, Dal Prà M, Nipoti P, Alberti I, Pisi A (2010). Survey of the Main Causal Agents of *Fusarium* Head Blight of Durum Wheat Around Bologna, Northern Italy. *Phytopathology Mediterranea*, 49:258–266.
- Pariyar SR, Dababat AA, Nicol JM, Erginbas-Orakci G, Goll MB, Watrin C, Duveiller E, Braun HS, Sikora R (2014). Fungicide Seed Treatment and Host Resistance for the Management of Wheat Crown Rot Caused by *Fusarium culmorum*. *Basic Research Journal of Agricultural Science and Review*, 3(9):116-121.
- Parry DW, Jenkinson P, Mcleod V (1995). *Fusarium* Ear Blight (scab) in Small Grain Cereals-A Review. *Plant Pathology*, 44:207-238.
- Pasquali M, Beyer M, Logrieco A, Audenaert K, BalmasV, Basler R, Boutigny A-L, Chrpova J, Czembor E, Gagkaeva T, Gonzales-Jaen MT, Hofgaard IS, Köycü ND, Hoffman L, J. Levic, Marin P, Miedaner T, Migheli Q, Moretti A, Müller MEH, Munaut F, Parikka P, Pallez-Barthel M, Piec J, Scauflaire J, Scherm B, Stankovic S, Thrane U, Uhlig S, Vanheule A, Yli\_Mattila T and Vogelgsang S (2016). A European Database of *Fusarium graminearum* and *F. culmorum* Trichothece Genotypes. *Frontiers in Microbiology*, Volume 7 Article 406.
- Pettitt TR, Xu X, Parry D (2003). Association of *Fusarium* Species in the Wheat Stem Rot Complex. *European Journal of Plant Pathology*, 109:769-774.
- Ray RV, Jenkinson P, Edwards SG, (2004). Effects of Fungicides on Eyespot, Caused Predominantly by *Oculimacula acuminata* and Yield of Early-Drilled Winter Wheat. *Crop Protection*, 23:1199–1207.
- Ruske RE, Gooding MJ, Jones SA (2003). The Effects of Adding Picoxystrobin, Azoxystrobin and Nitrogen to A Triazole Programme on Disease Control, Flag Leaf Senescence, Yield and Grain Quality of Winter Wheat. *Crop Protection*, 22:975–987.

- Scherm B, Balmas V, Spanu F, Pani G, Delogu G, Pasquali M, Migheli Q (2013). *Fusarium culmorum*: Causal Agent of Foot and Root Rot and Head Blight On Wheat. *Molecular Plant Pathology*, 14(4):323–341.
- Serfling A, Ordon F (2014). Virulence and Toxin Synthesis of an Azole Insensitive *Fusarium culmorum* Strain in Wheat Cultivars With Different Levels of Resistance to *Fusarium* Head Blight. *Plant Pathology*, 63:1230–1240.
- Sitton JW, Cook RJ (1981). Comparative Morphology and Survival of Chlamyospores of *Fusarium roseum* ‘*culmorum*’ and *graminearum*. *Phytopathology*, 71:85-90.
- Smiley RW, Patterson LM (1996). Pathogenic Fungi Associated with *Fusarium* Foot Rot of Winter Wheat in the Semiarid Pacific Northwest. *Plant Disease*, 80:944-949.
- Snidjers CHA (1989). Current Status of Breeding Wheat for *Fusarium* Head Blight Resistant and Mycotoxin Problem in The Netherlands. Foundation of Agricultural Plant Breeding, Wageningen. Taller Sobre La Fusariosis De La Espiga En America Del Sur. M. M. Kohli (Ed). Mexico, D.F.: CIMMYT, 141-144.
- Spolti P, Guerra DS, Badiale-Furlong E, Del Ponte EM (2013). Single and Sequential Applications of Metconazole Alone or in Mixture with Pyraclostrobin to Improve *Fusarium* Head Blight Control and Wheat Yield in Brazil. *Tropical Plant Pathology*, 38(2):085-096.
- Teich AH, Nelson K (1984). Survey of *Fusarium* Head Blight and Possible Effects of Cultural Practices in Wheat Fields in Lambton Country in 1983. *Canadian Plant Disease Survey*. 6:11–13.
- Toçan T (2014), Tebuconazole’un *In vitro* Koşullarda *Fusarium culmorum*’un Gelişimine ve Konidi Çimlenmesine Etkisinin Saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Treikale O, Priekule I, Javoisha B, Lazareva L (2010). *Fusarium* Head Blight: Distribution in Wheat in Latvia. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*, 75:627–634.
- Tunail N (2000). *Funguslar ve Mikotoksinler*, Ankara Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü. (<http://docplayer.biz.tr/19067934-Funguslar-ve-mikotoksinler-1.html>) (Erişim Tarihi: 01.01.2016).
- Tunalı B, Nicol JM, Hadson D, Uçkun Z, Büyük O, Erdurmuş D, Hekimhan H, Aktaş H, Akbudak MA, Bağcı SA (2008). Root and Crown Rot Fungi Associated with Spring, Facultative and Winter Wheat in Turkey. *Plant Disease*, 92:1299-1306.
- Uçkun Z, Yıldız M (2004). İzmir, Aydın ve Denizli İlleri Buğday Alanlarındaki Kök ve Kökboğazı Hastalıklarının Yoğunluğunun ve Etmelerinin Belirlenmesi. *Bitki Koruma Bülteni*, 44(1-4):79-92.
- Uyanık E (2008). Adana Yöresi Buğday Ekilişlerinde Kök Hastalıklarının Nedenlerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Bitki Koruma Anabilim Dalı, Adana.



- Yin Y, Liu X, Li B, Ma Z (2009). Characterization of Sterol Demethylation Inhibitor-Resistant Isolates of *Fusarium asiaticum* and *F. graminearum* Collected From Wheat in China. *Phytopathology*, 99:487–97.
- Yorgancılar A, Yılmaz B, Yorgancılar Ö, Sirel Z, Belen S, Özkeskin E (2017). Bazı Buğday Genotiplerinin Kök ve Kök Boğazı Çürüklüğü Etmenine (*Fusarium culmorum*) Karşı Reaksiyonlarının Belirlenmesi. 12. Tarla Bitkileri Kongresi, Kahramanmaraş, TÜRKİYE.
- Walker SL, Leath S, Hagler WM, Murphy JP (2001). Variation Among Isolates of *Fusarium graminearum* Associated with *Fusarium* Head Blight in North Carolina. *Plant Disease*, 85:404-410.
- Wang YZ, Miller JD (1988). Effects of *Fusarium graminearum* Metabolites on Wheat Tissue in Relation to *Fusarium* Head Blight Resistance. *Journal Of Phytopathology*, Volume 122:2
- Wang H, Hwang SF, Eudes F, Chang KF, Howard RJ, Turnbull GD (2006). Trichothecenes and Aggressiveness of *Fusarium graminearum* Causing Seedling Blight and Root Rot in Cereals. *Plant Pathology*, 55:224–230.
- Wiese MV (1987). *Compendium of Wheat Diseases*. American Phytopathological Society, St. Paul MN. 53-55 pp.
- Wildermuth GB, McNamara RB (1994). Testing Wheat Seedlings For Resistance to Crown Rot Caused by *Fusarium graminearum* Group 1. *Plant Disease*, 78:949-953.
- Windels CE, Holen C (1989). Association of *Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium graminearum* group 2, and *F. culmorum* on Spring Wheath Differing in Severity of Comon Root Rot. *Plant Disease*, 73:953-956.
- Wojciechowski S, Chelkowski J, Ponitka A, Slusarkiewicz-Jarzina A (1997). Evaluation of Spring and Winter Wheat Reaction to *Fusarium culmorum* and *Fusarium avenaceum*. *Journal of Phytopathology*, 145:99-103.
- Zadoks JC, Chang TT, Konzak CF (1974). A Decimal Code For The Growth Stages of Cereals *Weed Research*, Volume 14:415-421.

## **EKLER**

**Ek Çizelge 1:** *F. culmorum* S-14 ve TFM alt-kültür izolatlarının triticonazole+pyraclostrobin ve prothioconazole+tebuconazole etkili maddeli fungusitte EC<sub>50</sub> ve MIC (µg/ml) değerleri

İzolat Numaraları	Triticonazole+pyraclostrobin		Prothioconazole+tebuconazole	
	EC <sub>50</sub> (µg/ml)	MIC (µg/ml)	EC <sub>50</sub> (µg/ml)	MIC (µg/ml)
<b>S-14</b>	0.26	30	0.43	3
<b>TFM-1</b>	0.40	30	1.55	30
<b>TFM-3</b>	0.29	30	1.30	30
<b>TFM-5</b>	0.40	30	1.80	30
<b>TFM-6</b>	0.44	30	1.25	30
<b>TFM-7</b>	0.42	30	1.40	10
<b>TFM-8</b>	0.39	30	0.85	10
<b>TFM-9</b>	0.20	30	1.60	10
<b>TFM-11</b>	0.37	30	1.25	10
<b>TFM-14</b>	0.25	30	1.80	30
<b>TFM-15</b>	0.48	30	1.90	30
<b>TFM-17</b>	0.48	30	1.80	30
<b>TFM-19</b>	0.48	30	1.20	30
<b>TFM-23</b>	0.22	30	1.70	10
<b>TFM-24</b>	0.46	30	1.65	10
<b>TFM-26</b>	0.31	30	1.30	10
<b>TFM-28</b>	0.52	30	1.13	10
<b>TFM-33</b>	0.14	30	1.33	10
<b>TFM-38</b>	0.35	30	1.38	10
<b>TFM-40</b>	0.23	30	0.54	10
<b>TFM-50</b>	0.26	30	1.25	10
<b>Ortalama*</b>	0.35	-	1.40	-

\*:Ortalamalara S-14 dahil edilmemiştir.

**Ek Çizelge 2:** *F. culmorum* S-14 ve TFY alt-kültür izolatlarının triticonazole+pyraclostrobin ve prothioconazole+tebuconazole etkili maddeli fungusitte EC<sub>50</sub> ve MIC (µg/ml) değerleri

İzolat Numaraları	Triticonazole+pyraclostrobin		Prothioconazole+tebuconazole	
	EC <sub>50</sub> (µg/ml)	MIC (µg/ml)	EC <sub>50</sub> (µg/ml)	MIC (µg/ml)
<b>S-14</b>	0.26	30	0.43	3
<b>TFY-4</b>	0.37	30	1.35	10
<b>TFY-5</b>	0.40	30	1.25	10
<b>TFY-6</b>	0.16	30	1.30	10
<b>TFY-7</b>	0.39	30	0.73	30
<b>TFY-8</b>	0.44	30	1.48	10
<b>TFY-11</b>	0.72	30	2.70	30
<b>TFY-13</b>	0.29	30	0.35	10
<b>TFY-19</b>	0.95	30	0.83	10
<b>TFY-21</b>	0.37	30	0.64	10
<b>TFY-23</b>	0.52	30	0.36	10
<b>TFY-24</b>	0.10	30	0.42	10
<b>TFY-33</b>	0.46	30	1.50	10
<b>TFY-34</b>	0.50	30	0.44	10
<b>TFY-35</b>	0.37	30	0.38	10
<b>TFY-38</b>	0.40	30	1.85	10
<b>TFY-39</b>	0.85	30	1,25	10
<b>TFY-40</b>	0.50	30	1.25	10
<b>TFY-41</b>	0.65	30	2.10	10
<b>TFY-45</b>	0.63	30	1.40	10
<b>TFY-65</b>	0.56	30	1.80	30
<b>Ortalama</b>	0.48	-	1.80	-

\*: Ortalamalara S-14 dahil edilmemiştir.

**Ek Çizelge 3:** *F. culmorum* S-14 ve TFR alt-kültür izolatlarının triticonazole+pyraclostrobin ve prothioconazole+tebuconazole etkili maddeli fungusitte EC<sub>50</sub> ve MIC (µg/ml) değerleri

İzolat Numaraları	Triticonazole+pyraclostrobin		Prothioconazole+tebuconazole	
	EC <sub>50</sub> (µg/ml)	MIC (µg/ml)	EC <sub>50</sub> (µg/ml)	MIC (µg/ml)
<b>S-14</b>	0.26	30	0.43	3
<b>TFR-2</b>	0.39	30	1.55	10
<b>TFR-3</b>	0.62	30	1.50	10
<b>TFR-4</b>	0.48	30	1.74	10
<b>TFR-5</b>	0.37	30	1.32	10
<b>TFR-6</b>	1.10	30	2.20	30
<b>TFR-7</b>	0.37	30	1.80	10
<b>TFR-9</b>	0.64	30	1.40	10
<b>TFR-12</b>	0.33	30	1.90	10
<b>TFR-19</b>	0.30	30	0.90	10
<b>TFR-24</b>	1.10	30	1.80	10
<b>TFR-37</b>	0.41	30	1.56	10
<b>TFR-47</b>	0.50	30	1.32	10
<b>TFR-43</b>	0.32	30	1.30	10
<b>TFR-44</b>	0.48	30	1.10	10
<b>TFR-48</b>	1.20	30	2.05	30
<b>TFR-50</b>	0.62	30	1.48	10
<b>TFR-52</b>	0.39	30	1.45	10
<b>TFR-54</b>	0.40	30	0.86	10
<b>TFR-56</b>	0.40	30	1.70	10
<b>TFR-59</b>	0.61	30	1.35	10
<b>Ortalama*</b>	0.55	-	1.51	-

\*: Ortalamalara S-14 dahil edilmemiştir.

**Ek Çizelge 4:** Alt-kültür TFM, TFY ve TFR izolatlarının miselyal gelişme hızları ile triticonazole+pyraclostrobin ve prothioconazole+tebuconazole için EC<sub>50</sub> değerleri arasındaki korelasyon tablosu

Alt-kültür izolatları	Triticonazole+pyraclostrobin		Prothioconazole+tebuconazole	
	Korelasyon Katsayısı	Önemlilik	Korelasyon Katsayısı	Önemlilik
	(r)	(p)	(r)	(p)
<b>TFM</b>	0.34	0.13	-0.20	0.39
<b>TFY</b>	0.52*	0.02	0.30	0.20
<b>TFR</b>	-0.02	0.93	0.04	0.87

## ÖZGEÇMİŞ

1993 yılında Tekirdağ'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Tekirdağ'da tamamladı. 2011 yılında Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma bölümüne başladı. 2015 yılında lisans öğrenimini tamamladıktan sonra aynı yıl Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimine başladı.

## TEŞEKKÜR

Tez çalıőmamın her aşamasında benim yanımda olan bilgi, birikim ve deneyimlerini her zaman benimle paylaőan, desteğini eksik etmeyen danışman hocam Sayın Dr. Öğretim Üyesi Nagehan Desen KÖYCÜ'ye sonsuz teőekkürlerimi sunarım. Denemede kullandığım *F. culmorum* izolatların morfolojik tanılamasında yardımcı olan Prof. Dr. Nuray Özer'e, monoküler tanılamasında yardımcı olan Prof. Dr. Soner Soylu'ya teőekkürlerimi sunarım.

Laboratuar çalıőmalarımnda bana yardım eden Yüksek lisans öğrencisi Mustafa ARAP'a, Fen Bilgisi öğretmeni ve değerli arkadaşım Simay SAVAN'a, ayrıca desteklerini sürekli hissettiğim ailem ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.