

*Trichoderma harzianum* İLE TOHUM  
UYGULAMALARININ *Fusarium culmorum*  
TARAFINDAN OLUŞTURULAN BUĞDAY KÖK  
ÇÜRÜKLÜĞÜ HASTALIĞI ÜZERİNE  
ETKİLERİ

Berkcan ÖZDAMAR

Yüksek Lisans Tezi

Bitki Koruma Anabilim Dalı  
Danışman: Prof. Dr. Nuray ÖZER

2019

T.C.  
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

*Trichoderma harzianum* İLE TOHUM UYGULAMALARININ *Fusarium culmorum* TARAFINDAN OLUŞTURULAN BUĞDAY KÖK ÇÜRÜKLÜĞÜ HASTALIĞI ÜZERİNE ETKİLERİ

Berkcan ÖZDAMAR

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Prof. Dr. Nuray ÖZER

TEKİRDAĞ-2019

Her hakkı saklıdır

Prof. Dr. Nuray ÖZER danışmanlığında, Berkcan ÖZDAMAR tarafından hazırlanan “*Trichoderma harzianum* ile Tohum Uygulamalarının *Fusarium culmorum* Tarafından Oluşturulan Buğday Kök Çürüklüğü Hastalığı Üzerine Etkileri” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Bitki Koruma Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Juri Başkanı: Prof. Dr. Nuray ÖZER

*İmza:*

Üye: Doç. Dr. Himmet TEZCAN

*İmza:*

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Arzu COŞKUNTUNA

*İmza:*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Doç. Dr. Bahar UYMAZ  
Enstitü Müdürü

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

*Trichoderma harzianum* İLE TOHUM UYGULAMALARININ *Fusarium culmorum* TARAFINDAN OLUŞTURULAN BUĞDAY KÖK ÇÜRÜKLÜĞÜ HASTALIĞI ÜZERİNE ETKİLERİ

**Berkcan ÖZDAMAR**

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nuray ÖZER

Bu çalışmada *Trichoderma harzianum* izolatu (TRIC8) ile tohum uygulamalarının kontrollü koşullarda buğdayda kök ve kök boğazı çürüklüğü etmeni *Fusarium culmorum*'un virulent bir izolatu (S-14) farklı zamanlarda toprağa inokulasyonu durumunda fide gelişimi, çıkış öncesi ölüm, kök ve kök boğazı çürüklüğüne etkileri belirlenmiştir. Denemelerde hassas çeşit Flamura 85, virulent izolat S-14 ve karşılaştırmak amacıyla Pyraclostrobin+ Triticonazole etkili maddeli fungusit kullanılmıştır. TRIC8 tek başına uygulandığında fide gelişimi üzerine negatif bir etkisi olmamıştır. Her ne kadar fide çıkışı düşük oranda azalsa da, sürgün uzunluğu, sürgün yaş ve kuru ağırlığındaki en yüksek artışlar, patojenin inokulasyonundan 3 gün sonra TRIC8 uygulanmış tohumlardan gelişen bitkilerde elde edilmiştir. Bu uygulamada ve patojenle eş zamanlı uygulamada, çıkış öncesi ölüm sırasıyla %53.73 ve %54.55 oranında engellenmiş, kök boğazı çürüklük oranı fungusit uygulanan tohumlardan gelişen bitkilere benzerlik göstermiştir. TRIC8 uygulanmış tohumların patojenin toprağa uygulanmasından önce yapılması durumunda değerlendirme için yeterli düzeyde hastalık oluşmamıştır ve bu uygulama bitki gelişimini teşvik etmemiştir. Elde edilen sonuçlar, TRIC8'in patojenle az bulaşık topraklarda kullanılabileceğini, TRIC8'in patojenin uyarısı sonucu bitki gelişimini teşvik ettiğini göstermektedir.

**Anahtar kelimeler:** Buğday, *Fusarium culmorum*, *Trichoderma harzianum*, biyolojik kontrol

## ABSTRACT

Msc. Thesis

EFFECTS OF SEED TREATMENTS WITH *Trichoderma harzianum* ON WHEAT ROOT ROT DISEASE CAUSED BY *Fusarium culmorum*

**Berkcan ÖZDAMAR**

Tekirdağ Namık Kemal University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Plant Protection

Supervisor: Prof. Dr. Nuray ÖZER

The effect of seed treatment with *Trichoderma harzianum* isolate (TRIC8) on seedling development, pre-emergence damping-off, root and crown rot on wheat in the case of sterilized soil inoculation with *Fusarium culmorum* at different periods was determined under controlled conditions in this study. The sensitive wheat cultivar Flamura 85, a virulent isolate S-14 and a fungicide with active ingredient of Pyraclostrobin + Triticonazole were through the experiments for comparison. TRIC8 had not any negative effect on seedling development when it was used alone as seed treatment. The highest increases in length, fresh and dry weight of shoots were obtained in plants developed from TRIC8 treated seeds 3 days after pathogen inoculation, although the emergence of seedling was reduced at a low rate. The pre-emergence damping-off was inhibited at the rates of 53.73% and 54.55% in this treatment and simultaneous treatment as the pathogen, respectively, and the rate of crown rot was similar to that of seedlings developed from fungicide treated seeds. There was not enough disease for evaluation when TRIC8 treated seeds were sown before inoculation of the pathogen to the soil and this application did not promote plant growth. The results obtained show that TRIC8 can be use in less infested soils with pathogen and TRIC8 promotes plant growth as a result of the pathogen elicitation.

**Key words:** Wheat, *Fusarium culmorum*, *Trichoderma harzianum*, biological control

2019, 45 pages

# İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iii</b>
<b>ÇİZELGE DİZİNİ</b> .....	<b>iv</b>
<b>ŞEKİL DİZİNİ</b> .....	<b>v</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. LİTERATÜR ÖZETLERİ</b> .....	<b>6</b>
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM</b> .....	<b>10</b>
3.1. Materyal.....	10
3.1.1. Çalışmada kullanılan izolatlar .....	10
3.1.2. Çalışmada kullanılan buğday çeşidi .....	11
3.2. Yöntem .....	11
3.2.1. <i>Fusarium culmorum</i> ile toprak inokulasyonu.....	11
3.2.2. <i>Trichoderma harzianum</i> ile tohum kaplaması.....	12
3.2.3. Antagonist fungus ile kaplanmış tohumların ve patojenin uygulanma dönemleri .....	13
3.2.4. Deneme sonuçlarının değerlendirilmesi .....	13
3.3. İstatistiksel Analiz .....	16
<b>4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI</b> .....	<b>17</b>
4.1. TRIC8 ile Tohum Uygulamalarının Fide Gelişimi Üzerine Etkisi.....	17
4.2. TRIC8 ile Tohum Uygulamalarının <i>F. culmorum</i> ile Bulaşık Toprakta Fide Gelişimine Etkisi .....	19
4.3. TRIC8 ile Tohum Uygulamalarının <i>F. culmorum</i> ile Bulaşık Toprakta Çıkış Öncesi Ölüm ve Fide Kök-Kök Boğazı Çürüklüğü Üzerine Etkisi .....	24
4.4. <i>F. culmorum</i> İnokulasyonundan Önce TRIC8 ile Tohum Uygulamalarının Fide Gelişimine Etkisi.....	28
<b>5. TARTIŞMA</b> .....	<b>33</b>
<b>6. SONUÇ ve ÖNERİLER</b> .....	<b>37</b>
<b>7. KAYNAKLAR</b> .....	<b>39</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>44</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>45</b>

## ÇİZELGE DİZİNİ

### Sayfa

Çizelge 1.1. 2017/18 Yıllarında Dünya buğday üretimi ve başlıca üretim yapan ülkeler.....	3
Çizelge 3.1. <i>F. culmorum</i> ile bulaşık toprakta patojeni kontrol etmek ve bitki gelişimini belirlemek için yapılan uygulamalar .....	14
Çizelge 3.2. Antagonist uygulamalarının patojene karşı koruyucu ve bitki gelişimini teşvik etme etkisini belirlemek için yapılan uygulamalar .....	14
Çizelge 4.1. <i>F. culmorum</i> ile farklı zaman dilimlerinde bulaşık toprakta TRIC8 ile tohum uygulamasının fide çıkışı üzerine etkisi .....	20
Çizelge 4.2. <i>F. culmorum</i> ile farklı zaman dilimlerinde bulaşık toprakta TRIC8 ile tohum uygulamasının sürgün boyu üzerine etkisi .....	22
Çizelge 4.3. <i>F. culmorum</i> ile farklı zaman dilimlerinde bulaşık toprakta TRIC8 ile tohum uygulamasının yaş ve kuru ağırlık üzerine etkisi .....	23
Çizelge 4.4. <i>F. culmorum</i> ile farklı zaman dilimlerinde bulaşık toprakta TRIC8 ile tohum uygulamasının çıkış öncesi ölüm üzerine etkisi .....	25
Çizelge 4.5. <i>F. culmorum</i> inokulasyonundan 3 ve 5 gün önce TRIC8 ile tohum uygulamasının fide çıkışına etkisi .....	29
Çizelge 4.6. <i>F. culmorum</i> inokulasyonundan 3 ve 5 gün önce TRIC8 ile tohum uygulamasının sürgün boyu üzerine etkisi .....	30
Çizelge 4.7. <i>F. culmorum</i> inokulasyonundan 3 ve 5 gün önce TRIC8 ile tohum uygulamasının yaş ve kuru ağırlık üzerine etkisi .....	32

## ŞEKİL DİZİNİ

### Sayfa

Şekil 1.1. Sümerlerde tahılların önemine ait bir figür (Anonim 2019a).....	1
Şekil 1.2. <i>F.culmorum</i> 'un kök boğazı bölgesinde oluşturduğu hastalık belirtisi (Anonim 2019d) .....	4
Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan PSA üzerinde geliştirilen <i>F. culmorum</i> (sol) ve PDA üzerinde geliştirilen <i>T. harzianum</i> (sağ) izolatları .....	10
Şekil 3.2. <i>F. culmorum</i> 'un PSB besi ortamında 10 gün sonra gelişimi.....	12
Şekil 3.3. Denemelerin iklim odasındaki görünümü .....	15
Şekil 3.4. <i>F. culmorum</i> 'un fidelerin kök ve kök boğazında oluşturduğu hastalık şiddeti için kullanılan skala.....	15
Şekil 3.5. Kök ve kök boğazından geri izolasyon .....	16
Şekil 4.1. TRIC8 (1), Fungisit (2), Herhangi bir işlem görmemiş pozitif kontrol tohumu (3) .....	18
Şekil 4.2. TRIC8 ile kaplanmış tohumlardan fide çıkışı .....	19
Şekil 4.3. <i>F. culmorum</i> ile farklı zaman dilimlerinde bulaşık toprakta antagonist uygulanmış tohumlardan fide çıkış oranları .....	20
Şekil 4.4. <i>F. culmorum</i> ile farklı zaman dilimlerinde bulaşık toprakta antagonist uygulanmış tohumlardan gelişen bitkilerin sürgün boyları .....	21
Şekil 4.5. <i>F. culmorum</i> ile farklı zaman dilimlerinde bulaşık toprakta antagonist uygulanmış tohumlardan gelişen bitkilerin yaş ağırlığı.....	23
Şekil 4.6. <i>F. culmorum</i> ile farklı zaman dilimlerinde bulaşık toprakta antagonist uygulanmış tohumlardan gelişen bitkilerin kuru ağırlığı.....	24
Şekil 4.7. <i>F. culmorum</i> ile farklı zaman dilimlerinde bulaşık toprakta antagonist uygulanmış tohumlardan gelişen bitkilerde çıkış öncesi ölüm oranları .....	25
Şekil 4.8. Kök ve kök boğazından yapılan geri izolasyonlarda <i>F. culmorum</i> 'un gelişimi.....	26
Şekil 4.9. <i>F. culmorum</i> ile bulaşık toprakta eş zamanlı olarak antagonist uygulanmış tohumlardan gelişen bitkilerde hastalık şiddeti.....	27
Şekil 4.10. <i>F. culmorum</i> ile farklı zaman dilimlerinde bulaşık toprakta antagonist ve fungusit uygulanmış tohumlardan gelişen bitkilerde hastalık şiddeti .....	28
Şekil 4.11. <i>F. culmorum</i> 'un toprağa inokulasyonundan önce TRIC8 uygulanmış tohumlardan gelişen bitkilerde fide çıkışı .....	29
Şekil 4.12. <i>F. culmorum</i> 'un toprağa inokulasyonundan önce TRIC8 uygulanmış tohumlardan gelişen bitkilerin sürgün boyları.....	30
Şekil 4.13. <i>F. culmorum</i> 'un toprağa inokulasyonundan önce TRIC8 uygulanmış tohumlardan gelişen bitkilerin yaş ağırlıkları.....	31
Şekil 4.14. <i>F. culmorum</i> 'un toprağa inokulasyonundan önce TRIC8 uygulanmış tohumlardan gelişen bitkilerin kuru ağırlıkları.....	32



## 1. GİRİŞ

Buğday (*Triticum aestivum* L.), Gramineae familyasından olup çok eski zamanlardan beri yetiştirilen ve insan beslenmesinde önemli role sahip olan bir bitkidir. En eski kanıtı 10.000 yıl öncesine dayanan buğday, arpadan sonra en eski ikinci tahıldır. Geniş adaptasyon yeteneği, uygun beslenme değerleri, saklanması ve işlenmesindeki kolaylıklar sebebiyle buğday, insan beslenmesinde kullanılan kültür bitkileri arasında ekiliş ve üretim bakımından en başta gelmektedir. Dünya genelinde insan gıdasının yaklaşık %21'i buğday ve buğday ürünlerinden karşılanmaktadır (Meral ve Saydan 2012).

Buğdayın bilinen ilk üretimi Neolitik (Yeni Taş) dönemde yapılmaya başlanmıştır ve buğdayın anavatanının Mezopotamya olduğu düşünülmektedir. Mezopotamya'da çok sayıda tahıl tanrıçası, toplumlar tarafından benimsenmiş ve genellikle silindir mühürler üzerinde betimlemeleri yapılmıştır. Sümerlilerden günümüze kadar ulaşan bazı silindir mühürlerin üzerinde toplumun inandığı tanrı ve tanrıçaların ellerinde tahıl saplarının tutulduğu ve ekinlerin üzerlerine oturdukları görülmüştür (Şekil 1.1.) (Anonim 2019a).



Şekil 1.1. Sümerlerde tahılların önemine ait bir figür (Anonim 2019a)

Mısır'da yapılan bazı kazılarda ve piramitlerde, buğday tanelerine rastlanmıştır. Çok sayıda duvar resminde buğdayın ekimi, toplanması, taşınması ve depolanmasıyla ilgili tanımların yer aldığı görülmüştür. Antik Mısır'da tahıl tanrısı Neper (Nepry, Nepri) elinde buğday başakları ile betimlenir. Yine Mısır'da M.Ö. 5000'lerden tahıl yetiştiriciliğinin önemli olduğu ve Mısır, Roma'nın eyaleti konumunda iken, tüm Roma İmparatorluğu'nun önemli tahıl üretim alanı olarak kullanıldığı bilinmektedir. Türkistan'da yapılan kazılar sonucu M.Ö. 300'lerde, Çin'de M.Ö. 2800'lerde, Orta Avrupa'da M.Ö. 2000'lerde buğday üretimine ait kalıntılar bulunmuştur (Anonim 2019a).

Günümüzde Türkiye'de de sürdürülen çok sayıda arkeolojik kazıda, buğday izlerine rastlanmış ve bazı yerlerde bu tohumların yeniden çimlenmesi, yetiştirilmesi üzerine faaliyetler artmıştır. Konya'nın Çumra İlçesi'ne yakın Çatalhöyük'te, Mersin Mezitli İlçesi Soli Pompeiopolis'te, Kütahya Seyitömer Höyüğü ve Isparta Yalvaç'taki Pisidia antik kentinde ekmeklik buğday taneleri bulunmuştur. Çatalhöyük'te yapılan araştırmalarda yaklaşık 9 bin yıl öncesine ait evlerin içinde ekmeklik buğday kalıntıları bulunmuş ve Neolitik dönemde yaşamış insanların ekmeklik iyi kalitede buğdayı ürettikleri ve besin olarak tükettikleri sonucuna varılmıştır (Anonim 2019a).

Dünya genelinde buğday ekim alanları 2017/18 döneminde 219 milyon hektardır. 2017/18 yıllarında küresel buğday üretimi 758 milyon ton düzeyindedir (Anonim 2018a). Türkiye'de 2018 verilerine göre buğdayın ekim alan 7.299.270 ha olup 20.000.000 ton üretim yapılmıştır (Anonim 2019b). 2017/18 dönemi buğday üretim tahminlerine göre dünyada ilk sırada %20'lik oran ile AB (28) bölgesi yer alırken bunu %17 ile Çin ve %13 ile Hindistan takip etmektedir. Türkiye, dünya buğday üretiminin %3.5'ini gerçekleştirmekte olup, buğday üretiminde dünyada dokuzuncu sıradadır (Çizelge 1.1.) (Anonim 2018a).

Buğday tanesi; kabuk (perikarp), rüşeym (embriyo) ve endosperm olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır. Endosperm, tanenin %85'ini oluşturur ve un elde edilen kısımdır. Kabuk kısmından kepek elde edilir ve çoğunlukla yem sanayinde kullanılır. Rüşeym (embriyo) ise genellikle kepeklerle birlikte kalmakta, bazen ayrılmaktadır. Rüşeym, gıda olarak tüketilmekte ve ayrıca buğday yağı elde edilmesinde kullanılmaktadır (Anonim 2019c).

**Çizelge 1.1.** 2017/18 Yıllarında Dünya buğday üretimi ve başlıca üretim yapan ülkeler  
(Anonim 2018a)

Ülkeler	Üretim Miktarı (milyon ton)
AB(28)	151,2
Çin	129,8
Hindistan	98,5
Rusya	84,9
ABD	47,4
Kanada	30,0
Ukrayna	27,0
Pakistan	26,5
Türkiye	21,5
Avustralya	21,2
Arjantin	18,5
Kazakistan	14,8
Diğer	86,4
Toplam	758

Buğday yalnızca ekmek ve makarna yapımında kullanılmamaktadır. Tahıllar aynı zamanda çiftlik hayvanları ve evcil hayvanlar için hayvan yemi gibi sanayi ürünlerinin üretiminde ve biyoyakıt elde etmek için de kullanılmaktadır. Buğday, dünyada etanol üretiminde mısırdan ve şeker kamışından sonra en çok kullanılan üründür (Meral ve Saydan 2012). Yapılan bir çalışmada buğdayın etanol verimi %90 olarak belirlenmiştir (Wu ve ark. 2006).

Buğdayda, iklimsel değışiklikler ve çevresel faktörlerin etkisiyle, verim kaybı ve ürünün kalite değerlerini olumsuz etkileyen başak (sürme, rastık) ve yaprak hastalıklarının (kara pas, sarı pas, kahverengi pas, septorya yaprak lekesi, çeşitli yaprak lekeleri) yanısıra kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalığı önemli derecede verim kaybına neden olmaktadır. Buğdayda kök ve kök boğazı çürüklüğüne neden olan önemli fungal etmenler arasında *Fusarium spp.*, *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.), *Rhizoctonia spp.*, *Pseudocercospora herpotrichoides* bulunmakla birlikte, Trakya Bölgesi'nde en yaygın türün *F. culmorum* olduğu belirtilmektedir (Tunalı ve ark. 2008; Hekimhan 2010; Köycü ve Özer 2014).

*F. culmorum* tohum ve toprak kökenli bir fungal patojen olup, buğday gelişiminin erken döneminde enfeksiyon yaptığında çıkış öncesi ve sonrası ölümlere neden olmakta, çıkış sonrası ölüm olduğunda kök ve koleoptillerde kahverengileşme meydana getirmektedir (Şekil 1.2.). Ülkemizde de bu tür fide enfeksiyonları nedeniyle önemli düzeyde kayıplar meydana geldiği bilinmektedir (Demirci 2003; Arıcı 2006; Araz ve ark. 2009; Köycü ve Özer 2014). Enfeksiyonun geç olması durumunda ise gövdenin ilk iki ve 3. boğum aralarında kahverengi lezyonlar oluşmakta (Şekil 1.2), buruşuk daneleri içeren beyaz başaklar meydana gelmektedir (Sherm ve ark. 2013).



**Şekil 1.2.** *F. culmorum*'un kök boğazı bölgesinde oluşturduğu hastalık belirtisi (Anonim 2019d)

Hastalığın kontrolünde daha çok azole (bromuconazole, cyraconazole, methaconazole, prochloraz, propiconazole, prothiaconazole ve tebuconazole) ve strobilurin (azoxystrobin) grubu fungusitler kullanılmakta, bu fungusitler özellikle düşük hastalık yoğunluğunun olduğu ve orta düzeyde dayanıklı genotiplerin kullanılması durumunda %70'in üzerinde etkili olmaktadır (Sherm ve ark. 2013). Bununla birlikte bu fungusitlerin uzun süreli kullanımı dayanıklı bireylerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Dubos ve ark. 2011 ve 2013; Hellin ve ark. 2017). Ülkemizde hastalığa karşı yüksek derecede dayanıklı bir çeşidin bulunmadığı bildirilmektedir (Aktaş ve ark. 2000; Arslan ve Baykal 2002; Demirci 2003; Akgül 2008; Kılınç ve ark. 2008; Köycü ve Özer 2014; Yorgancılar ve ark. 2017). Alternatif olarak, hastalığın mücadelesinde çevre dostu biyolojik savaş ajanlarının kullanımı ile ilgili çalışmalar yapılmış olup, bu çalışmaların büyük bir kısmı *F. culmorum*'un tohum yoluyla bulaşmasını önlemeye yöneliktir (Knudsen ve ark. 1995; Etheridge 1997; Teperi ve ark. 1998; Dovanlou ve ark. 1999; Jensen ve ark. 2000; Johansson ve ark. 2003; Keyser ve ark. 2016; Mnasri ve ark. 2017). Patojenin topraktan bulaşması durumunda az sayıda çalışma olup (Czaban ve ark. 2004; Erdurmuş ve Katırcıoğlu 2008; Khezri ve ark. 2011; Wachowska ve Borowska 2014; Grosu ve ark. 2015; Lounaci ve ark. 2017; Boukaya ve ark. 2018; Jaber 2018), bu çalışmalarda genellikle antagonist funguslarla uygulama yapılmış tohumlar patojenle eş zamanlı olarak bulaşık toprağa ekilmişlerdir. Ayrıca patojenin toprakta gelişme sürecine bağlı olarak biyolojik ajanların etkinliğine yönelik detaylı bir araştırmaya rastlanmamıştır.

Bu tez çalışmasında, buğdayda, çıkış öncesi ölüm, kök ve kök boğazı çürüklüğüne, neden olan *Fusarium culmorum*'un toprağa inokulasyonunun ve antagonist fungus *Trichoderma harzianum* (TRIC8) ile kaplanmış tohumların ekiminin farklı dönemlerde yapılması ile buğday bitkisinin gelişimi ve hastalık oluşumundaki değişikliklerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

Buğdayda kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalığına karşı biyolojik mücadele konusunda yapılan çalışmaların çoğunda, hastalık etmeni tohuma inokule edilerek biyolojik ajanın etkinliği belirlenmiştir (Knudsen ve ark. 1995; Etheridge 1997; Teperi ve ark. 1998; Dovanlou ve ark. 1999; Jensen ve ark. 2000; Johansson ve ark. 2003; Keyser ve ark. 2016; Minasri ve ark. 2017). Tez çerçevesinde toprağın etmenle bulaşık olması hali dikkate alındığından, burada sadece *F. culmorum* ile bulaşık toprakta etkinliği araştırılan biyolojik ajanlara yönelik çalışmalar özetlenmiştir.

Czaban ve ark. (2004), yaptıkları araştırmada kök çürüklük etmeni *Fusarium culmorum*'a karşı *Pseudomonas fluorescens* (III107, II21, ID13) ve *Bacillus mycoides* (JC192, K184)'e ait izolatların etkinliğini fide çıkışı ve sürgün kuru ağırlığını dikkate alarak araştırmışlardır. Çalışmada kullanılan patojen *F. culmorum* steril yulaf taneleri üzerinde geliştirilmiş ve toprağa %0.5 oranında karıştırılarak inokule edilmiştir. Tohumlar ise ekimden önce aday antagonist izolatların bakteriyel süspansiyonlarına ( $10^9$  hücre/ml) 30 dakika süreyle daldırılarak kaplanmış ve patojenle aynı zamanda ekilmiştir. Araştırmacılar kullanılan bakteriyel antagonistlerin fide çıkışına olumsuz bir etki yapmadığını bildirmektedirler. Ayrıca bakteriyel antagonistlerden III107, ID13 ve JC192'nin sürgün kuru ağırlığını negatif kontrole (0.939 g) göre arttırdığını, söz konusu uygulamalarda kuru ağırlıkların sırasıyla 1.239 g, 1.215g ve 1.331 g olduğunu bildirmektedirler. Çalışmada II21'in etkili olmadığı belirtilmektedir.

Erdurmuş ve Katırcıoğlu (2008), buğdayda kök ve kök boğazı çürüklüğüne neden olan diğer etmenlerin yanı sıra *Fusarium culmorum* enfeksiyonuna karşı farklı *Trichoderma harzianum* izolatlarının etkinliğini denemişlerdir. Çalışmada yüzey dezenfeksiyonu yapılan tohumlar  $10^7$  konidi/ml yoğunluğundaki *T. harzianum* süspansiyonunda 2 saat süreyle antagonist ile kaplanmış ve patojenle bulaşık toprağa direkt olarak ekilmiştir. Patojen fungus ise, steril buğday kepeği üzerine geliştirilerek steril toprağa %5 oranında (1/19) karıştırılarak inokule edilmiş, ayrıca etmenle doğal olarak bulaşık tarla toprağı kullanılmıştır. Doğal tarla toprağındaki denemeden elde edilen sonuçlarda *T. harzianum* izolatlarının etkililikleri %6.1 ile

%23.3 arasında gözlemlenirken, steril toprakta yapılan denemede antagonist izolatların etkililiklerinin %20 ile %65.6 arasında olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda *T. harzianum* izolatlarının steril toprakta gösterdikleri etkiyi doğal toprakta gösteremedikleri ileri sürülmektedir.

Khezri ve ark. (2011), buğday tohumlarını *F. culmorum*'un musluk suyunda hazırlanan konidi süspansiyonunda ( $10^7$  konidi/ml) 7 gün boyunca 27 °C'de çalkalayarak hazırladıkları inokulumu toprağa karıştırarak (3 g/1300 g toprak) toprak inokulasyonunu gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar ekim yapacakları tohumları yüzey dezenfeksiyonundan sonra *Bacillus* sp. izolatlarının süspansiyonları ( $1 \times 10^9$  CFU/ml) içinde 2 saat süreyle çalkalayarak tohum kaplaması işlemini gerçekleştirmişler ve antagonist ile kaplanmış tohumları patojen inokulasyonu ile birlikte kullanmışlardır. Araştırmacılar sera koşullarında yürüttükleri denemelerinde, bazı *Bacillus* sp. izolatlarının kök ve kök boğazı çürüklüğünü %81 ile %100 oranında engellediğini, sürgün ve kök kuru ağırlığı açısından negatif bir etkilerinin olmadığını bildirmektedirler.

Wachowska ve Borowska (2014) iki adet buğday çeşidinde, buğdaydan elde edilen *Aureobasidium pullulans* izolatının *Fusarium culmorum* tarafından oluşturulan kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalığına karşı etkinliğini incelemişlerdir. Antagonist izolat tohum ekiminden 2 hafta sonra yapraklara uygulanmış, ayrıca antagonist uygulamasını takiben 24, 48 ve 96 saat sonra buğday fidelerinin koleoptilleri üzerine *F. culmorum*'un agar diskleri yerleştirilmiş, patojenin uygulanmasından 2 hafta sonra da değerlendirmeler yapılmıştır. Araştırmacılar en düşük enfeksiyon oranının *F. culmorum* ile inokulasyondan 96 saat önce antagonist süspansiyonu ile muamele edilen fidelerde gözlendiğini belirlemişler ve antagonist uygulaması ile patojenin inokulasyonu arasında daha geniş zaman aralığının bulunmasının antagonistin etkinliğini arttırmada büyük önem taşıdığı belirtmişlerdir.

Grosu ve ark. (2015), buğdayda *Bacillus* türlerine ait izolatların tek başlarına ve ikili kombinasyonlar şeklinde uygulanmaları halinde, *F. culmorum*' ile bulaşık toprakta buğdayın çimlenme ve sürgün boyunda meydana gelen değişiklikleri belirlemişlerdir. *F. culmorum* patates dekstroz broth'da 5 gün süreyle geliştirilmiş ve  $10^6$  cfu/g oranında toprağa inokule

edilmiş, tohumlar ise  $10^8$  cfu/ml yoğunluğundaki bakteri süspansiyonu ile kaplanmıştır ve direkt olarak bulaşık toprağa ekilmiştir. Çalışmada, antagonist bakteriler patojen olmaksızın ikili kombinasyonlar halinde tohumlara uygulandığında, çimlenme ve fide uzunluğu pozitif kontrole göre artış göstermiş, fungal patojenin varlığında ise çimlenme oranında azalmalar meydana gelmiştir. Test edilen bakteriyel izolatlar arasında bir tanesi ile tek başına uygulama yapılmış tohumların patojen ile bulaşık toprağa ekilmesiyle negatif (17.66 cm) ve pozitif kontrole (23.25) göre sürgün boyunda (23.92 cm) artış gözlenmiştir. Araştırmacılar aday antagonist izolatların tohumlara ikili uygulamalarının bitki gelişiminde artış sağlamamasının nedeninin aralarındaki rekabetten ileri gelebileceğini bildirmektedirler.

Lounaci ve ark. (2017), buğday tohumlarını 4 saat boyunca  $10^6$  hücre/ml yoğunluğundaki *Paenibacillus polymyxa* (SGK2)'nin süspansiyonu ile kaplamışlar, ayrıca toprağa aynı süspansiyondan ilave yapmışlardır. Patojen inokulumu steril buğdaylarda 15 gün süre ile geliştirdikten sonra toprağa 2.5 g/100 g toprak oranında ilave edilmiş, muamele yapılan tohumlar patojen inokulasyonu ile aynı zamanda toprağa ekilmişlerdir. Araştırmacılar antagonist fungus ile yapılan tohum uygulamasının *F. culmorum* tarafından oluşturulan kök boğazı enfeksiyonunu %78 oranında engellediğini belirtmektedirler. Çalışmada *F. culmorum*'un kök kuru ağırlığında % 29 oranında azalmaya neden olduğu, ancak *P. polymyxa* SGK2 izolatu ile kaplanan tohumlardan gelişen bitkilerin sürgün kuru ağırlığının pozitif kontrole göre önemli derecede artış gösterdiği, negatif kontrol ile aralarında farklılık oluşmadığı belirlenmiştir.

Boukaya ve ark. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada, *F. culmorum*' un oluşturduğu kök çürüklüğüne karşı 7 adet aktinobakteri izolatının etkinliği araştırılmıştır. Çalışmada, yüzey sterilizasyonu yapılan buğday tohumları *Streptosporangium becharense* SG1 ( $10^6$  CFU/ml) süspansiyonu içine daldırma usulü yapılarak tohum kaplaması yapılmış, *F. culmorum* ile doğal olarak bulaşık ve steril edilmiş olmak üzere iki tip toprak kullanılmıştır. Her iki tip toprak *F. culmorum* ( $10^3$  CFU/ml)'un konidi süspansiyonu ile inokule edilmiştir. Denemede ayrıca kök çürüklük etmenine karşı kullanılan bir fungusit (Difeconazole etkili maddeli) tohum kaplama uygulaması şeklinde kullanılmıştır. Antagonistik aktinobakteriler arasında *S. becharense* SG1 hem steril edilmiş hem de steril edilmemiş toprakta kök çürüklüğünü önemli derecede azaltmış ancak otoklav edilmemiş toprakta etkinlik daha yüksek



olmuş, antagonist %70.4-75 arasında etkili bulunmuştur. Araştırmacılar bu etkinin nedeninin toprak mikroflorası ile actinobakteriler arasındaki sinerjistik etkiden kaynaklanabileceğini ileri sürmektedirler. SG1 izolat ayrıca sürgün uzunluğunun steril olmayan toprakta 15.88'den 21.58 cm'ye, steril edilmiş toprakta ise 15.2 cm den 18.5 cm'ye, sürgün kuru ağırlığını steril edilmemiş toprakta 0.26 g'dan 0.7 g'a, steril edilen toprakta ise 0.184 g'dan 0.524 g'a ulaşmasını sağlamıştır.

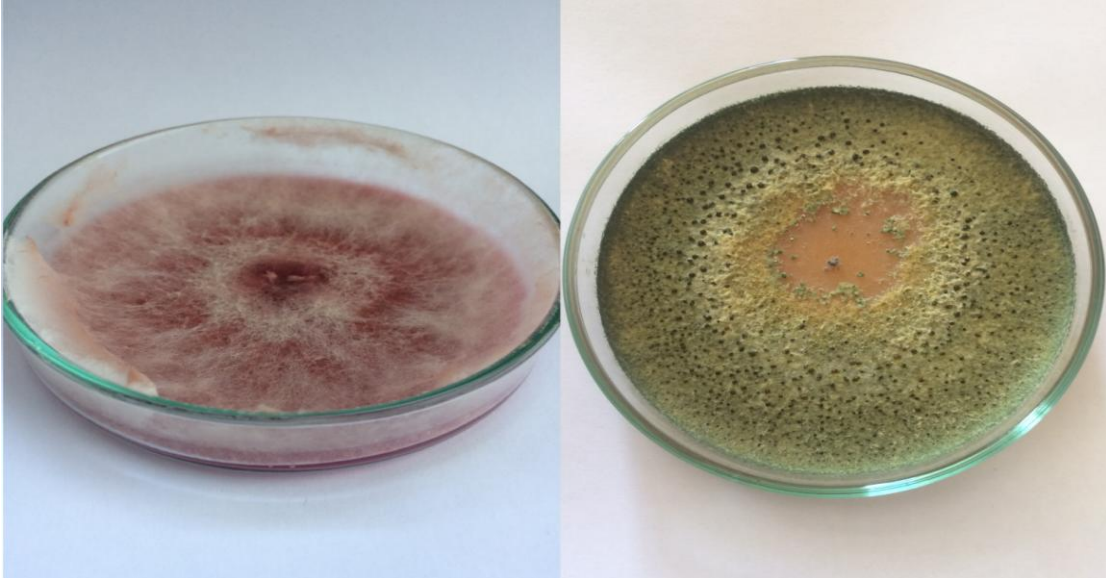
Jaber (2018), *Beauveria bassiana* (NATURALIS) ve *Metarhizium brunneum* (BIPESCOS) ile tohum uygulamalarının *Fusarium culmorum* tarafından oluşturulan kök ve kök boğazı enfeksiyonlarına karşı etkilerini incelemiştir. Araştırmacı antagonist entomopatojen fungusların ( $1 \times 10^7$  konidi/ml) konidi süspansiyonu ile 16 saat süre ile kaplama işlemi yapılan tohumları steril toprağa ekmiş ve ekimden 14 gün sonra buğday fidelerinin kök boğazı kısmına gelecek şekilde *F. culmorum*'un konidi süspansiyonunu ( $2 \times 10^5$  konidi/ml) 3 ml kadar eklemiştir. Çalışmada her iki antagonistle tohum uygulamasının fide çıkışını artırdığını, ayrıca pozitif ve negatif kontrole göre sürgün uzunluğu ve sürgün yaş ağırlığı üzerine teşvik edici etkisi olduğu belirtilmektedir. Araştırma sonucunda negatif kontrolde 21.8 cm. sürgün uzunluğu, 0.20 g yaş sürgün ağırlığı elde edilirken, Naturalis ve Bipescos ile tek başına tohum kaplaması sonucu sırasıyla 31.9 ve 31.3 cm. sürgün uzunluğu, 0.29 ve 0.30 g sürgün ağırlığı elde edilmiştir. *F. culmorum* ile enfekte edilmiş bitkilerde ise Naturalis ve Bipescos ile tohum uygulamaları ile sırasıyla 26.9 ve 28.3 sürgün uzunluğu, 0.25 ve 0.26 g sürgün ağırlığı elde edilmiştir. Pozitif kontroldeki ise sürgün uzunluğu ve yaş sürgün ağırlığı sırasıyla 17.8 cm ve 0,09 g olarak tespit edilmiştir.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Çalışmada kullanılan izolatlar

Çalışmada patojen izolat olarak Trakya bölgesinde kök ve kök boğazı çürüklüğü gösteren buğdaylardan izole edilmiş ve patojen olduğu bilinen *Fusarium culmorum* S-14 izolatı (Şekil 3.1.) kullanılmıştır (Köycü ve Özer, 2014). Antagonist fungus olarak ise, Tekirdağ ilinde buğday ile ekim nöbetine giren soğan ekili topraklardan izole edilmiş ve antagonistik özelliği bilinen *Trichoderma harzianum* (TRIC8, Accession number: MH351669) izolatı Şekil 3.1.) kullanılmıştır (Özer ve ark. 2009; Özer 2011; Özer ve Arın 2014; Hazarhun ve Özer 2016; Çiftçigil ve ark. 2016; Özer ve ark. 2017; Coşkuntuna ve ark. 2017). Patojen izolat PSA (Patates Sakkaroz Agar) ve PSB (Patates Sakkaroz Broth) ortamında, antagonist funguslar ise Patates Dekstroz Agar (PDA-Merck) üzerinde 23°C'de inkübatörde çoğaltılmıştır.



Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan PSA üzerinde geliştirilen *F. culmorum* (sol) ve PDA üzerinde geliştirilen *T. harzianum* (sağ) kültür gelişimleri

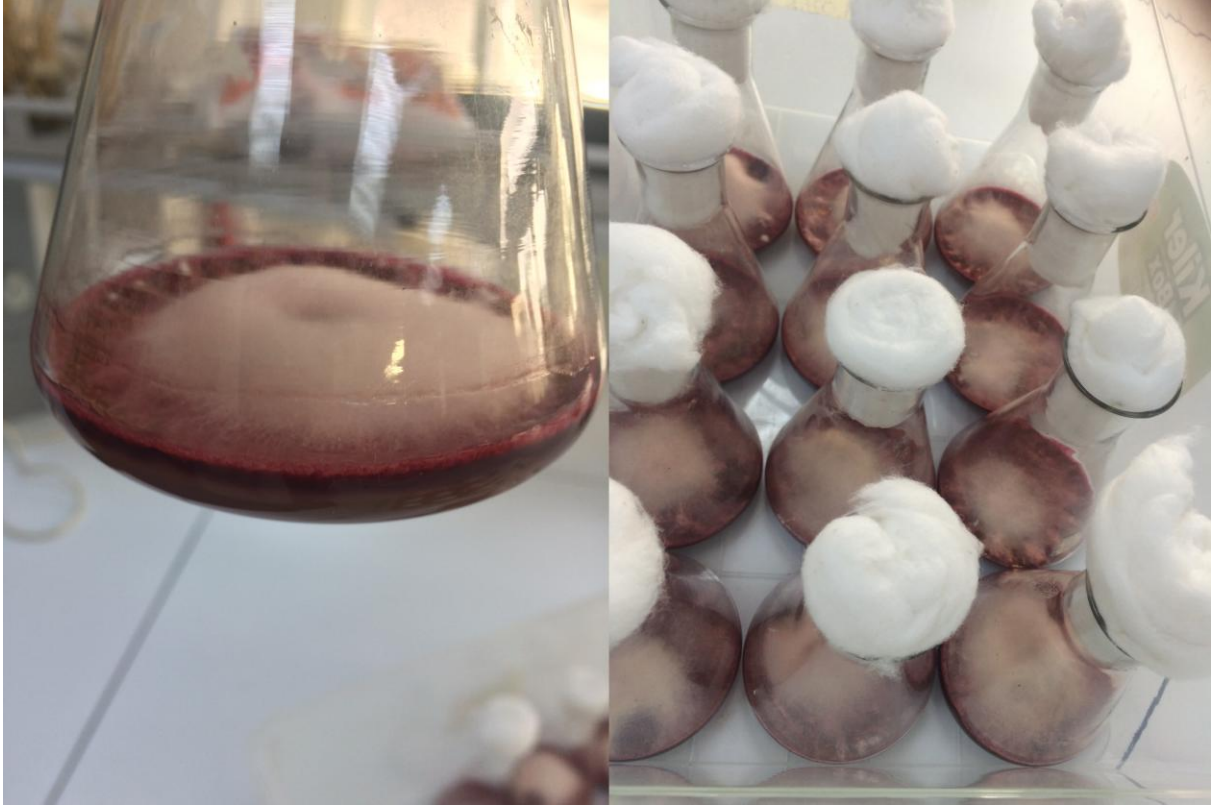
### 3.1.2. Çalışmada kullanılan buğday çeşidi

Denemede bölgede yaygın olarak ekimi yapılan ve kök çürüklüğü hastalık etmeni *F. culmorum*'a olan duyarlılığı ile bilinen Flamura 85 ekmeklik buğday çeşidi kullanılmıştır (Köycü ve Özer 2016). Kullanılan bu çeşit Kırklareli ili Merkez ilçesinden temin edilmiş olup *F. culmorum*'un varlığı açısından besi ortamında test edilmiş, etmenin varlığına rastlanmamıştır. Tüm uygulamalardan önce tohumlara yüzey dezenfeksiyonu yapılmıştır. Bu amaçla tohumlar %2'lik sodyum hipoklorit çözeltisinde 5 dk bekletilip, 2 kez steril destile sudan geçirilerek steril kurutma kağıdı üzerinde kurutulmuştur.

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. *Fusarium culmorum* ile toprak inokulasyonu

*F. culmorum* PSA besi ortamında 10 gün süre ile geliştirilmiştir. PSA hazırlanmasında önce 200 g patates 1 lt-su ile kaynatılarak süzülüş ve patates suyu elde edilmiştir. Daha sonra içine 15 g sakkaroz ve 20 g Agar (Merck) ilave edilerek otoklavda 121°C'de 1 atmosfer basınçta 20 dakika süre ile steril edilerek steril petrilere dökülmüştür. Üzerine *F. culmorum* inokule edilmiştir. Daha sonra PSB ortamı hazırlanmış, bu ortamın hazırlanması PSA gibi gerçekleştirilmiş sadece agar ilavesi yapılmamıştır. PSA üzerinde geliştirilen *F. culmorum* izolatlarından 1 cm'lik mantar delici ile alınan diskler, önceden hazırlanmış 50 ml'lik sıvı besi ortamlarının (PSB) herbirine birer tane olacak şekilde yerleştirilmiş ve 10 gün süre ile 23 °C'de, karanlıkta inkübatörde gelişmeye bırakılmıştır (Moya-Elizondo ve Jacobsen 2016; Moradi ve ark. 2017). İnkübasyon sonunda (Şekil 3.2.) sıvı kültürler steril tülbentten süzülerek  $1 \times 10^6$  konidi/ml konsantrasyonunda konidi süspansiyonu hazırlanmıştır. Etmenin konidi süspansiyonu 10 ml/g toprak oranında önceden buharla otoklavda steril edilmiş (121°C, 1 atmosfer basınç, 1 saat) ve 1 hafta süre ile kurutulmuş toprakların bulunduğu saksılara ilave edilmiştir. Daha sonra topraklar steril bagetle karıştırılıp homojen olarak toprakla karışım gerçekleştirilmiş ve patojen gelişimi için uygun nem ortamı sağlanmıştır.



**Şekil 3.2.** *F. culmorum*'un PSB besi ortamında 10 gün sonra gelişimi

### **3.2.2. *Trichoderma harzianum* ile tohum kaplaması**

Tohum kaplama işlemi için, *T. harzianum* izolatu (TRIC8)'nın 1 hafta süre ile PDA besi ortamında geliştirilmiş kültürlerinden  $1 \times 10^7$  konidi/ml oranında konidi süspansiyonu hazırlanmış ve içine 20 µl Tween 20 damlatılmıştır. Sonrasında yüzey dezenfeksiyonu yapılmış tohumlar 2 saat süre ile spor süspansiyonu içinde sallayıcıda çalkalanarak kaplama işlemi gerçekleştirilmiştir. Kaplama işlemi sonrasında tohumların steril kabin içerisinde kuruması beklenmiş ve daha sonra ekimi gerçekleştirilmiştir.

Denemelerde karşılaştırma yapmak amacıyla buğdayda kök ve kök boğazı çürüklüğü etmeni *Fusarium* spp. için ruhsatlı olan, ayrıca *F. culmorum* üzerine etkililiği bilinen (Sukut 2018; Sukut ve Köycü, 2019) 40 g/l Pyraclostrobin+80 g/l Triticonazole aktif maddeli tohum ilacı (Insure<sup>®</sup> Perform) kullanılmıştır. Yüzey sterilizasyonu yapılan tohumlar Insure<sup>®</sup> Perform

ile önerilen dozda, ekilecek tohum ağırlığı karşılığı hesaplanıp kaplama işlemi gerçekleştirilmiştir.

### **3.2.3. Antagonist fungus ile kaplanmış tohumların ve patojenin uygulanma dönemleri**

Bulaşık toprakta etmeni kontrol etmek için toprağa *F. culmorum* inokulasyonu yapılarak, toprak inokulasyonu ile aynı zamanda, inokulasyondan 3 ve 5 gün sonra antagonist ile kaplanmış tohumlar ekilmiştir (Çizelge 3.1.). Antagonist uygulamalarının patojene karşı koruyucu ve bitki gelişimini teşvik etme etkisini belirlemek için ise steril edilen, bulaşık olmayan toprağa antagonist uygulanmış tohumlar ekilmiş, ekimden 3 ve 5 gün sonra patojen toprağa bulaştırılmıştır (Çizelge 3.2.). Antagonist uygulamalarının etkinliğini karşılaştırmak amacı ile yukarıda belirtilen fungusit uygulaması yapılmış tohumlar da benzer uygulamalara tabii tutulmuştur. Pozitif kontrol uygulamasında *F. culmorum* inokule edilmiş toprağa, antagonist kaplaması yapılmamış tohumlar ekilmiş, belirlenen süreler için ayrı pozitif kontroller oluşturulmuştur. Negatif kontrolde ise herhangi bir uygulama yapılmamış tohumlar ve toprak kullanılmıştır. Denemeler tesadüf parselleri deneme deseninde, her tekrarda 1 saksı (saksı çapı: 10,5 cm) her saksıda 25 tohum olacak şekilde 4 tekrarlı olarak yürütülmüştür. Denemeler kontrollü iklim odasında gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.3.).

### **3.2.4. Deneme sonuçlarının değerlendirilmesi**

Ekim tarihinden 15 gün sonra her uygulamadaki bitki çıkış oranları tespit edilmiştir. Her uygulamanın her tekerrüründen tesadüfen 5 bitki alınarak kök boğaz kısmından itibaren sürgün boyu ölçülmüştür (AOSA 2004). Yaş ve kuru ağırlık ölçümünde ise bitkiler kök boğazı kısmından itibaren tartılarak yaş ağırlıkları tespit edilmiş, sonrasında 50°C’de etüvde kese kâğıtları içinde 72 saat kurutulduktan sonra tartımları yapılarak ortalama kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Otuzuncu gün sonunda çıkış öncesi ölüm (çimlenemeyen tohum ve toprak yüzeyine çıkış yapamadan ölüm) kullanılan tohum sayısı dikkate alınarak, fidelerde kök ve kök boğazı çürüklüğü 0-4 skalası (Beccari ve ark. 2011) kullanılarak (Şekil 3.4.)

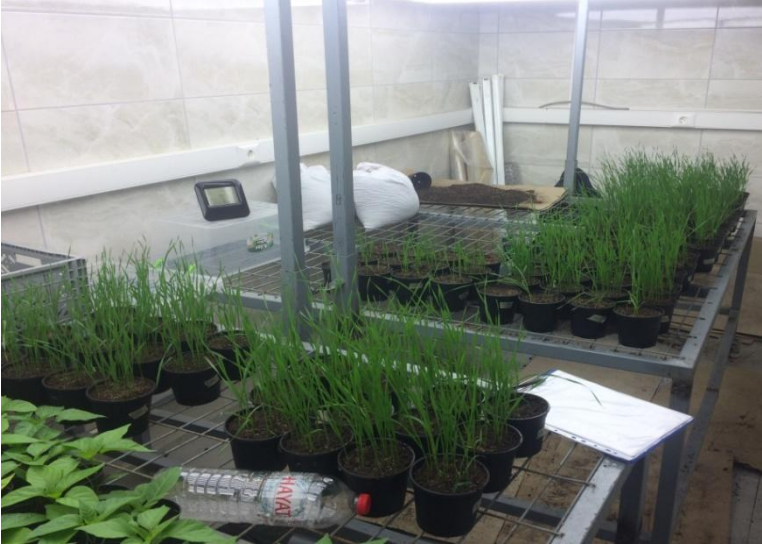
belirlenmiştir. Skala kullanılan durumda, Tawsend-Heuberger formülü ile hastalık şiddeti (%) tespit edilmiştir. Uygulamaların % etkileri ise Abbott formülü ile hesaplanmıştır (Karman 1971). Ayrıca kök ve kök boğazında meydana gelen lezyonlar besi ortamına alınarak geri izolasyonlar yapılmıştır (Şekil 3.5.).

**Çizelge 3.1.** *F. culmorum* ile bulaşık toprakta patojeni (*F. culmorum*) kontrol etmek ve bitki gelişimini belirlemek için yapılan uygulamalar

Uygulama kodu	Uygulamaların tanımı
A	Kontrol (-) Patojen inokulasyonu yapılmamış steril toprağa TRIC8 ya da fungusit kaplanmamış steril tohum ekimi
B	Patojen inokulasyonu ile aynı zamanda TRIC8 kaplanmış tohum ekimi
C	Patojen inokulasyonu ile aynı zamanda fungusit kaplanmış tohum ekimi
D	Kontrol 1 (+) Patojenle aynı anda TRIC8 yada fungusit kaplanmamış steril tohum ekimi
E	Patojen inokulasyonundan 3 gün sonra TRIC8 kaplı tohum ekimi
F	Patojen inokulasyonundan 3 gün sonra fungusit kaplı tohum ekimi
G	Kontrol 2 (+) Patojen inokulasyonundan 3 gün sonra TRIC8 kaplanmamış steril tohum ekimi
H	Patojen inokulasyonundan 5 gün sonra TRIC8 kaplı tohum ekimi
I	Patojen inokulasyonundan 5 gün sonra fungusit kaplı tohum ekimi
J	Kontrol 3 (+) Patojen inokulasyonundan 5 gün sonra TRIC8 kaplanmamış steril tohum ekimi

**Çizelge 3.2.** Antagonist uygulamalarının patojene (*F. culmorum*) karşı koruyucu ve bitki gelişimini teşvik etme etkisini belirlemek için yapılan uygulamalar

Uygulama kodu	Uygulamaların tanımı
A	Kontrol (-) Patojen inokulasyonu yapılmamış steril toprağa TRIC8 ya da fungusit kaplanmamış steril tohum ekimi
K	TRIC8 kaplı tohum ekiminden 3 gün sonra patojenin toprağa inokulasyonu
L	Fungisit kaplı tohum ekiminden 3 gün sonra patojenin toprağa inokulasyonu
M	Kontrol 1 (+) TRIC8 ya da fungusit kaplanmamış steril tohum ekiminden 3 gün sonra patojenin toprağa inokulasyonu
N	TRIC8 kaplı tohum ekiminden 5 gün sonra patojenin toprağa inokulasyonu
O	Fungisit kaplı tohum ekiminden 5 gün sonra patojenin toprağa inokulasyonu
P	Kontrol 2 (+) TRIC8 ya da fungusit kaplanmamış steril tohum ekiminden 5 gün sonra patojenin toprağa inokulasyonu



Şekil 3.3. Denemelerin iklim odasındaki görünümü



Şekil 3.4. *F. culmorum*'un fidelerin kök ve kök boğazında oluşturduğu hastalık şiddeti için kullanılan skala (0: Belirti yok, 1: Hafif derecede nekrotik, 2: Orta derecede nekrotik, 3: Şiddetli düzeyde nekrotik, 4: Tamamen kahverengileşmiş ve kök oluşumu yok)



**Şekil 3.5.** Kök ve kök boğazından geri izolasyon

### **3.3. İstatistiksel Analiz**

Çıkış oranı, çıkış öncesi ölüm ve hastalık şiddeti gibi değerlendirmelerde elde edilen veriler istatistiksel analize tabii tutulmadan önce açılış değerleri alınmıştır. Söz konusu değerlerle birlikte sürgün uzunluğu, sürgün kuru ve yaş ağırlığına ait değerler SPSS programı kullanılarak Varyans analizine (ANOVA) tabii tutulmuş, ortalamalar arasındaki farklılıklar Tukey testine ( $P=0.05$ ) göre belirlenmiştir.



#### 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

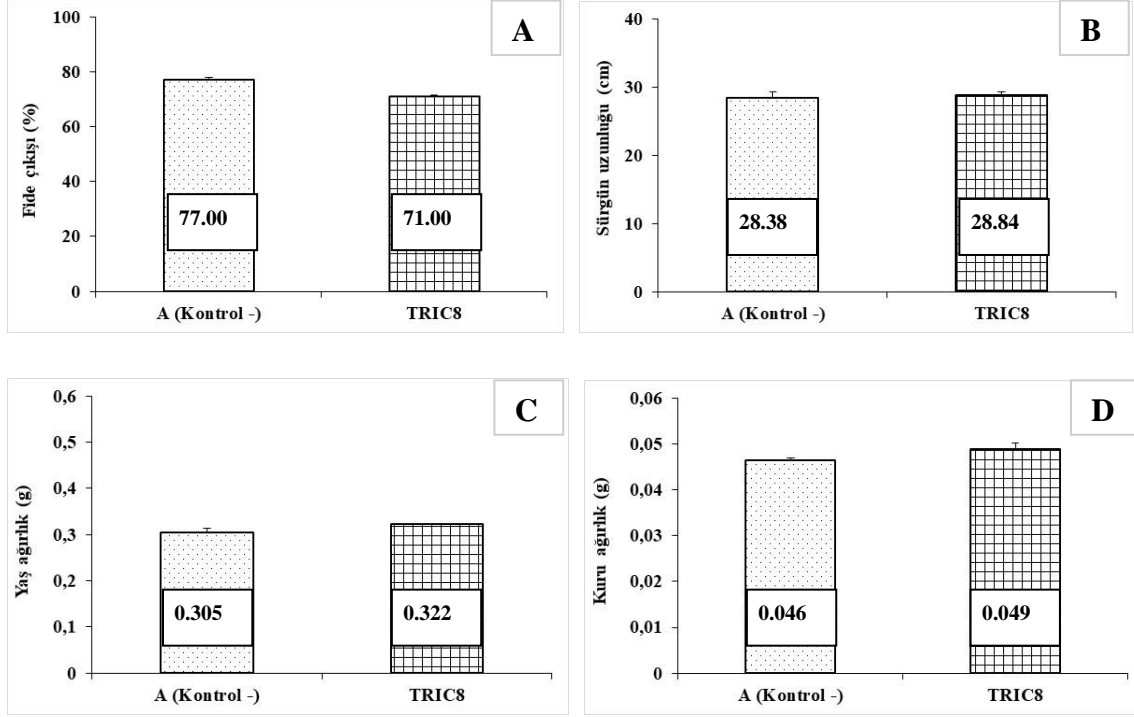
Çalışmamızda kullanılan *Trichoderma harzianum* (TRIC8) izolatu ile tohum uygulaması yapılarak öncelikle antagonist izolatın bitki gelişimi üzerine etkisi belirlenmiştir. Ayrıca tohum uygulamalarının *Fusarium culmorum* ile farklı zaman dilimlerinde bulaştırılmış toprakta, uygulamaların buğday fidelerinin gelişimi, çıkış öncesi ölüm, fide kök ve kök boğazı çürüklüğüne etkileri incelenmiştir. *F. culmorum*' un toprağa inokulasyonundan sonra farklı zaman dilimlerinde TRIC8 uygulaması yapılmış tohumların ekimi ile kontrollerde yeterli düzeyde hastalık oluşması nedeniyle yukarıda belirtilen tüm değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte *F. culmorum*' un tohum ekiminden sonra verilmesi halinde kontrol saksılarda karşılaştırma yapacak düzeyde hastalık oluşmaması nedeniyle bu uygulamaların sadece bitki gelişimi üzerine etkileri değerlendirilmiştir.

##### 4. 1. TRIC8 ile Tohum Uygulamalarının Fide Gelişimi Üzerine Etkisi

TRIC8 ile tohum uygulamalarının buğday fide çıkışı, sürgün uzunluğu, sürgün yaş ve kuru ağırlığı üzerine herhangi bir olumsuz etkisinin olmadığı belirlenmiştir (Şekil 4.1.). Fide çıkışında negatif kontrole göre biraz azalma olsa da, sürgün uzunluğu, sürgün yaş ve kuru ağırlığının ise artış gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 4.2. A, B, C, D).



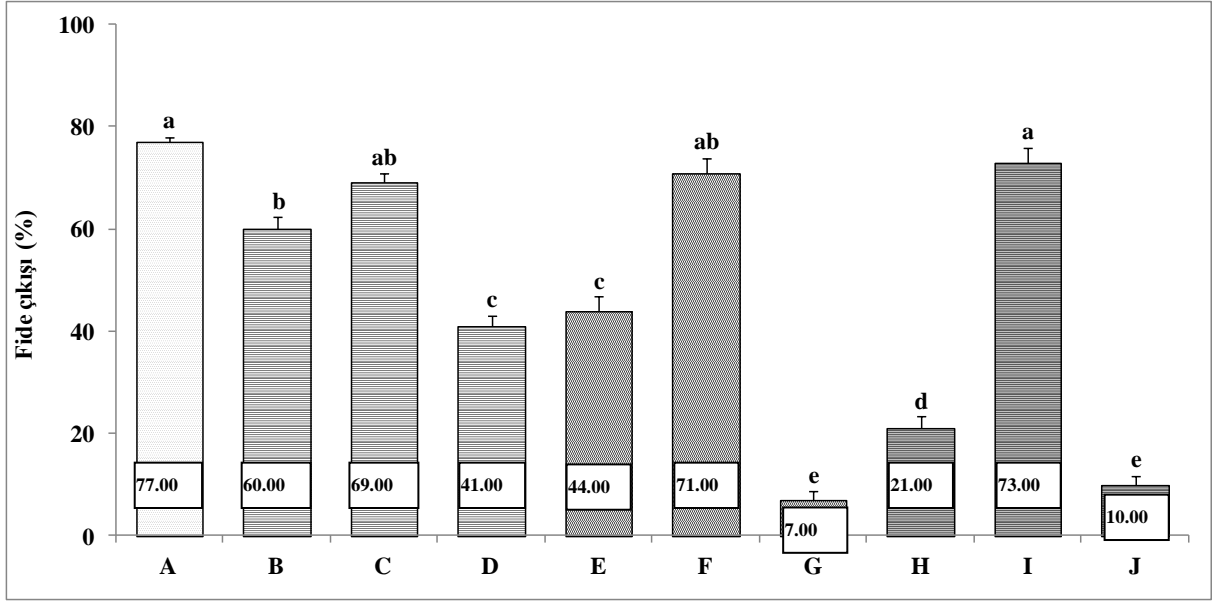
Şekil 4.1. TRIC8 (1), Fungisit (2), Herhangi bir işlem görmemiş pozitif kontrol tohumu (3)



**Şekil 4.2.** TRIC8 ile kaplanmış tohumlardan fide çıkışı (A), sürgün uzunluğu (B), sürgün yaş (C) ve kuru (D) ağırlığı

#### 4.2. TRIC8 ile Tohum Uygulamalarının *F. culmorum* ile Bulaşık Toprakta Fide Gelişimine Etkisi

*F. culmorum*'un toprağa uygulanması ile birlikte herhangi bir uygulama yapılmamış tohum ekiminden (D) sonra %41 oranında fide çıkışı olmuş, inokulasyondan 3 (G) ve 5 gün sonra (J) ise fide çıkışı oldukça azalmış sırasıyla %7 ve %10 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.3.). TRIC8 uygulaması yapılan tohumlar patojenin inokulasyonu ile birlikte ekildiğinde fide çıkışı fungusit uygulamasına göre önemli bir farklılık göstermemiş, patojenin inokulasyonundan 3 (E) ve 5 gün (H) sonra ise çıkış oranı fungusit uygulamasına göre daha düşük olmuştur. Bununla birlikte pozitif kontroller ile kıyaslandığında, TRIC8 ile 3 uygulamada da sırasıyla %19.0, 37.0 ve %11.0 oranlarında fide çıkışı artmıştır. Gerek fungusit uygulamasında gerekse antagonist uygulamasında negatif kontrole göre fide çıkışında bir artış gözlenmemiştir (Çizelge 4.1.).



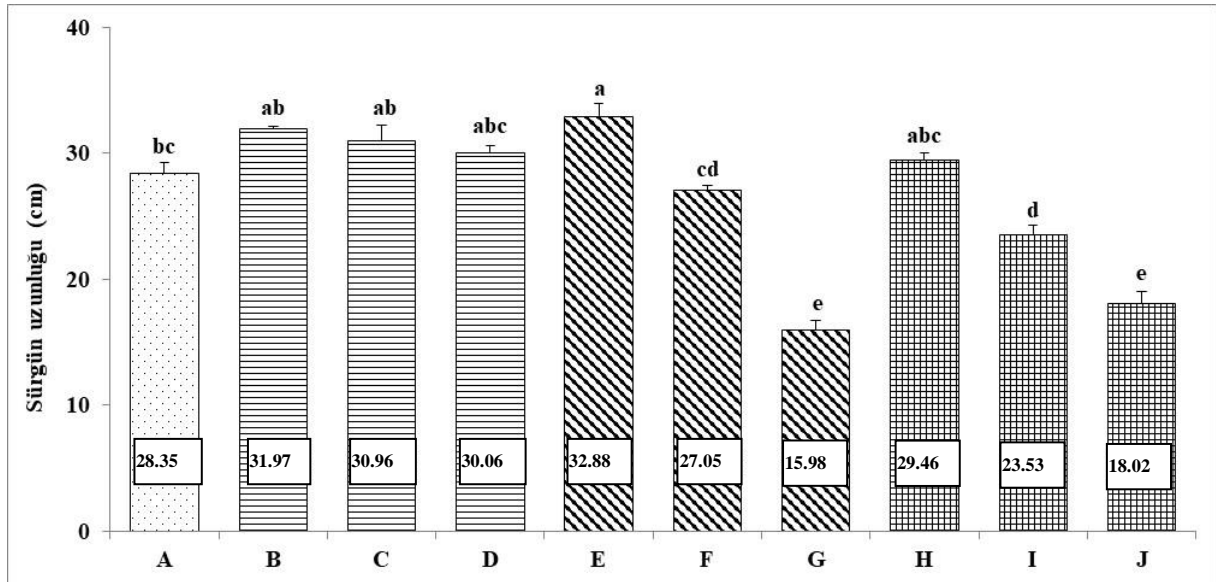
**Şekil 4.3.** *F. culmorum* ile farklı zaman dilimlerinde bulaşık toprakta antagonist uygulanmış tohumlardan fide çıkış oranları. A: Kontrol (-), B: Patojenle aynı anda TRIC8, C: Patojenle aynı anda fungusit, D: Kontrol 1 (+) (Patojenle aynı anda steril tohum), E: Patojenden 3 gün sonra TRIC8 kaplı tohum, F: Patojenden 3 gün sonra fungusit kaplı tohum, G: Kontrol 2 (+) (Patojenden 3 gün sonra steril tohum), H: Patojenden 5 gün sonra TRIC8 kaplı tohum, I: Patojenden 5 gün sonra fungusit kaplı tohum, J: Kontrol 3 (+) (Patojenden 5 gün sonra steril tohum). Her bir değer 5 bitkinin ortalamasıdır. Sütunlar üzerinde birbirinden farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki farklılıklar Tukey testine göre önemlidir (P=0.05)

**Çizelge 4.1.** *F. culmorum* ile farklı zaman dilimlerinde bulaşık toprakta TRIC8 ile tohum uygulamasının fide çıkışı üzerine etkisi

Uygulama kodu	Kontrol (-)'e göre artış (%)	Kontrol (+)'e göre artış (%)
B	-	19.00
C	-	28.00
E	-	37.00
F	-	64.00
H	-	11.00
I	-	63.00

B: Patojenle aynı anda TRIC8, C: Patojenle aynı anda fungusit, E: Patojenden 3 gün sonra TRIC8 kaplı tohum, F: Patojenden 3 gün sonra fungusit kaplı tohum, H: Patojenden 5 gün sonra TRIC8 kaplı tohum, I: Patojenden 5 gün sonra fungusit kaplı tohum

Sürgün uzunluğu açısından bitkiler değerlendirildiğinde, antagonistle uygulama yapılmış tohumların patojen inokulasyonu ile aynı zamanda ekimi durumunda negatif (A) ve pozitif (D) kontrole göre önemli derecede bir farklılık gözlenmemiş, 3 gün sonra ekimi halinde sürgün boyu negatif ve pozitif kontrole (G) göre önemli derecede artmıştır (Şekil 4.4.). Ayrıca patojenin inokulasyonundan 5 gün sonra da pozitif kontrol ve fungusite göre sürgün boyunun daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Antagonist uygulaması, 3 farklı zamanda yapılan uygulamada negatif kontrole göre sırasıyla %12.76, %15.97 ve %3.88 oranlarında, pozitif kontrole göre sırasıyla %6.35, %105.75 ve %63.48 oranlarında artış olduğu görülmüştür (Çizelge 4.2.)



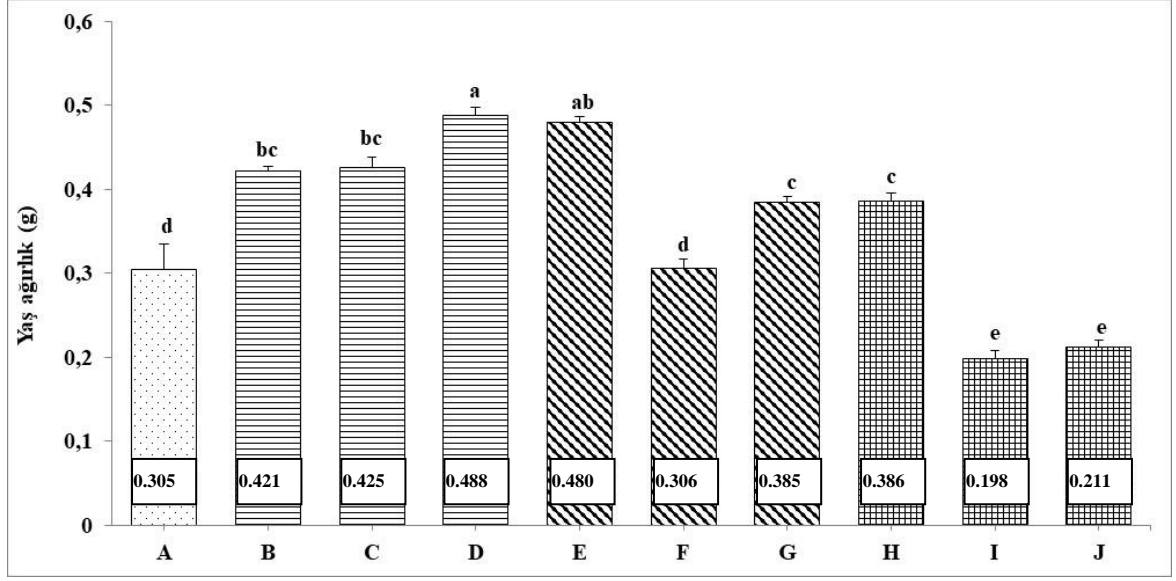
**Şekil 4.4.** *F. culmorum* ile farklı zaman dilimlerinde bulaşık toprakta antagonist uygulanmış tohumlardan gelişen bitkilerin sürgün boyları. A: Kontrol (-), B: Patojenle aynı anda TRIC8, C: Patojenle aynı anda fungusit, D: Kontrol 1 (+) (Patojenle aynı anda steril tohum), E: Patojenden 3 gün sonra TRIC8 kaplı tohum, F: Patojenden 3 gün sonra fungusit kaplı tohum, G: Kontrol 2 (+) (Patojenden 3 gün sonra steril tohum), H: Patojenden 5 gün sonra TRIC8 kaplı tohum, I: Patojenden 5 gün sonra fungusit kaplı tohum, J: Kontrol 3 (+) (Patojenden 5 gün sonra steril tohum). Her bir değer 5 bitkinin ortalamasıdır. Sütunlar üzerinde birbirinden farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki farklılıklar Tukey testine göre önemlidir (P=0.05)

**Çizelge 4.2.** *F. culmorum* ile farklı zaman dilimlerinde bulaşık toprakta TRIC8 ile tohum uygulamasının sürgün boyu üzerine etkisi

Uygulama kodu	Kontrol (-)'e göre artış (%)	Kontrol (+)'e göre artış (%)
B	12.76	6.35
C	9.20	2.99
E	15.97	105.75
F	-	69.27
H	3.88	63.48
I	-	30.57

B: Patojenle aynı anda TRIC8, C: Patojenle aynı anda fungusit, E: Patojenden 3 gün sonra TRIC8 kaplı tohum, F: Patojenden 3 gün sonra fungusit kaplı tohum, H: Patojenden 5 gün sonra TRIC8 kaplı tohum, I: Patojenden 5 gün sonra fungusit kaplı tohum

Patojenle eş zamanlı uygulamada gerek yaş ağırlık gerekse kuru ağırlık açısından antagonist uygulaması (B) ile fungusit uygulaması (C) aynı istatistiki grupta yer almıştır (Şekil 4.5. ve 4.6.). Patojenin toprağa bulaştırılmasından 3 (E) ve 5 gün (H) sonra TRIC8 uygulanmış tohumların ekimi ile fungusit uygulaması, pozitif ve negatif kontrollere göre bitkilerin yaş ağırlığının önemli derecede yüksek olduğu görülmüştür (Şekil 4.5). TRIC8 ile tohum kaplaması söz konusu zaman dilimlerinde yaş ağırlıkta negatif kontrole göre sırasıyla %57.38 ve 26.55, pozitif kontrole göre %24.67 ve %82.93 oranlarında artış sağlamıştır (Çizelge 4.3.). Patojenle bulaşık toprakta benzer zaman dilimlerinde TRIC8 uygulaması yapılmış tohumlardan gelişen (E ve H) bitkilerin kuru ağırlığı da fungusit uygulanmış tohumlardan gelişen, ayrıca negatif ve pozitif kontrollerde bulunan bitkilerden önemli düzeyde yüksek olmuştur (Şekil 4.6.). Antagonist uygulaması, patojenin inokulasyonundan 3 ve 5 gün sonra kuru ağırlıkta negatif kontrole göre sırasıyla %54.35 ve %43.47, pozitif kontrole göre %44.89 ve %100.00 oranlarında artış sağlamıştır (Çizelge 4.3.).

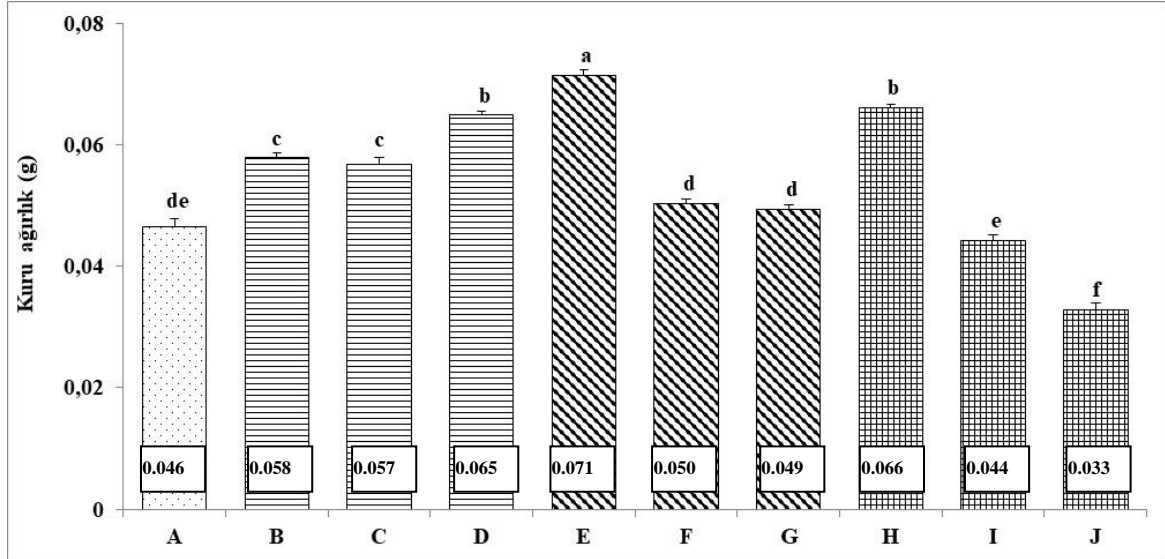


**Şekil 4.5.** *F. culmorum* ile farklı zaman dilimlerinde bulaşık toprakta antagonist uygulanmış tohumlardan gelişen bitkilerin yaş ağırlığı. A: Kontrol (-), B: Patojenle aynı anda TRIC8, C: Patojenle aynı anda fungusit, D: Kontrol 1 (+) (Patojenle aynı anda steril tohum), E: Patojenden 3 gün sonra TRIC8 kaplı tohum, F: Patojenden 3 gün sonra fungusit kaplı tohum, G: Kontrol 2 (+) (Patojenden 3 gün sonra steril tohum), H: Patojenden 5 gün sonra TRIC8 kaplı tohum, I: Patojenden 5 gün sonra fungusit kaplı tohum, J: Kontrol 3 (+) (Patojenden 5 gün sonra steril tohum). Her bir değer 5 bitkinin ortalamasıdır. Sütunlar üzerinde birbirinden farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki farklılıklar Tukey testine göre önemlidir (P=0.05)

**Çizelge 4.3.** *F. culmorum* ile farklı zaman dilimlerinde bulaşık toprakta TRIC8 ile tohum uygulamasının yaş ve kuru ağırlık üzerine etkisi

Uygulama Kodu	Yaş ağırlık		Kuru ağırlık	
	Kontrol (-)'e göre artış (%)	Kontrol (+)'e göre artış (%)	Kontrol (-)'e göre artış (%)	Kontrol (+)'e göre artış (%)
B	38.03	-	26.09	-
C	39.34	-	23.91	-
E	57.38	24.67	54.35	44.89
F	0.03	-	8.69	2.04
H	26.55	82.93	43.47	100.00
I	-	-	-	33.33

B: Patojenle aynı anda TRIC8, C: Patojenle aynı anda fungusit, E: Patojenden 3 gün sonra TRIC8 kaplı tohum, F: Patojenden 3 gün sonra fungusit kaplı tohum, H: Patojenden 5 gün sonra TRIC8 kaplı tohum, I: Patojenden 5 gün sonra fungusit kaplı tohum

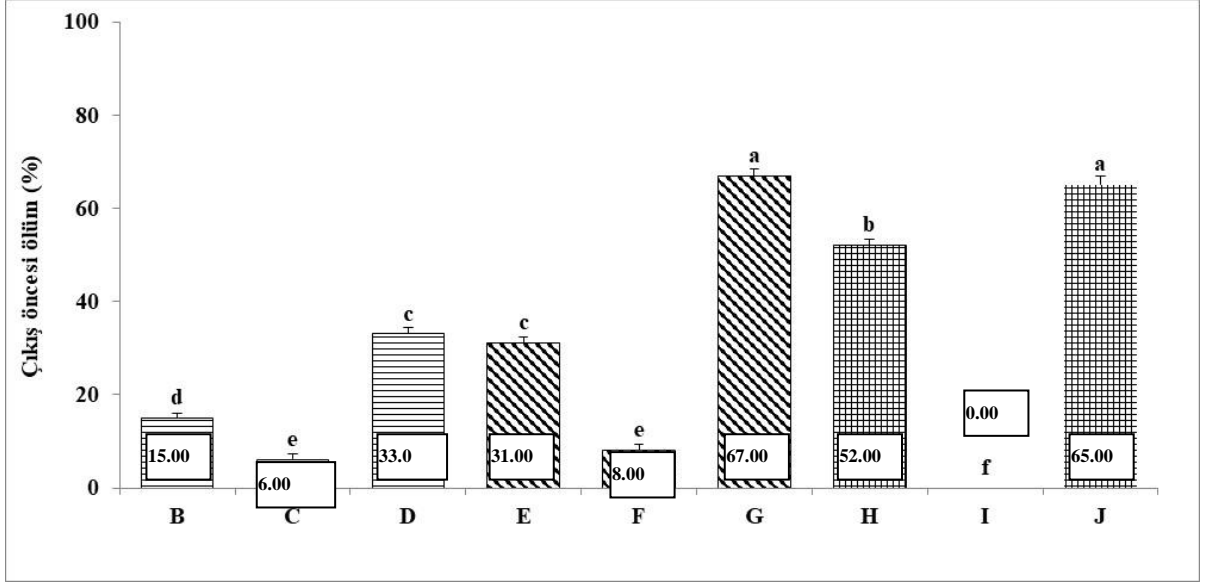


**Şekil 4.6.** *F. culmorum* ile farklı zaman dilimlerinde bulaşık toprakta antagonist uygulanmış tohumlardan gelişen bitkilerin kuru ağırlığı. A: Kontrol (-), B: Patojenle aynı anda TRIC8, C: Patojenle aynı anda fungusit, D: Kontrol 1 (+) (Patojenle aynı anda steril tohum), E: Patojenden 3 gün sonra TRIC8 kaplı tohum, F: Patojenden 3 gün sonra fungusit kaplı tohum, G: Kontrol 2 (+) (Patojenden 3 gün sonra steril tohum), H: Patojenden 5 gün sonra TRIC8 kaplı tohum, I: Patojenden 5 gün sonra fungusit kaplı tohum, J: Kontrol 3 (+) (Patojenden 5 gün sonra steril tohum). Her bir değer 5 bitkinin ortalamasıdır. Sütunlar üzerinde birbirinden farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki farklılıklar Tukey testine göre önemlidir (P=0.05)

#### 4. 3. TRIC8 ile Tohum Uygulamalarının *F. culmorum* ile Bulaşık Toprakta Çıkış Öncesi Ölüm ve Fide Kök-Kök Boğazı Çürüklüğü Üzerine Etkisi

*F. culmorum* inokule edilmiş toprağa aynı gün (D), inokulasyondan 3 (G) ve 5 gün (J) sonra tohumlar ekildiğinde kontrol saksılarda çıkış öncesi ölümler sırasıyla %33, %67 ve %65 oranlarında olmuş (Şekil 4.7.), etmen hasta bitki kök ve kök boğazından geri izole edilebilmiştir (Şekil 4.8.), hastalık değerlendirilmesi için patojen inokulasyonundan sonra en az 3 ya da 5 gün beklenilmesi gerektiği görülmüştür. TRIC8 uygulaması yapılmış tohumlar *F. culmorum* ile eş zamanlı (B) ve inokulasyondan 3 gün sonra ekildiğinde (E) sırasıyla %15 ve %31 oranlarında çıkış öncesi ölüm belirlenmiş, uygulama aynı zaman dilimlerinde %54.55 ve %53.73 oranlarında etkili bulunmuştur (Çizelge 4.4.). Bununla birlikte söz konusu uygulamanın etkinliği inokulasyondan 5 gün sonra azalmış %20'ye düşmüştür. Fungisit uygulaması ise her üç zaman diliminde de %80'in üzerinde etkili olmuştur.



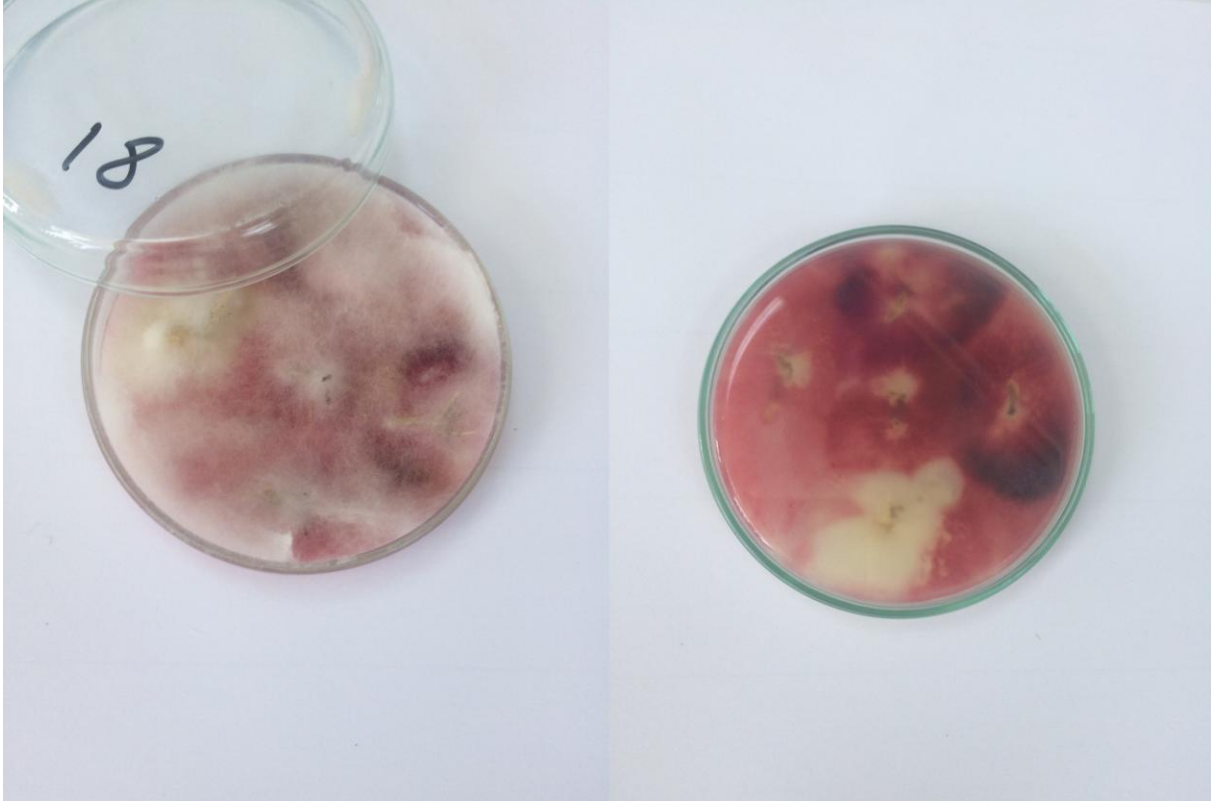


**Şekil 4.7.** *F. culmorum* ile farklı zaman dilimlerinde bulaşık toprakta antagonist uygulanmış tohumlardan gelişen bitkilerde çıkış öncesi ölüm oranları. B: Patojenle aynı anda TRIC8, C: Patojenle aynı anda fungusit, D: Kontrol 1 (+) (Patojenle aynı anda steril tohum), E: Patojenden 3 gün sonra TRIC8 kaplı tohum, F: Patojenden 3 gün sonra fungusit kaplı tohum, G: Kontrol 2 (+) (Patojenden 3 gün sonra steril tohum), H: Patojenden 5 gün sonra TRIC8 kaplı tohum, I: Patojenden 5 gün sonra fungusit kaplı tohum, J: Kontrol 3 (+) (Patojenden 5 gün sonra steril tohum). Sütunlar üzerinde birbirinden farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki farklılıklar Tukey testine göre önemlidir (P=0.05)

**Çizelge 4.4.** *F. culmorum* ile farklı zaman dilimlerinde bulaşık toprakta TRIC8 ile tohum uygulamasının çıkış öncesi ölüm üzerine etkisi

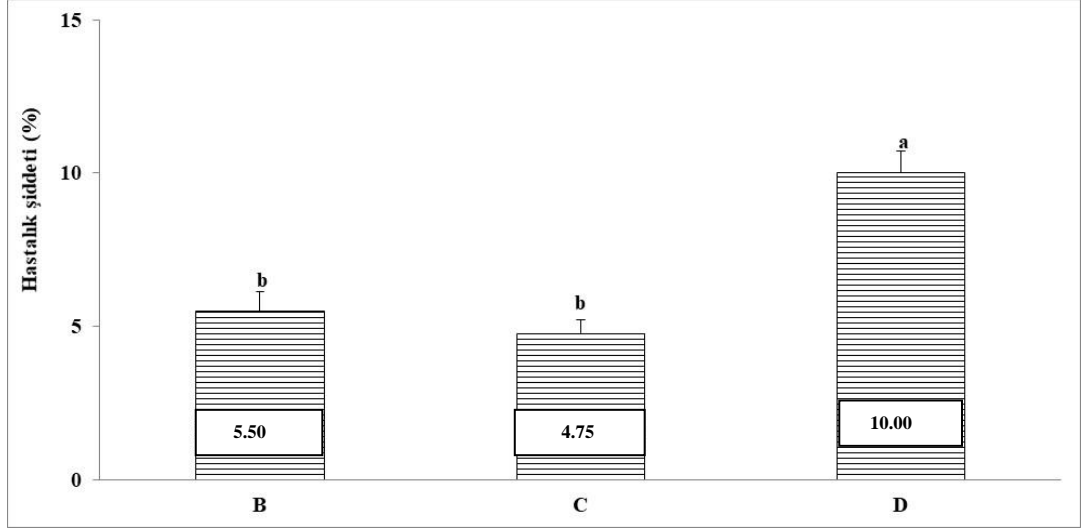
Uygulama Kodu	Etkinlik (%)
B	54.55
C	81.81
E	53.73
F	88.06
H	20.00
I	100.00

B: Patojenle aynı anda TRIC8, C: Patojenle aynı anda fungusit, E: Patojenden 3 gün sonra TRIC8 kaplı tohum, F: Patojenden 3 gün sonra fungusit kaplı tohum, H: Patojenden 5 gün sonra TRIC8 kaplı tohum, I: Patojenden 5 gün sonra fungusit kaplı tohum



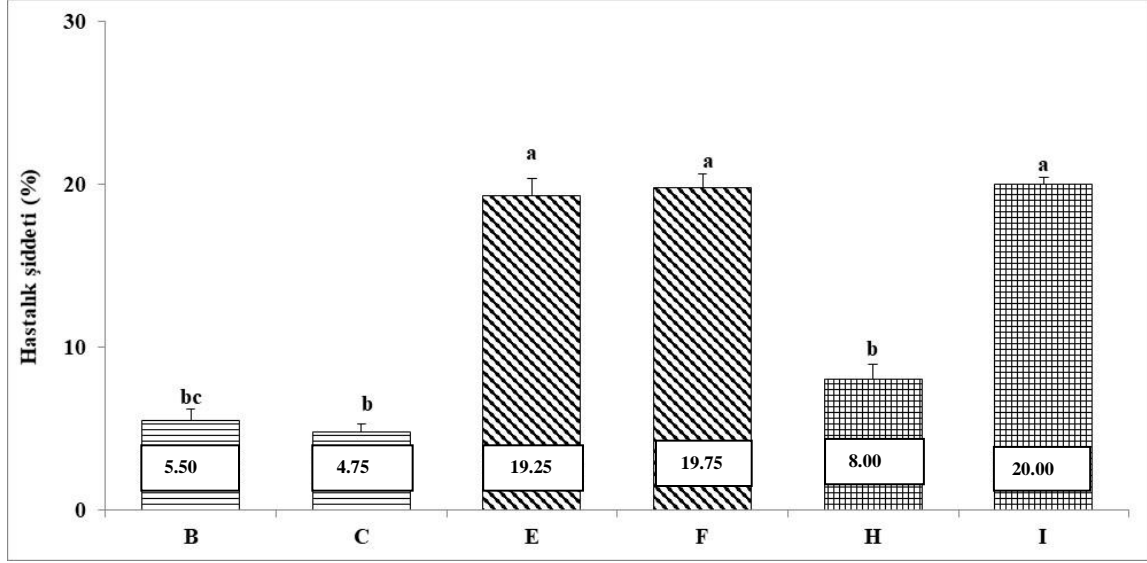
**Şekil 4.8.** Kök ve kök boğazından yapılan geri izolasyonlarda *F. culmorum*'un gelişimi

Kontrol saksılarında inokulasyondan 3 ve 5 gün sonra yüksek oranda çıkış öncesi ölüm olması nedeniyle, fide kök ve kök boğazı çürüklüğü (hastalık şiddeti) değerlendirmeleri eş zamanlı inokulasyon için yapılmış, ayrıca inokulasyonla aynı zamanda, 3 ve 5 gün sonraki uygulamalarda ise TRIC8 sadece fungusitle karşılaştırılmıştır. Eş zamanlı uygulama açısından bakıldığında kontrol saksılarda %10 oranında hastalık şiddeti oluşurken TRIC8 uygulaması yapılmış tohumlardan gelişen bitkilerde %5.5 oranında, fungusit uygulaması yapılmış tohumlardan gelişen bitkilerde ise %4.75 oranında hastalık şiddeti olmuş, her iki uygulama arasında istatistik olarak önemli bir farklılık görülmemiştir (Şekil 4.9.). TRIC8 ve fungusit uygulaması fide kök ve kök boğazı çürüklüğünü sırasıyla %45.0 ve %52.5 oranlarında engellemiştir.



**Şekil 4.9.** *F. culmorum* ile bulaşık toprakta eş zamanlı olarak antagonist uygulanmış tohumlardan gelişen bitkilerde hastalık şiddeti. B: Patojenle aynı anda TRIC8, C: Patojenle aynı anda fungusit, D: Kontrol, Sütunlar üzerinde birbirinden farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki farklılıklar Tukey testine göre önemlidir (P=0.05)

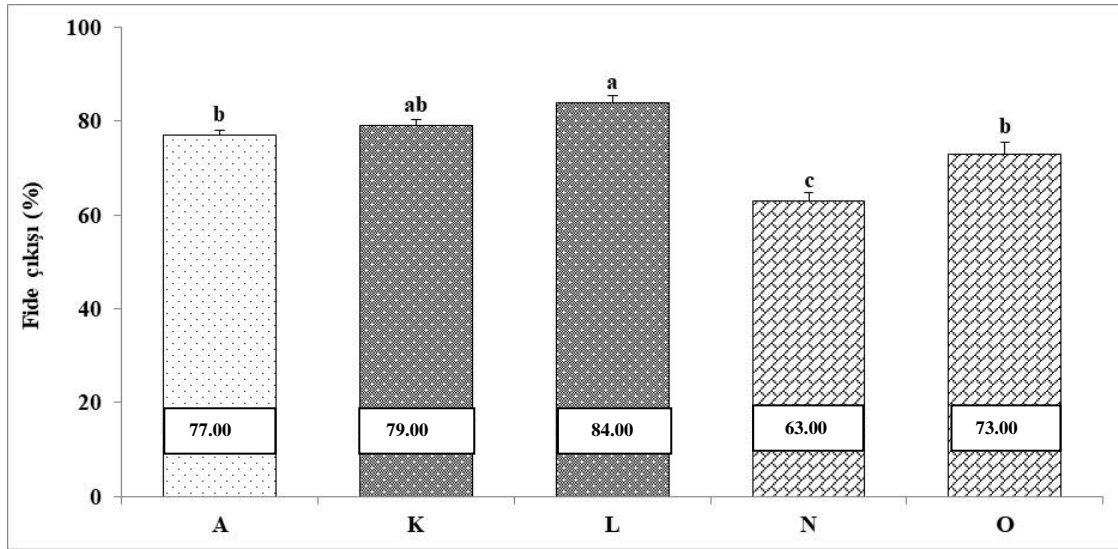
Patojen inokulasyonu ile aynı zamanda ve inokulasyondan 3 gün sonra TRIC8 ve fungusit uygulanmış tohumlardan oluşan bitkilerdeki hastalık şiddeti karşılaştırıldığında, istatistiki olarak benzer oranda hastalık şiddeti olduğu görülmüştür (Şekil 4.10.). İnokulasyondan 5 gün sonra ise TRIC8 uygulaması yapılmış tohumlardan gelişen bitkilerde % 8 oranında hastalık şiddeti oluşurken, fungusit uygulamasında bu oran %20 olmuştur.



**Şekil 4.10.** *F. culmorum* ile farklı zaman dilimlerinde bulaşık toprakta antagonist ve fungusit uygulanmış tohumlardan gelişen bitkilerde hastalık şiddeti. B: Patojenle aynı anda TRIC8, C: Patojenle aynı anda fungusit, E: Patojenden 3 gün sonra TRIC8 kaplı tohum, F: Patojenden 3 gün sonra fungusit kaplı tohum, H: Patojenden 5 gün sonra TRIC8 kaplı tohum, I: Patojenden 5 gün sonra fungusit kaplı tohum, Sütunlar üzerinde birbirinden farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki farklılıklar Tukey testine göre önemlidir (P=0.05)

#### 4. 4. *F. culmorum* İnokulasyonundan Önce TRIC8 ile Tohum Uygulamalarının Fide Gelişimine Etkisi

Patojenin inokulasyonundan 3 gün önce TRIC8 uygulaması yapılmış tohumlar toprağa ekildiğinde, fide çıkış oranı açısından TRIC8 uygulaması (K) ile negatif kontrolde (A) bulunan ve fungusit uygulanmış tohumlardan gelişen bitkiler (L) arasında önemli bir farklılık olmamıştır (Şekil 4.11.). Bununla birlikte fungusit uygulanmış tohumlardan fide çıkışı negatif kontrole göre önemli derecede yüksek olmuştur. İnokulasyondan 5 gün önce gerçekleştirilen uygulamalarda ise, fungusit uygulanmış tohumlarla (O) negatif kontrol arasında önemli bir farklılık oluşmazken, TRIC8 uygulanmış tohumlardan (N) fide çıkış oranı negatif kontrole ve fungusit uygulamasına göre önemli derecede düşük olmuş, sırasıyla %14.00 ve %10.00 oranlarında azalma tespit edilmiştir (Çizelge 4.5.).



**Şekil 4.11.** *F. culmorum*'un toprağa inokulasyonundan önce TRIC8 uygulanmış tohumlardan gelişen bitkilerde fide çıkışı. A: Kontrol (-), K: Patojenden 3 gün önce TRIC8 kaplı tohum, L: Patojenden 3 gün önce fungusit kaplı tohum, N: Patojenden 5 gün önce TRIC8 kaplı tohum, O: Patojenden 5 gün önce fungusit kaplı tohum, Sütunlar üzerinde birbirinden farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki farklılıklar Tukey testine göre önemlidir (P=0.05)

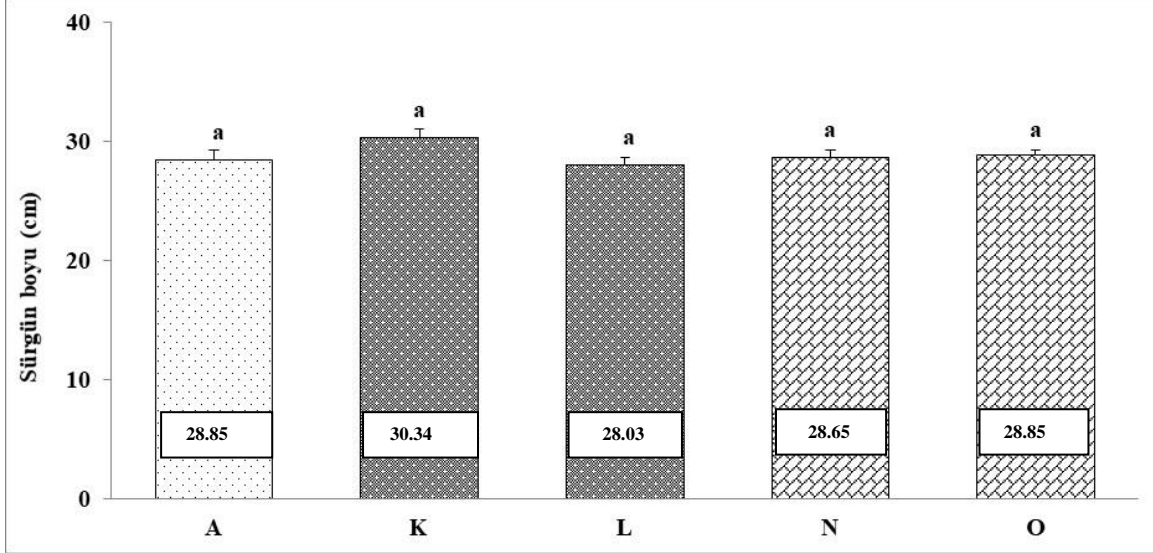
**Çizelge 4.5.** *F. culmorum* inokulasyonundan 3 ve 5 gün önce TRIC8 ile tohum uygulamasının fide çıkışına etkisi

Uygulama Kodu	Fide çıkışında artış (%)	Fide çıkışında azalma (%)
K	2.00	-
L	7.00	-
N	-	14.00
O	-	4.00

K: Patojenden 3 gün önce TRIC8 kaplı tohum, L: Patojenden 3 gün önce fungusit kaplı tohum, N: Patojenden 5 gün önce TRIC8 kaplı tohum, O: Patojenden 5 gün önce fungusit kaplı tohum

TRIC8 ile tohum uygulamasının patojenin toprağa inokulasyonundan 3 ve 5 gün önce yapılması halinde sürgün boyu dikkate alındığında uygulamalar arasında önemli bir farklılık oluşmamıştır (Şekil 4.12). Bununla birlikte TRIC 8 uygulaması yapılmış tohumlardan gelişen bitkilerin sürgün boyunun inokulasyondan 3 gün önce uygulamasında negatif kontrolden

yüksek olduğu görülmüştür. 3 gün önce TRIC8 uygulanmış tohumların ekimi ile %5.16 oranında artış elde edilmiştir (Çizelge 4.6.).



**Şekil 4.12.** *F. culmorum*'un toprağa inokulasyonundan önce TRIC8 uygulanmış tohumlardan gelişen bitkilerin sürgün boyları. A: Kontrol (-), K: Patojenden 3 gün önce TRIC8 kaplı tohum, L: Patojenden 3 gün önce fungusit kaplı tohum, N: Patojenden 5 gün önce TRIC8 kaplı tohum, O: Patojenden 5 gün önce fungusit kaplı tohum, Sütunlar üzerinde birbirinden farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki farklılıklar Tukey testine göre önemlidir (P=0.05)

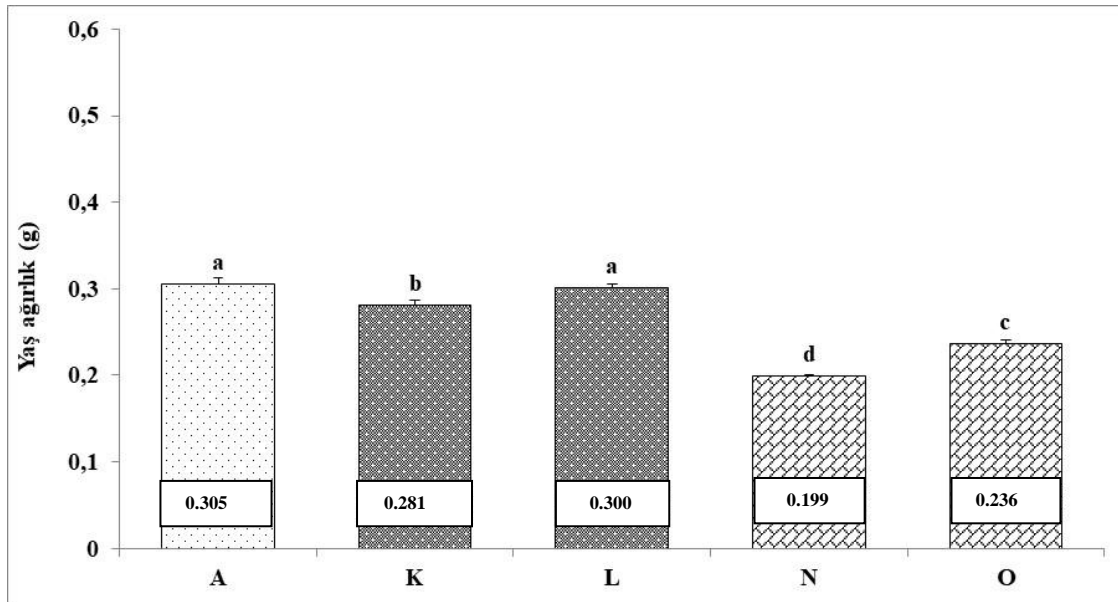
**Çizelge 4.6.** *F. culmorum* inokulasyonundan 3 ve 5 gün önce TRIC8 ile tohum uygulamasının sürgün boyu üzerine etkisi

Uygulama Kodu	Sürgün boyunda artış (%)	Sürgün boyunda azalma (%)
K	5.16	-
L	-	0.82
N	-	0.20
O	-	-

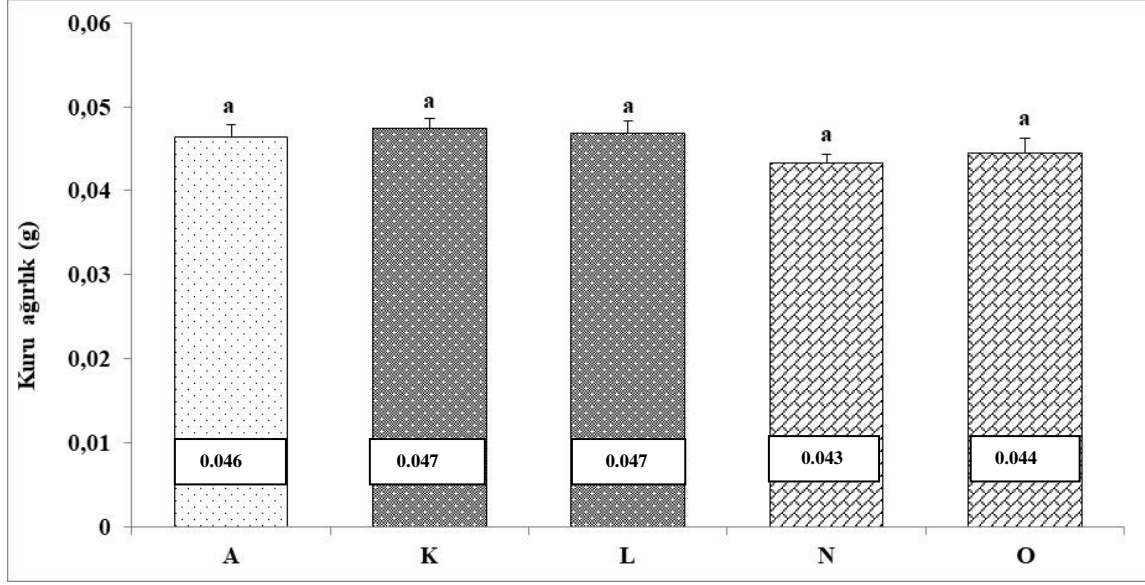
K: Patojenden 3 gün önce TRIC8 kaplı tohum, L: Patojenden 3 gün önce fungusit kaplı tohum, N: Patojenden 5 gün önce TRIC8 kaplı tohum, O: Patojenden 5 gün önce fungusit kaplı tohum

TRIC8 uygulanmış tohumlar, patojenin toprağa inokulasyonundan 3 ve 5 gün önce ekildiğinde negatif kontrole göre yaş ağırlıkta artış olmadığı, hatta azalmaların meydana geldiği görülmüştür (Şekil 4.13. ve Çizelge 4.7.). Patojenin toprağa inokulasyonundan 3 gün önce fungusit uygulanmış tohumların kullanımıyla (L) oluşan bitkilerdeki yaş ağırlık negatif kontrole göre farklılık göstermezken, inokulasyondan 5 gün önce (N) uygulandığında yüksek oranda azalma (%35.75) olduğu belirlenmiştir. Söz konusu azalma belirtilen süre için TRIC8 ile tohum uygulamasında (%22.62) da ortaya çıkmıştır.

Patojenin inokulasyonundan 3 gün önce antagonist uygulaması yapılmış tohumlar (K) ekildiğinde düşük oranlarda artış (%2.17) olsa da 5 gün önce ekildiğinde (N) negatif kontrole göre kuru ağırlığın düştüğü (%6.52) görülmüştür (Şekil 4.14. ve Çizelge 4.7.). Fungisit uygulaması yapılmış tohumlardan gelişen bitkilerde de benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bununla birlikte her iki uygulama ile negatif kontrol arasında önemli düzeyde bir farklılık oluşmamıştır.



**Şekil 4.13.** *F. culmorum*'un toprağa inokulasyonundan önce TRIC8 uygulanmış tohumlardan gelişen bitkilerin yaş ağırlıkları. A: Kontrol (-), K: Patojenden 3 gün önce TRIC8 kaplı tohum, L: Patojenden 3 gün önce fungusit kaplı tohum, N: Patojenden 5 gün önce TRIC8 kaplı tohum, O: Patojenden 5 gün önce fungusit kaplı tohum, Sütunlar üzerinde birbirinden farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki farklılıklar Tukey testine göre önemlidir (P=0.05)



**Şekil 4.14.** *F. culmorum*'un toprağa inokulasyonundan önce TRIC8 uygulanmış tohumlardan gelişen bitkilerin kuru ağırlıkları. A: Kontrol (-), K: Patojenden 3 gün önce TRIC8 kaplı tohum, L: Patojenden 3 gün önce fungusit kaplı tohum, N: Patojenden 5 gün önce TRIC8 kaplı tohum, O: Patojenden 5 gün önce fungusit kaplı tohum, Sütunlar üzerinde birbirinden farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki farklılıklar Tukey testine göre önemlidir (P=0.05)

**Çizelge 4.7.** *F. culmorum* inokulasyonundan 3 ve 5 gün önce TRIC8 ile tohum uygulamasının yaş ve kuru ağırlık üzerine etkisi

Uygulama Kodu	Yaş ağırlık		Kuru ağırlık	
	Artış (%)	Azalma (%)	Artış (%)	Azalma (%)
K	-	7.86	2.17	-
L	-	1.64	2.17	-
N	-	34.75	-	6.52
O	-	22.62	-	4.34

K: Patojenden 3 gün önce TRIC8 kaplı tohum, L: Patojenden 3 gün önce fungusit kaplı tohum, N: Patojenden 5 gün önce TRIC8 kaplı tohum, O: Patojenden 5 gün önce fungusit kaplı tohum



## 5. TARTIŞMA

Bu çalışmada, öncelikle farklı fungal etmenlere karşı etkililiği bilinen ve farklı bitkilerin gelişimi üzerine herhangi bir negatif etkisi olmayan *T. harzianum* (TRIC8) izolatının buğday tohumlarına uygulanması halinde bitki gelişimi üzerine etkileri tespit edilmiştir. Araştırmamızda TRIC8 ile uygulama yapılmış tohumların toprağa ekilmesi durumunda fide çıkış oranı az miktarda azalmakla birlikte, bitki gelişimi açısından önem taşıyan sürgün boyu, sürgün yaş ve kuru ağırlığının arttığı tespit edilmiştir. Bu aşamadan sonra *F. culmorum* toprağa uygulanarak farklı zaman dilimlerinde TRIC8 uygulanmış tohumların ekimi ile bitki gelişimi, çıkış öncesi ölüm oranları ve fide kök ve kök boğazı çürüklüğü şiddetleri belirlenmiştir.

TRIC8 ile uygulama yapılmış tohumlar, patojenin toprağa inokulasyonu ile eş zamanlı olarak toprağa ekildiğinde, fide çıkış oranında negatif kontrole göre azalma olmakla birlikte, pozitif kontrole göre %19 oranında artış meydana gelmiştir. Yine sürgün boyunda negatif kontrole göre %12.76, pozitif kontrole göre %6.35, yaş ve kuru ağırlıkta negatif kontrole göre sırasıyla %38.03 ve %26.09 oranlarında artış belirlenmiştir. Daha önceki yıllarda, *T. harzianum*'un *F. culmorum* ile enfekteli toprakta bitki gelişimi üzerine etkisine yönelik bir araştırma yapılmamakla birlikte, farklı bakteriyel antagonistlerle gerçekleştirilen ve patojenle eş zamanlı uygulama olarak kurgulanan bazı çalışmalarda, bakteriyel antagonistlerle tohum uygulamalarının fide çıkışına olumsuz bir etki yapmadığı bildirilmektedir (Czaban ve ark. 2004; Khezri ve ark. 2011). Bazılarında ise sürgün boyunun, sürgün kuru ve yaş ağırlığının artış gösterdiği, antagonist uygulaması yapılan bitkilerin sürgün boyunun 23.92 cm (Grosu ve ark. 2015), 18.5 cm (Boukaya ve ark. 2018), 26.9-28.3 cm (Jaber 2018), kuru ağırlığın 0.524 g (tüm bitki olarak) (Boukaya ve ark. 2018) ve yaş sürgün ağırlığının 0.25-0.26 g (Jaber 2108)'a ulaştığı belirtilmektedir. Çalışmamızda patojenle eş zamanlı uygulamada, TRIC8 ile kaplanmış tohumlardan gelişen bitkilerin sürgün boyu 31.97 cm, yaş sürgün ağırlığı 0.421 g olarak tespit edilmiş olup önceki çalışmalara göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

*F. culmorum*'un toprağa bulaştırılması ile birlikte antagonist etmenlerle kaplanmış tohumların aynı zamanda ekiminin fide kök ve kök boğazı enfeksiyonlarına etkileri ile ilgili çalışmalarda, farklı bölgeden elde edilen *T. harzianum* izolatlarının %20-65.6 (Erdurmuş ve Katırcıoğlu 2008), *Bacillus* sp. izolatlarının %81-100 (Khezri ve ark. 2011), *P. polomyxa* (SGK2)'nin %78 (Lounaci ve ark. 2017), *S. becharense* SG1'in %70.4-75 (Boukaya ve ark. 2018), *B. bassiana* ve *M. brunneum*'un sırasıyla %65 ve %50 oranlarında (Jaber 2018) enfeksiyonu engelledikleri belirtilmektedir. Çalışmamızda ise patojenle eş zamanlı uygulamalarda TRC8 ile tohum kaplaması çıkış sonrası kök boğazı çürüklüğü şiddetini %45 oranında engellemiştir. Bununla birlikte, araştırmamızda pozitif kontrolde çıkış öncesi ölümlerin daha yüksek olduğu görülmüş ve söz konusu zaman diliminde TRIC8 çıkış öncesi ölüm üzerine %54.55 oranında etkili bulunmuştur.

Patojenin toprağa inokulasyonundan 3 ve 5 gün sonra TRIC8 uygulaması yapılmış tohumların ekimi durumunda fide çıkış oranı negatif kontrole göre azalmakla birlikte pozitif kontrole göre istatistiki olarak önemli derecede artış göstermiştir. Özellikle inokulasyondan 3 gün sonra TRIC8 ile kaplanmış tohum ekimi sonucunda oluşan bitkilerin sürgün boyu, yaş ve kuru ağırlığı negatif ve pozitif kontrole göre en yüksek düzeyde artış göstermiştir. Söz konusu uygulama ayrıca çıkış öncesi ölümü %53.73 oranında engellemiş, fide kök ve kök boğazı çürüklüğü şiddeti fungusit uygulanmış tohumlardan gelişen bitkilerle benzer oranda olmuştur. Her ne kadar patojenin toprağa uygulanmasından 5 gün sonra TRIC8 uygulaması yapılmış tohumlardan gelişen bitkilerin sürgün boyu, yaş ve kuru ağırlığı pozitif kontrole göre artış gösterse ve kök ve kök boğazı enfeksiyonu düşük olsa da belirtilen süre sonunda çıkış öncesi ölümü %20 oranında engelleyebilmiştir.

*F. culmorum* S14 izolatı ile anthesis döneminde inokule edildikten sonra elde edilen tohumlar çalışmamızda kullandığımız triticonazole+pyraclostrobin etki maddeli fungusit ile ilaçlandığında fide çıkışının %33 oranında artış gösterdiği, sürgün boyunun negatif ve pozitif kontrole göre 2 cm daha yüksek olduğu, sürgün yaş ve kuru ağırlıkta önemli bir artış olmadığı, fide kök ve kök boğazı çürüklüğünün %72.68 oranında engellendiği bildirilmektedir (Sukut 2018; Sukut ve Köycü 2019). Çalışmamızda karşılaştırma amacıyla kullanılan aynı fungusit, aynı patojenin toprağa farklı zaman dilimlerinde önceden bulaştırılması durumunda, fide çıkış oranı kontroldekine benzer olmuş, ayrıca pozitif kontrole

göre antagonist fungusa göre daha yüksek artışlar elde edilmiştir. Söz konusu fungusit çıkış öncesi ölümleri antagonist uygulamasına göre daha yüksek oranda engellemiş, kök ve kök boğazı çürüklüğü şiddeti açısından antagonist fungus uygulaması ile benzer etkiyi göstermiştir. Bununla birlikte sürgün boyu, sürgün yaş ve kuru ağırlığındaki artışlar negatif ve pozitif kontroller dikkate alındığında antagonist uygulamasına göre daha düşük olmuştur.

Wachowska ve Browska (2014), buğdayda antagonist etkililiğini arttırmak için antagonist uygulaması ile patojenin inokulasyonu arasında geniş zaman aralığının bulunması gerektiğini ileri sürmektedirler. Bazı çalışmalarda ise aksine bitkilerdeki savunma genlerinin patojenle karşılaşma durumunda aktif hale geldiği, *Trichoderma* spp. ve patojen interaksyonu sonucunda savunma genlerinin aktivitesinin yükseldiği (Hermosa ve ark. 2013; Mayo ve ark. 2015), *T. harzianum*'un bitki gelişimi üzerine olumlu etkileri olan metabolitlerinin patojen uyarısıyla arttığı (Vinale ve ark. 2009; Al-Ani ve Albaayit 2018), patojene ait bazı uçucu bileşiklerin *T. virens* ve *T. harzianum* tarafından salgılanan antifungal metabolitlerin aktivitesini ve miktarını teşvik ettiği (Li ve ark. 2018) ileri sürülmektedir. Çalışmamızda eş zamanlı yapılan uygulamaya ait pozitif kontroldeki sürgün boyunun, sürgün yaş ve kuru ağırlığının artışı da bitkideki savunma mekanizmasının patojenle karşılaşır karşılaşmaz aktif hale geçtiğini göstermektedir. Ayrıca araştırmamızda herhangi bir uygulama yapılmamış tohumların patojen inokulasyonundan 3 ve 5 gün önce toprağa ekilmesi durumunda değerlendirme yapacak kadar hastalığın oluşmadığı görülmüştür. Bu durumun bitkinin etmene karşı hassas olduğu dönemi atlatmış olmasından ileri geldiği düşünülmektedir. Ayrıca patojenin toprağa inokulasyonundan 3 gün önce TRIC8 uygulaması yapılmış tohumlardan fide çıkışı negatif kontrole göre artsa da 5 gün önce ekimi halinde fide çıkışında azalma olmuş, sürgün boyu, sürgün yaş ve kuru ağırlığı patojen inokulasyonundan sonra TRIC8 uygulaması yapılmış tohumların ekilmesi durumuna göre daha düşük olmuştur. Bu çalışmada her ne kadar bitkilerdeki metabolitler tespit edilmemiş olsa da, daha önce yapılan çalışmalarda TRIC8 izolatının kültür filtratlarının antifungal metabolitler içerdiği (Çiftçigil ve ark. 2016) yine TRIC8 ile tohum uygulamalarının bitkilerdeki antifungal bileşiklerin oluşumunu teşvik ettiği belirlenmiştir (Özer ve Arın 2014; Özer ve ark. 2017; Coşkuntuna ve ark. 2017). Bu bağlamda çalışmamızda patojen ile inokule edilmiş toprağa TRIC8 uygulanmış tohumların ekimi ile bitki gelişimindeki artışın yüksek olmasının nedeninin TRIC8'in antifungal metabolitlerindeki artış ile ilgili olduğu düşünülmektedir.

Antagonist funguslarla toprak kökenli patojenlerin mücadelesinde etmenin steril olmayan doğal olarak bulaşık toprakta da etkinliğini devam ettirmesi ve doğal toprağa adapte olması gerekmektedir. Ülkemizde yapılan bir çalışmada, *T. harzianum* izolatlarının buğdayda *F. culmorum*'a karşı doğal olarak bulaşık topraklarda oldukça düşük etki gösterdiği belirlenmiştir (Erdurmuş ve Katırcıoğlu 2008). Dış ülkelerde yapılan bir çalışmada ise *S. becharensis* (SG1)'in hem steril hem de doğal bulaşık toprakta buğdayda *F. culmorum* tarafından oluşturulan kök çürüklüğünü engellediği bildirilmektedir (Boukaya ve ark. 2018). Çalışmamızda kullanılan izolatın da doğal olarak bulaşık topraklarda denenmesi gerekmektedir. Ayrıca kullanılan izolatın, etmenle uzun süreli bulaşık toprakta her ne kadar etmene karşı yüksek derecede hassas çeşide ait bitkilerin gelişimi üzerine pozitif etkisi olsa da, çıkış öncesi ölüm üzerine yeterince etkili olmadığı görülmüştür. Bu nedenle antagonist izolatın orta derecede dayanıklı çeşitlerde ve etmenle çok bulaşık olmayan alanlarda uygulanması halinde daha yüksek etkilerin görülebileceği düşünülmektedir.

## 6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, antagonist fungus *T. harzianum*'un TRIC8 izolatu ile kaplanmış tohumlar buğdayda kök ve kök boğazı çürüklüğü etmeni *F. culmorum* ile bulaşık toprağa aynı gün, inokulasyondan 3 ve 5 gün sonra olmak üzere farklı zaman dilimlerinde ekilmiş, ekimden 15 gün sonra fide çıkış oranları belirlenmiş, 30 gün sonra ise fide gelişimi, çıkış öncesi ölüm, kök ve kök boğazı çürüklüğü şiddeti tespit edilmiştir. Ayrıca TRIC8 kaplanmış tohumlar toprağa ekildikten 3 ve 5 gün sonra *F. culmorum* ile toprak inokulasyonu yapılarak antagonist fungusun fide gelişimine etkisi incelenmiştir. Çalışmalarda *F. culmorum*'a karşı hassas olan çeşit Flamura 85 ve karşılaştırmak amacıyla Pyraclostrobin + Triticonazole etkili maddeli fungusit kullanılmıştır.

Çalışma sonucunda TRIC8 tek başına uygulandığında, fide gelişiminde herhangi bir olumsuzluk görülmemiştir. Patojenin inokulasyonundan 3 gün sonra TRIC8 uygulanmış tohumlardan gelişen bitkilerin sürgün uzunluğu, yaş ve kuru ağırlığı diğer uygulamalara göre önemli düzeyde yüksek olmuştur. Patojenin inokulasyonu ile aynı zamanda ve inokulasyondan 3 gün sonra TRIC8 uygulanan tohumlar ekildiğinde çıkış öncesi ölümler sırasıyla %54.55 ve %55.73 oranlarında azalmıştır. Kök ve kök boğazı çürüklüğü ise fungusit uygulaması ile aynı oranda olmuştur.

Buğday tohumunun ekiminden 3 ve 5 gün sonra *F. culmorum* toprağa bulaştırıldığında oldukça düşük oranda hastalık meydana gelmiştir. Bu durum bu tür çalışmalarda inokulasyonun önceden yapılmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır.

TRIC8 uygulanan tohumların patojen inokulasyonundan önce ekilmesi durumunda ise fide gelişiminde herhangi bir artış olmadığı görülmüştür. TRIC8 patojenin varlığında bitki gelişimini daha çok teşvik etmiştir. Bu bağlamda *F. culmorum*'un *T. harzianum*'un bitki gelişimi üzerine teşvik edici etkisi olabilecek metabolitlerinin oluşumunu teşvik etmiş olması olasıdır. Yapılacak diğer çalışmalarda bu mekanizmanın belirlenmesi faydalı olacaktır. Ayrıca

Çalışmamızda kullanılan antagonistin, hastalık etmenine karşı ruhsatlı fungusitlerin dūřuk dozları ile kombinasyonu halinde denenmesinde yarar bulunmaktadır.

TRIC8 ile tohum uygulaması üreticiye tavsiye edilmeden önce doğal olarak bulaşık topraklarda denenmelidir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar doğrultusunda, TRIC8 ile tohum uygulamalarının söz konusu patojene karşı orta düzeyde hassas çeşitlerin ve patojenle daha az bulaşık toprakların kullanılması ile daha etkili olabileceği dūřünölmektedir.

## 7. 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 fungusit uygulamalarının hastalık gelişimine etkileri. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Aktaş A, Bolat N, Keser M, İnce T (2000). Eskişehir ili 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.
- Al-Ani LKT, Albaayit SFA (2018). Antagonistic of some *Trichoderma* against *Fusarium oxysporum* sp. f. cubense Tropical Race 4 (FocTR4). The Eurasia Proceedings of Science, Engineering and Mathematics (EPSTEM), 2: 35-38.
- Anonim (2018a). International Grain Council. <https://www.igc.int/en/default.aspx/> (erişim tarihi: 18.12.2018).
- Anonim (2019a). Buğdayın eski çağlardaki önemi. <http://apelasyon.com/Yazi/410-gecmisten-gunumuze-bugday> (erişim tarihi: 09.04.2019).
- Anonim (2019b). TÜİK 2018 Buğday üretim verileri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (erişim tarihi: 15.04.2019).
- Anonim (2019c). 2017 yılı Hububat Sektör raporu, Toprak Mahsülleri Ofisi, 15 s.
- Anonim (2019d). *F.culmorum* kökboğaz bölgesinde hastalık belirtisi. [https://www.mindenpictures.com/search/preview/foot-rot-fusarium-culmorum-on-base-of-wheat-plant-several-fusarium-spp/0\\_80104725.html](https://www.mindenpictures.com/search/preview/foot-rot-fusarium-culmorum-on-base-of-wheat-plant-several-fusarium-spp/0_80104725.html) (erişim tarihi: 16.04.2019).
- AOSA (2004) Seedling evaluation handbook. Contribution No:35 to the handbook on seed testing. Association of Official Seed Analysts, p 123
- Araz A, Bayram ME, Babaroğlu EN (2009). Sakarya ilinde buğday çeşitlerinde kök ve kök boğazı hastalıklarına neden olan etmenlerin belirlenmesi. Bitki Koruma Bülteni, 49 (1): 31-43.
- Arıcı ŞE (2006). Somoklanal varyasyondan yararlanarak *in vitro* seleksiyonla buğday (*Triticum aestivum* L.)'da başak yanıklığına dayanıklı bitki elde edilmesi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana
- 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.
- Beccari G, Covarelli L, Nicholson P (2011). Infection processes and soft wheat response to root rot and crown rot caused by *Fusarium culmorum*. Plant Pathology, 60: 671-684.
- Boukaya N, Goudjal Y, Zamoum M, Chaabane Chaouch F, Sabaou N, Mathieu F, Zitouni A. (2018). Biocontrol and plant-growth-promoting capacities of actinobacterial strains from the Algerian Sahara and characterisation of *Streptosporangium becharensense* SG1 as a promising biocontrol agent. Biocontrol science and technology, 28(9): 858-873.

- Coşkuntuna A, Şabudak T, Özer N (2017). Occurrence of potential antifungal metabolites from seedling roots by biological control of sunflower downy mildew disease. Ecology 2017, Kayseri.
- Czaban J, Ksiezniak A, Perzynski A (2004). An attempt to protect winter wheat against *Fusarium culmorum* by the use of rhizobacteria *Pseudomonas fluorescens* and *Bacillus mycoides*. Polish Journal of Microbiology, 53(3): 175-182.
- Çiftçigil TH, Özer N, Şabudak T (2016). A preliminary study on control of sunflower downy mildew (*Plasmopara halstedii*) with culture filtrates of antagonistic fungi. 19<sup>th</sup> International Sunflower Conference, Edirne
- Davanlou M, Madsen AM, Madsen CH, Hockenhull J (1999). Parasitism of macroconidia, chlamydoconidia and hyphae of *Fusarium culmorum* by mycoparasitic *Pythium* species. Plant Pathology, 48: 352–359.
- Demirci (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.
- Dubos T, Pasquali M, Pogoda F, Hoffmann L, Beyer M (2011). Evidence for natural resistance towards trifloxystrobin in *Fusarium graminearum*. European Journal of Plant Pathology. 130, 239–248
- Dubos T, Pasquali M, Pogoda F, Hoffmann L, Beyer M (2013) Differences between the succinate dehydrogenase sequences of isopyrazam sensitive *Zymoseptoria tritici* and in sensitive *Fusarium graminearum* strains. Pesticide Biochemistry and Physiology. 105: 28-35.
- Erdurmuş D, Katircioğlu Y (2008). Buğdayda önemli kök ve kök boğazı hastalık etmenlerine karşı *Trichoderma harzianum*'un etkinliğinin araştırılması. Bitki Koruma Bülteni, 48(1): 37-48.
- Etheridge VJ (1997). Biological control of seedling blight of winter wheat caused by *Fusarium culmorum* and *Microdochium nivale*. Open University, Harper Adams Agricultural College, Ph.D. Thesis, 330 pp.
- Grosu AI, Sicuia OA, Dobre A, Voaideş C, Cornea CP (2015). Evaluation of some *Bacillus* spp. strains for the biocontrol of *Fusarium graminearum* and *F. culmorum* in wheat. Agriculture and Agricultural Science Procedia, 6: 559-566.
- Hazarhun G, Özer N (2016) Control of sunflower downy mildew *Plasmopara halstedii* with antagonistic fungi, Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences, 81: 91-97.
- Hekimhan H (2010). Trakya Bölgesinde buğdaylarda kök ve kök boğazı çürüklüğüne neden olan fungal etmenler ve patojenisitelerini etkileyen bazı faktörler üzerine araştırmalar. Doktora Tezi. Selcuk 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.



- Hermosa R, Belén Rubio M, Cardoza RE, Nicolás C, Monte E, Gutiérrez S (2013). The contribution of *Trichoderma* to balancing the costs of plant growth and defense. *International Microbiology* (2013) 16: 69-80
- Jaber LR (2018). Seed inoculation with endophytic fungal entomopathogens promotes plant growth and reduces crown and root rot (CRR) caused by *Fusarium culmorum* in wheat. *Planta*, 248(6): 1525-1535.
- Jensen B, Knudsen IM, Jensen DF (2000). Biological seed treatment of cereals with fresh and long-term stored formulations of *Clonostachys rosea*: Biocontrol efficacy against *Fusarium culmorum*. *European Journal of Plant Pathology*, 106(3): 233-242.
- Johansson PM, Johnsson L, Gerhardson B (2003). Suppression of wheat-seedling diseases caused by *Fusarium culmorum* and *Microdochium nivale* using bacterial seed treatment. *Plant Pathology*, 52: 219–227.
- Karman M (1971). Bitki Koruma Araştırmalarında Genel Bilgiler. Denemelerin Kuruluşu ve Değerlendirme Esasları. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Yayınları, Mesleki Kitaplar Serisi, 278 s.
- Keyser CA, Jensen B, Meyling NV (2016). Dual effects of *Metarhizium* spp. and *Clonostachys rosea* against an insect and a seed-borne pathogen in wheat. *Pest Management Science*, 72(3): 517-526.
- Khezri M, Ahmadzadeh M, Jouzani GS, Behboudi K, Ahangaran A, Mousivand M, Rahimian H (2011). Characterization of some biofilm-forming *Bacillus subtilis* strains and evaluation of their biocontrol potential against *Fusarium culmorum*. *Journal of Plant Pathology*, 93 (2): 373-382.
- 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.
- Knudsen IMB, Hockenhull J, Jensen DF (1995). Biocontrol of seedling diseases of barley and wheat caused by *Fusarium culmorum* and *Bipolaris sorokiniana* :effects of selected fungal antagonists on growth and yield components. *Plant Pathology*, 44: 467–477.
- 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, İstanbul/Turkey
- Li N, Alfiky A, Wang W, Islam Md, Nourollahi K, Liu X, Kang S (2018). Volatile compound-mediated recognition and inhibition between trichoderma biocontrol agents and *Fusarium oxysporum*. *Frontiers in Microbiology*, 9: Article 2614. Doi: 10.3389/fmicb.2018.02614.
- Lounaci L, Guemouri-Athmani S, Bouregghda H, Achouak W, Heulin T (2017). Suppression of crown and root rot of wheat by the rhizobacterium *Paenibacillus polymyxa*. *Phytopathologia Mediterranea*, 55(3): 355-365.
- Mayo S, Gutiérrez S, Malmierca MG, Lorenzana A, Campelo MP, Hermosa R, Casquero PA (2015). Influence of *Rhizoctonia solani* and *Trichoderma* spp. in growth of bean

- (*Phaseolus vulgaris* L.) and in the induction of plant defense-related genes. *Frontiers in Plant Science*, Article 685. Doi: 10.3389/fpls.2015.00685.
- Meral R, Saydan G. (2012). Tahıllardan etanol üretimi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(3): 61-68.
- Mnasri N, Chennaoui C, Gargouri S, Mhamdi R, Hessini K, Elkahoui S, Djébalı N (2017). Efficacy of some rhizospheric and endophytic bacteria in vitro and as seed coating for the control of *Fusarium culmorum* infecting durum wheat in Tunisia. *European Journal of Plant Pathology*, 147 (3): 501-515.
- Moradi M, Dehne HW, Steiner V, Oorke EC (2017). Improved procedure for mass inoculum production of *Fusarium* species in a short period of time. *Applied Entomology and Phytopathology*, 84 (2): 21-31.
- Moya-Elizondo EA; Jacobsen BJ 2016. Integrated management of *Fusarium* crown rot of wheat using fungicide seed treatment, cultivar resistance, and induction of systemic acquired resistance (SAR). *Biological Control*, 92: 153-163..
- Özer N (2011). Screening for fungal antagonists to control black mold disease and to induce the accumulation of antifungal compounds in onion after seed treatment, *Biocontrol*, 56: 237-247.
- Özer N, Arın L (2014). Evaluation of fungal antagonists to control black mold disease under field conditions and to induce the accumulation of antifungal compounds in onion following seed and set treatment. *Crop Protection*, 65: 21-28.
- Özer N, Koç M, Der B (2009). The sensitivity of *Aspergillus niger* and *Fusarium oxysporum* f sp *cepae* to fungistasis in onion growing soils. *Journal of Plant Pathology*, 91: 401-410.
- Özer N, Şabudak T, Çiftçigil TH, Evci G, Yılmaz MI (2017). Induction of potential antifungal root metabolites by biological control against sunflower downy mildew under field conditions. *Ecology 2017, Kayseri*.
- Sherm 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.
- Sukut F (2018). *Fusarium culmorum* ile enfekteli buğday tohumlarında fungusitlerin patojen üzerine etkisinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Sukut F, Köycü ND (2019). Effect of fungicide application on the sensitivity of *Fusarium culmorum*. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28: 1471-1479.
- Teperi E, Keskinen M, Ketoja E, Tahvonen R (1998). Screening for fungal antagonists of seed-borne *Fusarium culmorum* on wheat using in vivo tests. *European Journal of Plant Pathology*, 104 (3): 243-251.
- 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.

- Vinale F, Ghisalberti EL, Sivasithamparam K, Marra R, Ritieni A, Ferracane R, Woo S, Lorito M (2009). Factors affecting the production of *Trichoderma harzianum* secondary metabolites during the interaction with different plant pathogens Letters in Applied Microbiology, 48: 705-711.
- Wachowska U, Borowska J (2014). Antagonistic yeasts competes for iron with winter wheat stem base pathogens. Gesunde Pflanzen, 66 (4): 141-148.
- Wu X, Zhao R, Wang D, Bean SR, Seib PA, Tuinstra MR, Campbell M, O'Brien A (2006). Effects of amylose, corn protein, and corn fiber contents on production of ethanol from starch-rich media. Cereal Chemistry, 83(5): 569-575.
- 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, Türkiye.

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca değerli bilgilerini benimle paylaşan, kendisine ne zaman danışsam bana kıymetli zamanını ayırıp sabırla ve büyük bir ilgiyle bana faydalı olabilmek için elinden gelenden fazlasını sunan, her sorun yaşadığımda yanına çekinmeden gidebildiğim, güler yüzünü ve samimiyetini benden esirgemeyen her aşamada benim yanımda olup bilgi birikimini ve kıymetli deneyimlerini her zaman benimle paylaşan, bana yol gösteren, çalışmamın planlamasından hazırlanmasına kadar büyük destekleri ve yardımı olan, kullandığı her kelimenin hayatıma kattığı önemini asla unutmayacağım saygıdeğer danışman hocam Sayın Prof. Dr. Nuray ÖZER'e, çalışmamda kullandığım tohumların ve başka malzemelerin de temininde bana destek olan değerli dedem Mustafa TUNA ve kıymetli dayım Yasin TUNA'ya, sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimim süresince desteklerini esirgemeyen kıymetli amcam Özer ÖZDAMAR ve ailesine, pozitif destekleri için başta kıymetli arkadaşım Çağla ERDOĞAN'a sonrasında tüm arkadaşlarıma, ayrıca çalışma süresince tüm zorlukları benimle birlikte göğüsleyen ve hayatımın her evresinde bana destek olan ve inanan değerli ve kıymetli aileme teşekkür ederim.

## **ÖZGEÇMİŞ**

25.04.1993 yılında Kırklareli'nin Merkez ilçesinde doğdu. İlk ve orta öğrenimini Kırklareli'nde tamamladı. 2016 yılında Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma bölümünden mezun oldu. Orta seviye İngilizce ve başlangıç seviyesinde Fransızca bilgisine sahiptir.