

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI



TRİTİKALE ÇEŞİT VE ISLAH HATLARININ ÖNEMLİ KÖK
PATOJENLERİNE KARŞI DAYANIKLILIK DURUMLARININ
ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İLKER TOPAL

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Göksel ÖZER

BOLU, NİSAN - 2023

KABUL VE ONAY SAYFASI

İlker TOPAL tarafından hazırlanan “**TRİTİKALE ÇEŞİT VE ISLAH HATLARININ ÖNEMLİ KÖK PATOJENLERİNE KARŞI DAYANIKLILIK DURUMLARININ ARAŞTIRILMASI**” adlı tez çalışması jürimiz tarafından Bitki Koruma Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak oy birliği kabul edilmiştir. 19/04/2023

Jüri Üyeleri

Danışman
Prof. Dr. Göksel ÖZER
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Üye
Prof. Dr. M. Erhan GÖRE
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Üye
Prof. Dr. Harun BAYRAKTAR
Ankara Üniversitesi

İmza

.....

.....

.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Onayı

Prof.Dr. İbrahim KÜRTÜL
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Teze ilişkin 18/05/2023 tarihinde Turnitin adlı intihal tespit programından enstitü müdürlüğünce belirlenen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan benzerlik raporuna göre, tezin benzerlik oranı %19 olarak tespit edilmiştir.

.....
İLKER TOPAL

ÖZET

**TRİTİKALE ÇEŞİT VE ISLAH HATLARININ ÖNEMLİ KÖK
PATOJENLERİNE KARŞI DAYANIKLILIK DURUMLARININ
ARAŞTIRILMASI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
İLKER TOPAL
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. GÖKSEL ÖZER)
BOLU, NİSAN - 2023
XI+44**

Dünyada ve ülkemizde hububat yetiştiriciliğinde karşılaşılan en yaygın kök ve kök boğazı çürüklüğü etmenlerinden olan *Fusarium culmorum* ve *Bipolaris sorokiniana* önemli derecede ekonomik kayba sebep olmaktadır. Hububat alanlarında verim kayıplarına neden olan hastalıklarla mücadelede kimyasalların aşırı kullanımının önüne geçmek için daha çevreci olan hastalıklara dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesine yönelik ıslah çalışmaları stratejik olarak ön plana çıkmaktadır. Günümüzde insan ve hayvan beslenmesinde kullanım olanakları giderek artan tritikale, yağışı sınırlı olan ve marjinal toprak yapısına sahip alanların tarıma kazandırılması bakımından önemli bir bitkidir. Bu çalışma kapsamında, arazi çalışmalarından elde edilen *F. culmorum* ve *B. sorokiniana* izolatları Bahri Dağdaş UTAE tarafından yürütülen ulusal tritikale ıslah programından gelen 29 adet ileri kademe hattın ve 10 adet çeşidin etmenlere karşı duyarlılıkları tespit edilmiştir. *Bipolaris sorokiniana* izolatu ile gerçekleştirilen patojenisite testi sonucunda tritikale genotiplerinde tespit edilen hastalık oranı değerleri incelendiğinde 5 adet hat hassas, 14 adet hat ve Kinerit, Alperbey ve Karma 2000 çeşitleri orta duyarlı, 8 adet hat ve Tatlıcak 97, Mehmetbey, Mikham 2002, Okkan54, Özer, Ayşehanım ve Melez 2001 çeşitleri orta dayanıklı ve 2 adet hat ise dayanıklı bulunmuştur. *Fusarium culmorum* izolatu ile gerçekleştirilen patojenisite testi sonucunda tritikale genotiplerinde tespit edilen hastalık oranı değerlerine baktığımızda 7 adet hat hassas, 8 adet hat ve Karma 2000, Kinerit ve Özer çeşitleri orta duyarlı, 14 adet hat ve Tatlıcak 97, Mehmetbey, Mikham 2002, Okkan 54, Ayşehanım, Melez 2001 ve Alperbey çeşitleri orta dayanıklı bulunmuştur. Bu çalışmada elde edilen veriler, hastalık etmenlerinin sorun oluşturduğu alanlarda dayanıklı olarak kullanılabilecek çeşitlerin hangileri olduğunu belirlemenin yanı sıra hastalığın oluşum ve dayanıklılık mekanizmalarını inceleyenler için önemli göstergeler içermektedir. Ayrıca, dayanıklı çeşit ıslahı çalışmalarına da önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

ANAHTAR KELİMELEER: *Fusarium culmorum*, *Bipolaris sorokiniana*, tritikale, patojenisite

ABSTRACT

**INVESTIGATION OF RESISTANCE STATUS OF TRITICALE
CULTIVARS AND BREEDING LINES AGAINST IMPORTANT ROOT
PATHOGENS
MSC THESIS
İLKER TOPAL
BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY
INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES
DEPARTMENT OF PLANT PROTECTION
(SUPERVISOR: PROF. DR. GÖKSEL ÖZER
BOLU, APRIL 2023
XI+44**

Fusarium culmorum and *Bipolaris sorokiniana*, the most common root rot pathogens in cereals worldwide, cause significant economic losses. Breeding research to develop environmentally friendly and disease-resistant varieties is of strategic importance to avoid excessive use of chemicals to control diseases that reduce yields in cereal fields. Triticale is increasingly used in human and animal nutrition and is also an important crop for bringing areas with low rainfall and marginal soil structure into agriculture. In this study, *Fusarium culmorum* and *Bipolaris sorokiniana* isolates obtained from field studies were used to determine the susceptibility of 29 advanced lines and 10 cultivars from the national triticale breeding program of Bahri Dağdaş IARI. As a result of the pathogenicity test carried out with *Bipolaris sorokiniana* isolate, 5 lines were found susceptible, 14 lines and varieties Kinerit, Alperbey, and Karma 2000 were moderately susceptible, 8 lines and varieties Tatlıcak 97, Mehmetbey, Mikham 2002, Okkan54, Özer, Ayşehanım, and Melez 2001 were moderately resistant, and 2 lines were resistant. On the basis of the pathogenicity test conducted with *Fusarium culmorum* isolate, 7 lines were susceptible, 8 lines and varieties Karma 2000, Kinerit, and Özer were moderately susceptible, 14 lines and varieties Tatlıcak 97, Mehmetbey, Mikham 2002, Okkan 54, Ayşehanım, Melez 2001, and Alperbey were moderately resistant. The data obtained from this study will provide important indicators for those studying the mechanisms of disease occurrence and resistance and for determining which varieties can be used as resistant varieties in areas where pathogens are a problem. In addition, it is expected that it will make an important contribution to studies on the breeding of resistant varieties.

KEYWORDS: *Fusarium culmorum*, *Bipolaris sorokiniana*, triticale, pathogenicity

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
ETİK BEYAN.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLO LİSTESİ	viii
FOTOĞRAF LİSTESİ	ix
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ	x
TEŞEKKÜR	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1 Tritikalenin Tarihçesi	4
2.2 Tritikalenin Genel Özellikleri	6
2.3 Tritikalenin Ekim Alanı ve Üretimi	6
2.3.1 Tritikalenin Dünya’da Ekim Alanı ve Üretimi	6
2.3.2 Tritikalenin Türkiye’de Ekim Alanı ve Üretimi	7
2.4 Tritikalenin Kullanım Alanları	8
2.5 Tritikale Yetiştiriciliği	9
2.5.1 İklim İstekleri.....	9
2.5.2 Toprak İstekleri.....	9
2.5.3 Toprak Hazırlığı ve Ekim	9
2.5.4 Bakım.....	10
2.6 Tritikale Üretimini Etkileyen Faktörler	11
3. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	18
4. MATERYAL VE YÖNTEM.....	21
4.1 Materyal.....	21
4.2 Yöntem	22
4.2.1 Hastalıklı Bitki Dokusundan İzolasyon	22
4.2.2 İzolatlarının Morfolojik Karakterizasyonu	22
4.2.3 İzolatlarının Moleküler Karakterizasyonu	23
4.2.4 DNA Ekstraksiyonu	23
4.2.5 Çeşit Reaksiyon Çalışmaları	24
5. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	26
5.1 BULGULAR	26
5.1.1 Elde Edilen İzolatlar	26
5.1.2 Fungus Teşhisi	26
5.1.3 Çeşit Reaksiyon Testleri	29
5.2. TARTIŞMA.....	36
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	38
7. KAYNAKLAR.....	39

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1. Tritikalenin Dünyada yıllara göre ekilen arazi ve verim miktarı.....	7
Tablo 2. Tritikalenin Dünyada yıllara göre ekilen arazi ve verim miktarı.....	7
Tablo 3. Çalışmada kullanılacak tritikale hat ve çeşitleri.....	21
Tablo 4. Çalışmalarda kullanılacak primerlere ait DNA baz dizileri.....	26
Tablo 5. Genotip/çeşitlerin <i>B. sorokiniana</i> izolatına karşı reaksiyonları için tek yönlü ANOVA sonuçları	29
Tablo 6. Genotip/çeşitlerin <i>F. culmorum</i> izolatına karşı reaksiyonları için tek yönlü ANOVA sonuçları	29
Tablo 7. <i>B. sorokiniana</i> izolatı ile gerçekleştirilen patojenisite testi sonucunda tritikale hat ve çeşitlerinde tespit edilen hastalık oranı değerleri	31
Tablo 8. <i>F. culmorum</i> izolatı ile gerçekleştirilen patojenisite testi sonucunda tritikale hat ve çeşitlerinde tespit edilen hastalık oranı değerleri	32
Tablo 9. <i>F. culmorum</i> ve <i>B. sorokiniana</i> ya ait patojenisite testlerine ait ikili etki testi ANOVA tablosu	35

FOTOĞRAF LİSTESİ

Sayfa

Fotoğraf 1. Tritikale birtkisinden genel bir görüntü.....	4
Fotoğraf 2. Tritikale birtkisinden başak ve tohum görüntüsü.....	5
Fotoğraf 3. <i>Bipolaris sorokiniana</i> izolatlarının PDA ortamında kültür gelişimi....	27
Fotoğraf 4. <i>Bipolaris sorokiniana</i> izolatlarının konidileri.....	27
Fotoğraf 5. <i>Fusarium culmorum</i> izolatının makrokonidileri ve kültür fotoğrafı....	28
Fotoğraf 6. <i>Bipolaris sorokiniana</i> ve <i>Fusarium culmorum</i> etmeninin jel görüntüsü.....	28
Fotoğraf 7. Testlemesi yapılacak tritikalenin ekim görüntüsü.....	30
Fotoğraf 8. <i>Bipolaris sorokiniana</i> etmeninin sebep olduğu farklı şiddette kök boğazındaki belirtiler.....	30
Fotoğraf 9. <i>Fusarium culmorum</i> etmeninin sebep olduğu farklı şiddette kök boğazındaki belirtiler.....	30
Fotograf 10. <i>Fusarium culmorum</i> etmeninin sebep olduğu farklı şiddette kök boğazındaki belirtiler.....	31
Fotoğraf 11. Genotip ve Çeşitlere ait Ortalama skala değerlerinin etmenlere göre karşılaştırması	34

KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

%	: Percent
°C	: Degrees centigrade
BDUTAE	: Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü
CIMMYT	: International Maize and Wheat Improvement Center
Da	: Decare
DNA	: Deoxyribonucleic Acid
EDTA	: Ethylenediaminetetraacetic acid
HSD	: Honestly Significant Difference
FAO	: Food and Agriculture Organization of the United Nations
g / mg / µg / kg	: Gram, Miligram, Mikrogram, Kilogram
HCl	: Hydrochloric Acid
hl	: Hektolitre
L	: Liter
MgCl	: Magnesium dichloride
ml	: Mililiter
mm	: Milimeter
NaOCl	: Sodium hypochloride
ng	: Nanogram
PCR	: Polymerase Chain Reaction
PDA	: Potato Dextrose Agar
pH	: Potential of Hydrogen
r	: Correlation coefficient
RNA	: Ribonucleic Acid
SAS	: Statistical Analysis System
TAGEM	: Tarımsal Araştırmalar ve Politiklar Genel Müdürlüğü
TBVD	: Tritikale Bölge Verim Denemesi
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
Tween-20	: Polyoxyethylene (20) sorbitan monolaurate

TEŞEKKÜR

Eğitim dönemim boyunca tüm aşamalarda bana yol gösteren, bilgi ve tecrübelerini esirgemedi destek olan tez danışmanım Prof. Dr. Göksel ÖZER'e saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

BAİBÜ Bitki Koruma bölümü öğretim üyeleri Bölüm Başkanı Prof. Dr. Halil KÜTÜK'e, Prof. Dr. Mustafa İMREN'e ve tez jüri üyelerim Prof. Dr. M. Erhan GÖRE ve Prof. Dr. Harun BAYRAKTAR'a katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Lisansüstü çalışmamda desteklerini esirgemeyen Bahri Dağdaş UTAE Müdürü Dr. Fatih ÖZDEMİR'e, Müdür Yardımcısı Birol ERCAN'a sonsuz saygı ve şükranlarımı sunuyorum.

Lisansüstü tez aşaması boyunca bilgi paylaşımında bulunduğum ve her zaman desteğini hissettiğim Araştırma Görevlisi Fatih TEKİN ve Ziraat Mühendisi Tuğba BOZOĞLU'na teşekkürü bir borç bilirim.

En büyük destekçilerim olan sevgili aileme en içten teşekkürlerimi, sevgi ve saygılarımı sunarım.

1. GİRİŞ

Tahıl, insan diyetinin en eski bileşenlerinden birisidir. İnsan tüketimi için en önemli besin kaynağı olmaya devam etmektedirler. Tahıllar, Dünya'da tüm ekilebilir alanların %40'ını kaplar. Tüketilen besin enerjisinin %50'den fazlasını ve tüketilen proteinin %50'sini oluşturmaktadırlar (Daryanto vd., 2016).

Hızla artan nüfus ve dünya üzerindeki ekimi yapılabilen tarım arazilerinin giderek azalması, ileriki yıllarda besin kıtlığından dolayı muhtemel bir açlık probleminin çıkmasına sebep olacaktır. Başta dünya ve ülke nüfusunun temel besinini karşılayacak, sağlıklı ve yeterli oranda ürünü sağlayacak daha önce üretime katılamamış yeni arazilere ihtiyaç duyulmuştur. Bulunan bu yeni arazilerde değerlendirilirecek olan tritikale bitkisi için uzun süreli bilimsel çalışmalar yapılması elzem olmuştur (Bağcı ve Ekiz, 1993).

Tritikale (x *Triticosecale* Wittmack), bir dişi buğday ebeveyni (*Triticum* spp.) ile bir erkek çavdar ebeveyni (*Secale* spp.) arasındaki yapay bir türler arası melezdir. Tritikale'nin kökeni, İskoç botanikçi AS Wilson'ın buğday ve çavdar arasında ilk melezi yaptığı 1873 yılına dayanmaktadır.

Tritikale insan ve hayvan beslemesi için, yaygın olarak yetiştirilmektedir ve yüksek besin değerine sahiptir. Ayrıca tritikale, biyoetanol, katı biyoyakıt veya biyogaz üretiminde yenilenebilir enerji kaynağı olarak hizmet edebilir (McGoverin vd., 2011).

Tarımda verimi olumsuz etkileyen çevrenin fiziksel ve kimyasal faktörleri abiyotik stresler olarak tanımlanmaktadır. Abiyotik stresler; donma ve soğuğa dayanıklılık, toprak asitliği, tuzluluk veya alkalilik, alüminyum toksisitesi veya bor ve diğer mikro elementlerin fazlalığı ile ortaya çıkan mineral stresi, tahıllarda hasat öncesi filizlenmeye neden olan nem fazlalığı/eksikliği veya kuraklık, su basması ve mahsulün saplarının toprağa yatmasıdır.

Biyotik stres, bakteriler, virüsler, mantarlar, parazitler, faydalı ve zararlı böcekler, yabancı otlar ve ekili veya yerli bitkiler gibi diğer canlı organizmaların bitkilere verdiği zararın bir sonucu olarak ortaya çıkar.

Önlem alınmadığı yıllarda yaklaşık olarak %65 oranında verim kaybının bitki patojenleri tarafından meydana getirildiği bildirilmektedir. Bitkilerde ekonomik zarar oluşturan mikroorganizmaların %60-75'inin fungus ve bakterilerden, %10-15'inin virüs ve viroidlerden, %10'unun ise diğer canlılar ve çevresel faktörlerden kaynaklandığı yapılan çalışmalarda ortaya koyulmuştur (Agrios, 1997).

Biyolojik hastalık etmenleri içerisinde tahıllara en fazla hasar veren organizmalar fungal hastalık etmenleridir. Bu etmenlerden bazıları toprak altı kök ve aksamalarında hastalıklara neden olmaktadır. Bunlar içerisinde tahıl ekim alanlarında çok fazla sorun oluşturan etmenler: *Fusarium* spp., *Bipolaris* spp., *Septoria tritici* Desm., *Pyrenophora* spp., *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* J. Walker, *Rhizoctonia* spp. *Rhynchosporium secalis* (Oudem.) Davis ile pas ve külleme patojenleri olarak sıralanabilir (Saavedra vd., 1997; Turkington vd., 2002; Singh, 2017).

Yapılan çalışmada bitki artıklarının köklerinden izole edilerek tespit edilen en yaygın etmenlerin *Fusarium* spp. *Rhizoctonia solani*, *Bipolaris sorokiniana* olduğunu bildirilmiştir.

Tritikale'de hastalık yapan önemli bir patojen olan *B. sorokiniana*, yaygın kök çürüklüğüne ve kökte lekelenmeye neden olmaktadır. (Duczek vd., 1996; Liueroth vd., 1996). Bu fungus kışı, toprakta miselyum olarak veya tohum ile bitki kalıntıları veya konukçu bitkiler üzerinde konidia olarak geçirir. Sıcaklıklar arttığında, konidiler çimlenir ve genç fideleri enfekte eder. Fungus, yaprakları ve kökleri etkiler, bu da fidelerin ölümüne yol açabilir. Enfekte bitki dokusu üzerinde yeni konidiler üretilir ve rüzgâr ve yağmurla dağılarak ikincil inokulum görevi görür. Bu şekilde, bir büyüme sezonu boyunca birkaç enfeksiyon döngüsü üretilebilir ve epidemi potansiyelini artırabilir. 20°C ile 25°C arasındaki sıcaklıklar yaprak lekesi semptomlarını teşvik etmektedir. En yüksek verim kayıpları, enfeksiyon bayrak yaprağında veya bitkide başak oluşumu sırasında ortaya çıktığında görülmektedir. Patojen, dünyada tritikale yetiştirilen her yerde bulunmaktadır (Duczek vd., 1996; Liueroth vd., 1996; Arseniuk 2015). Hastalıkla mücadelede ilaçlı ve sertifikalı tohum kullanımı önerilmekte olup, münavebe yapılması önem arz etmektedir. Tritikalede görülen diğer önemli bir hastalık olan, *Fusarium culmorum*, tane verimi ve kalitesinde kayıplara neden olarak,

üreticilerinin ekonomik sürdürülebilirliğini tehdit etmeye devam etmektedir. Konukçu direnci, konukçu-patojen-fungisit etkileşiminde önemli bir rol oynamaktadır. Etmenin neden olduğu bu hastalık, çiçeklenme döneminden sonra buğdayın bir veya birden fazla başakçığının beyazlaşması veya vaktinden önce olgunlaşması ile tanınabilir. Başaklar süt olum evresine geldikten sonra hastalıklı başakların açık sarı bir renk alması, geri kalan sağlıklı başakların yeşil ve sağlıklı görünümde olması çok belirgin olarak hastalığın ayırt edilmesini sağlar. Enfekteli başakların kaidesinde ve devamında, açık pembe veya pembemsi renk meydana gelmesi ve fungusun misellerinin başağı sarmasıyla hastalık tipik bir hal alır. Bu renklenme yaz dönemindeki fungus sporlarının yoğunluğuyla ilgilidir. Şiddetli enfekte olmuş başaklardaki taneler grimsi-beyaz, pembemsi veya kırmızımsı renk alır. Hastalığın şiddetinin artmasında özellikle çiçeklenme dönemindeki yağışların etkisi büyüktür. Yapılan bir çalışmada, *F. culmorum* ile bulaştırılan triticales bitkisinde hastalıktan kaynaklı olarak %68 oranında bir verim kaybının olduğu bildirilmiştir (Kiecana vd., 1987). Bu nedenle, fungusit uygulaması ile dayanıklı çeşitlerin yetiştirilmesinin birleşik etkisi, yüksek hastalık şiddeti altında bile *F. culmorum*'un neden olduğu hasarı azaltabilir (Amarasinghea vd., 2013). Kimyasal tohum uygulamaları da *Fusarium* spp. tarafından tohum kaynaklı enfeksiyonların kontrolüne yardımcı olabilir.

Günümüze kadar yapılan bitki ıslah çalışmalarında elde edilen verim, hastalık ve kalite sonuçları kullanılarak geliştirilen birçok çeşit insanoğlunun faydasına sunulmuştur. Yine de tritikale konusunda öncelikle hastalık ve zararlılar olmak üzere bazı canlı ve cansız çevresel baskılara karşı dirençte henüz istenilen sonuç tam olarak elde edilememiştir.

Bu çalışma ile Bahri Dağdaş UTAE Müdürlüğünde devam etmekte olan ulusal tritikale ıslah çalışmalarına kullanılan ileri çıkmış hat ve çeşitlerin tahıllarda önemli hastalıklarından olan *F. culmorum* ve *B. sorokiniana*'ya karşı erken dönem hastalık tespiti yapılarak, göstermiş oldukları reaksiyonlar incelenmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Tritikalenin Tarihçesi

Marjinal koşullara uyabilmenin yanında, verim ve kalite açısından da tatmin edici bir bitki türü ortaya çıkarmayı amaçlayan çalışmalarda tritikalenin kökeni, İskoç botanikçi AS Wilson'ın buğday ve çavdar arasında ilk melezi yaptığı 1873 yılına dayanmaktadır. Ancak elde edilen bitkiler kısırdı ve daha fazla çoğalma mümkün değildi. Bugünün tanımına göre ilk 'gerçek' allopoliploid tritikale, 1888'de, kısmen verimli olan buğday ve çavdar arasında bir melez oluşturmayı başaran ünlü Alman bitki yetiştiricisi W. Rimpau tarafından yetiştirildi. Bu yeni tür üzerinde yapılan bu ilk çalışmalar sırasında, araştırmacılar canlı tohumlar elde etmek için bu kendiliğinden kromozomun ikiye katlanmasına bel bağladılar. Bir sonraki temel ilerleme, 1937'de botanikçilerin kolşisinin yeni oluşan hücrelerde kromozomları "ikiye katlayabildiğini" öğrendiğinde geldi. İn vitro embriyo kurtarma ve kolşisin ile çift kromozomlara kimyasal işlem uygulanması, canlı tohumların sistematik bir şekilde üretilmesini sağladı. O andan itibaren tritikaleyi verimli hale getirmek artık doğal şansa bağlı değildi (Oettler, 2005).



Fotoğraf 1. Tritikale bitkisinden genel bir görüntü

1950 ve 1960'lar boyunca, birkaç araştırmacı da tritikaleleri araştırıyordu. İspanya'da E. Sanchez-Monge, 1969'da üretim için piyasaya sürülen bir çeşit geliştirdi.

Tritikale ıslah programları 1960'larda Meksika (CIMMYT), Polonya ve Fransa'da, 1970'lerde ise Brezilya, Portekiz ve Avustralya'da başlatılmıştır (Oettler 2005; McGoverin vd., 2011). Bu ilk tritikaleler son derece besleyiciydi: taneleri buğdaydan çok daha fazla protein ve lizin (temel bir amino asit) içeriyordu. Bununla birlikte, düşük tane verimi, zayıf tohum tutumu, buruşmuş tane, barınmaya yol açan aşırı yükseklik, erken filizlenme ve düşük pişirme kalitesi dahil olmak üzere birçok agronomik eksiklikleri olduğunu kanıtladılar.

Bugün, iki tür ikincil hekzaploid tritikale, dünya çapında ticari olarak en çok yetiştirilen tritikaledir; çavdardan elde edilen yedi çift değişmemiş kromozomun tümünü taşıyan tam tritikaleler ve hekzaploid buğdaydan elde edilen D-genom kromozomları ile değiştirilmiş bir veya daha fazla çavdar kromozomuna sahip ikame edilmiştir (Fox vd., 1991). Tritikale çeşitlerinin dirençlerinin mevcut çavdar kromozomlarının sayısına bağlı olarak değiştiğine dair bazı kanıtlar vardır ve daha fazla sayıda çavdar kromozomuna sahip çeşitlerin daha fazla dirence sahip olduğu görülür (Mergoum vd., 2009).

Ülkemizde ise 1970'li yıllarda CIMMYT'ten sağlanan materyaller ile başlatılmış, Bakırçay adlı varyete için üretim izni alınmış ancak ilk tritikale çeşidi Bahri Dağdaş Milletlerarası Kışlık Hububat Araştırma Merkezi tarafından, 1997 yılında Tatlıcak 97 adıyla tescil ettirilmiştir. Bunu daha sonra Tacettinbey, Presto, Karma 2000, Melez 2001 ve Mikham 2002 çeşitleri izlemiştir.



Fotoğraf 2. Tritikale bitkisinden başak ve tohum görüntüsü

2.2 Tritikalenin Genel Özellikleri

Tritikale bitkisinin boyu yetiştirme koşullarına da bağlı olarak 110-120 cm arasında, başak renkleri ise fizyolojik olumda, çeşide göre açık sarıdan, kahverengiye kadar değişir. Dane; amber renkli, uzun orta büyüklükte ve unsu yapıdadır. Hazmolar protein ve lisin miktarı buğday ve arpadan daha yüksektir. Danede protein oranı % 12-14, hektolitre ağırlığı 70-75 kg/hl ve bin dane ağırlığı 34-39 g' dır. Erken hasat olumuna gelir. Dane dökmez, harman olma kabiliyeti iyidir. Problemlili alanlarda buğday ve arpa ancak 200-250 kg/da tane verimi verirken, tritikaleden 400 ile 500 kg/da arasında tane verimi alınmaktadır. Yaprak hastalıklarına tarla koşullarında toleranslıdır (Süzer, 2003).

Diğer tahıllar arasında, tritikale, insanın bir bitkiyi mümkün olan en geniş çevresel koşullar altında büyümeye ve iyi bir şekilde büyümeye ve ürün vermeye adapte etme mücadelesinin başarılı ve önde gelen bir örneği olarak görülmüştür. Çeşitli ortamlara uyum sağlama potansiyeli nedeniyle tritikalenin, tüm toprak türleri dâhil olmak üzere çok çeşitli topraklarda ve iklimsel ve diğer abiyotik stres koşullarında gayet iyi uyum sağladığı yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır.

2.3 Tritikalenin Ekim Alanı ve Üretimi

2.3.1 Tritikalenin Dünya’da Ekim Alanı ve Üretimi

2022 yılı FAO verilerine göre, Dünyada 3830794 ha alanda 14846162 ton tritikale üretilmekte ve 3876 kg/ha verim alınmaktadır. Dünyada üretilen tritikalenin %92 ‘si Avrupa kıtasında, %4 ‘ü Asya kıtasında, %2 ‘si Avustralya kıtasında, %2 ‘si Amerika kıtasında ve %0,2 ‘si Afrika kıtasındadır. Üretim miktarlarına göre en fazla tritikale üreten ülkelere baktığımızda; Polonya (5349 bin ton), Almanya (1908 bin ton), Fransa (1736 bin ton), Belarus (1667 bin ton), İspanya (787 bin ton), Çin (367 bin ton), Rusya (288 bin ton), Macaristan (277 bin ton), Avusturya (265 bin ton), Romanya (259 bin ton) olarak sıralanmaktadır.

Tablo 1. Tritikalenin Dünya’da yıllara göre ekilen arazi ve verim miktarı
(FAO, 2023)

Yıllar	Ekilen Alan (Hektar)	Verim (Kg/Ha)
2004	3627073	3926
2005	3826919	3478
2006	3661956	3220
2007	3723223	3256
2008	3888937	3661
2009	4307389	3636
2010	4003309	3432
2011	3847360	3523
2012	3638967	3751
2013	3807092	3799
2014	4123227	4118
2015	4270157	3829
2016	4076531	3738
2017	3853505	3869
2018	3632577	3392
2019	3811481	3678
2020	3824441	4011
2021	3830794	3876

2.3.2 Tritikalenin Türkiye’de Ekim Alanı ve Üretimi

Türkiye’de ise 930530 dekar alanda 227980 ton tritikale üretilmekte ve dekara verim ortalama 245 kg’dır. Türkiye genelinde 52 ilde tritikale üretimi yapılmakta olup, Çorum, Sivas, Denizli, Çankırı ve Uşak üretimde öne çıkan illerdir.

Tablo 2. Tritikalenin Türkiye’de yıllara göre ekilen arazi ve verim miktarı
(FAO, 2023)

Yıllar	Ekilen Alan (Hektar)	Verim (Kg/Ha)
2004	29680	3201
2005	31991	3439
2006	24111	3220
2007	27494	3145
2008	27391	3422
2009	28373	3479
2010	26844	3475
2011	29668	3499
2012	32227	3258

2013	35320	3341
2014	34885	3153
2015	37185	3362
2016	37621	3323
2017	45601	3289
2018	50280	3381
2019	64093	3356
2020	81091	3406
2021	93053	2450

2.4 Tritikalenin Kullanım Alanları

Tritikale tahıl, insan tüketimi için olduğu kadar hayvan besleme için de uygundur. Tritikale, ekmek yapımı ve diğer nişastalı ürünlerin üretimi için uygun olmasına rağmen, elverişsiz tane dokusu ve son kullanım kalitesinde yüksek bir varyasyona yol açan düşük taneli teknolojik pişirme kalitesi nedeniyle hala bir gıda ürünü olarak kabul edilmemektedir. İnsan tüketimine yönelik potansiyelini artırmak için öğütme ve ekmek yapma kalitesi yönlerinin iyileştirilmesi gerekmektedir (Oettler 2005; McGoverin vd., 2011). Ancak devam eden araştırmalar, tritikalenin insan tüketiminde kullanım potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir (Martinek vd., 2008).

Bununla birlikte, hayvan besleme için tritikale yaygın olarak yetiştirilmektedir ve çiftlik hayvanları için yüksek besin değerine sahiptir. Çavdardan daha fazla protein içerir. Ayrıca tritikale danesinin sindirilebilirliği arpaya göre daha yüksektir ve buğdaya benzemektedir. Ayrıca, tritikale proteininin besleyici değerinin, sınırlayıcı amino asitler lizin ve treoninin daha yüksek konsantrasyonları sayesinde buğday proteininden daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Ancak, tritikale çeşitleri arasında çok fazla varyasyon olduğu belirtilmelidir (Myer ve Lozano del Rio, 2004; Stallknecht vd., 1996). Bu özellikler, düşük girdili tarım sistemleri için tritikaleyi desteklemektedir. Tüm bitki yeşil olarak hasat edildiğinde yem olarak da kullanılabilir. Tritikale tek bir ürün olarak yetiştirilebilir veya baklagillerle karıştırılabilir (Dordas ve Lithourgidis, 2011) ve tüm bitki silajında veya çift amaçlı yem/tahıl olarak kullanılabilir (Delogu vd., 2002; Haesaert vd., 2002; Sarker vd., 2006; McGoverin vd., 2011). Ayrıca, modern tritikale çeşitleri, hayvanlar için altlık malzemesi olarak mükemmel şekilde uygun olup, yüksek miktarda su tutma kapasitene sahip olduğundan, yüksek kaliteli saman üretme için idealdir (Derycke vd., 2017). Ayrıca, triticales biyoetanol, katı biyoyakıt

veya biyogaz üretiminde yenilenebilir enerji kaynağı olarak hizmet edebilir (McGoverin vd., 2011).

2.5 Tritikale Yetiştiriciliği

2.5.1 İklim İstekleri

Tritikale bitkisi olumsuz iklim ve toprak koşullarında bile yüksek verime sahip bir bitkidir. Ülkemizde özellikle Kuzey Geçit, Batı Geçit ve Akdeniz bölgelerine daha iyi uyum sağlamıştır. Soğuk ve kurak şartlara dayanıklılığı fazladır.

2.5.2 Toprak İstekleri

Toprak bakımından fazla seçici olmayıp çavdar ve buğdayın yetiştiği iklim şartlarında yetişebilir. Tritikale bitkisi hemen her tür toprakta yetişmesine rağmen özellikle kıraç koşullarda buğdaya ve arpaya göre daha verimli olmaktadır. Tritikale yetersiz yağış alan kurak tarım alanlarına iyi uyum gösterir ve diğer tahıllara göre birim alandan daha yüksek dane verimi verir. Ayrıca tuzlu tarım alanlarında, bor fazlalığı olan arazilerde, molibden, çinko gibi mikro besin maddesi noksanlığı görülen tarlalarda ve bazı hastalıkların görüldüğü problemli tarım alanlarında buğday ve arpadan daha iyi sonuç vermektedir. Bu gibi problemli alanlarda buğday ve arpa 200–250 kg/da tane verimi verirken, tritikale 400–500 kg/da arasında dane verimi vermektedir.

2.5.3 Toprak Hazırlığı ve Ekim

Tritikale yetiştiriciliğinde toprak hazırlığı buğdayda olduğu gibidir. Azaltılmış toprak işlemesi ve sürdürülebilir tarım ilkeleri doğrultusunda pamuk, mısır, ayçiçeği, gibi yazlık ürünlerin hasadından sonra bitki artıkları tarlada iyice parçalanıp toprağa karıştırılır. Daha sonra 10–12 cm derinlikte yüzeysel işleme yapılarak iyi bir tohum yatağı hazırlanır. Gerek duyulursa tarla yüzeyi tırmık yardımıyla daha düzgün hâle getirilerek de tohum yatağı hazırlanabilir. Tritikale ekimi için tarla hazırlığı sonrası tritikale ekimi, İç Anadolu ve Trakya yöresinde ekim ayında, Akdeniz - Ege sahil kuşağı ve Güneydoğu Anadolu'da ise kasım ve aralık aylarında yapılabilir. Ekimin mibzer ile yapılması verimi artırıcı bir etkidir. Tritikalede ekim derinliğinin 5–6 cm olması idealdir. Mibzerle ekimde dekara 20 kg tohum atılması yeterli olmaktadır. Gerek duyulursa ekim öncesi tohumlar kimyasal ilaçlarla hastalıklara karşı ilaçlanmalıdır.

2.5.4 Bakım

Tritikale yetiştiriciliğinde başlıca bakım işlemleri gübreleme, sulama ve hastalık, zararlı ve yabancı otlarla mücadeledir.

2.5.4.1 Gübreleme

Tritikale tarımında gübreleme, diğer tahıllarda olduğu gibi toprak analizine göre yapılıyor. Genel olarak tritikalenin ihtiyaç duyduğu besin maddeleri ise fosfor ve azot olmaktadır. Fosforlu gübreler, ekimden önce veya ekimle birlikte, azotlu gübreler ise sulu ve kuru tarıma göre değişmektedir. Tritikale yetiştiriciliğinde kuru koşullarda dekara 12 kilogram saf azot gerekirken, sulu yetiştiricilikte dekar başına 14 kilogram saf azot olması arzu edilmektedir.

2.5.4.2 Sulama

Tritikale su ihtiyacı bakımından diğer serin iklim tahıllarına göre daha dayanıklıdır. Ekim sırasında toprakta tohumun çimlenmesi için yeterli toprak nemi yoksa tarla ekimden önce sulanmalı veya ekim toprak tavda iken yapılmalıdır. İyi bir verim almak için sulu alanlarda bitkiye sapa kalkma ve süt olum dönemlerinde su verilmesi verim açısından olumlu olmaktadır.

2.5.4.3 Hastalık, Zararlı ve Yabancı Otlarla Mücadele

Tritikalede görülen önemli hastalık ve zararlılara karşı yapılan mücadele buğday ve çavdarda olduğu gibi yapılmaktadır. Tritikale yetiştiriciliğinde görülen yabancı otlara karşı mücadele özellikle yabancı otların 2–4 yaprak olduğu dönemde yapılmalıdır. Bu dönemde yapılacak iyi bir mücadele ile yaklaşık % 20–30 oranında verim artışı sağlanabilir. Tritikale yetiştiriciliğinde yabancı ot mücadelesi buğday yetiştiriciliğinde uygulanan kültürel ve kimyasal mücadele yöntemleri ile aynı şekilde yapılmaktadır.

2.5.5 Hasat ve Harman

Tritikalede hasat zamanının iyi tespit edilmesi gereklidir. Aksi hâlde ürün kaybı artar ve ürünün kalitesi düşük olur. Erken hasat tanelerin buruşuk ve solgun olmasına neden olur. Geç hasatta ise çeşit özelliğine bağlı olarak başakta tane dökülmeleri, yağışa ve rüzgâra bağlı olarak bitkide yatmalar ve bazı çeşitlerde başaktaki tanede çimlenmeler görülebilir. Tritikale buğdayla yaklaşık aynı zamanda hasat olgunluğuna gelmekte ve hasadı yapılmaktadır.

2.6 Tritikale Üretimini Etkileyen Faktörler

2.6.1 Tritikale Abiyotik Stresler

Günümüzde çevresel stres altında cansız faktörlerin belirli koşullar altında canlı organizmalar üzerindeki olumsuz etkisini anlatmak için farklı durumlarda kullanılan çok amaçlı bir kelimedir. Bu durum biyolojide, tritikale organizmasının fizyolojik tepkisini üreten çevresel koşullara özel önem verilerek uygulanır. Tarımda verimi olumsuz etkileyen çevrenin fiziksel ve kimyasal faktörleri abiyotik stresler olarak tanımlanmaktadır.

Yüksek verim potansiyeline sahip ürün çeşitlerine dayalı modern tarımda, çevresel stres faktörlerine karşı direnç bitki yetiştiricilerinin sürekli olarak mücadele ettiği verim istikrarını sağlamak için bir ön koşuldur. Günümüzde, verimde istikrar geçmişte olduğu gibi daha ciddi bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Diğer tahıllar arasında, tritikale, insanın bir bitkiyi mümkün olan en geniş çevresel koşullar altında büyümeye ve ürün vermeye adapte etme mücadelesinin başarılı bir örneği olarak görünmektedir. Çeşitli ortamlara uyum sağlama potansiyeli nedeniyle tritikalenin, tüm toprak türleri dâhil olmak üzere iklimsel ve diğer abiyotik stres koşullarında gayet iyi uyum sağladığı kanıtlanmıştır.

Abiyotik stres söz konusu olduğunda, tritikalenin en sık şekilde mücadele etmesi gereken faktörler göz önünde bulundurulur; nötr, asidik, alkali ve tuzlu olarak sınıflandırılan topraklar, bitki besin elementi eksiklikler ve/veya toksisiteler, kuraklık, soğuk ve don koşulları, su basması, aşırı yağış ve havanın nemi, yatma ve parçalanmadır. Bazı yazarlar tarafından kuraklık, tuzluluk, soğuk, polietilen glikol, manitol veya sorbitol gibi bazı abiyotik stres faktörleri ozmotik stres olarak adlandırılır.

2.6.1.1 Toprakla İlgili Stres

Genel olarak, tritikale farklı toprak bölgelerinde yüksek verim sağlar ve koyu kahverengi ve ince siyah toprak bölgelerinde nispeten iyi performans gösterir. Ekmek ve makarnalık buğdaylar ile yapılan karşılaştırmalar, modern tritikale genotiplerinin, saplarının yere yatması önleildiğinde en verimli ekmeklik ve makarnalık buğdaylar kadar veya onlardan daha iyi verim verdiğini göstermiştir (Lozano del Río vd., 2004; Mergoum ve Gómez-Macpherson (2004). Tritikale, düşük pH'lı (asidik) ve yüksek pH'lı (alkali) topraklara karşı toleranslı olarak kabul edilir. Tritikale ayrıca bor fazlalığı olan topraklara karşı da dayanıklıdır.

Tuz toleransının genetik ve fizyolojik temellerinin, tahıllar ve bu tritikaleler dâhil olmak üzere çoğu mahsul türünde poligenik kontrol altında olduğu için iyi anlaşılmadığı kanısına varılmaktadır. Erişilebilir tuz toleransı gen kaynakları bulmak zordur. Tuzlu topraklar, fazla çözünür tuzları boşaltmak için gerekli yağış azlığı nedeniyle, esas olarak kurak ve yarı kurak alanlarda hâkimdir (Athar ve Ashraf, 2009).

Tuz stresi genellikle su potansiyelinin azalması, spesifik iyon toksisiteleri veya besin eksiklikleri nedeniyle biyokütle üretiminde bir azalmaya yol açar. Artan tuzluluk seviyeleri potasyum, kalsiyum ve magnezyum elementlerini azaltmıştır. Sodyum Klorürün arttırılmasıyla kök ve sürgün kuru ağırlığının büyük ölçüde azaldığı tespit edilmiştir; ancak tritikale dizileri, buğday genotiplerine kıyasla büyümede daha az azalma göstermiştir (Botes ve Marais, 2005; Hafsi vd., 2007; Koebner ve Martin, 1994; Shalaby vd., 1993).

2.6.1.2 Mineral Element Stresi

Toprak pH seviyelerinin makro ve mikro elementlerin mevcudiyetini etkilediği ve dolayısıyla bir bitkide mineral stresine neden olduğu vurgulanmaktadır. Toprak pH düzeyi, toprağın biyolojik ve kimyasal faaliyetlerine ve bitki gelişimine yaptığı olumlu ve olumsuz pek çok etkiden dolayı kritik öneme sahiptir. Asidik kumlu topraklar genellikle magnezyum ve kalsiyum bakımından düşüktür. Bu elementlerin her ikisi de yıkama ve bitki alımıyla tükendiğinden, hidrojen ve alüminyum iyonları daha yaygın hale gelir ve toprak her yıl daha asidik hale gelir. Literatürde, tritikalenin hafif asidik topraklar, toprak tuzluluğu ve artan konsantrasyonları ile bitkiler için daha toksik hale gelen toksik alüminyum iyonları ile iyi başa çıktığı görüşü hâkimdir (Rout vd., 2001).

Bununla birlikte, tolerans seviyesi nedeniyle tritikale, kök büyümesini ve tohum verimini engelleyen aşırı toksik alüminyum iyonlarının bulunduğu asit topraklarda sıklıkla yetiştirilir. Alüminyum iyonlarına toleranslı tritikale çeşitlerinin geliştirilmesi önemli bir ıslah hedefidir. Bununla birlikte, tritikalenin alüminyum toksisitesine genetik olarak iyileştirilmesi kolay bir iş değildir, çünkü toleransla ilgili genlerin kesin kromozomal konumu ve hibritte bu özelliğin ifadesi için buğday veya çavdar genomlarının çok önemli olup olmadığı hakkında çok az şey bilinmektedir.

Tahıl türleri arasında çavdar, topraktaki alüminyum stresine en toleranslı olarak kabul edilir (Aniol, 2004; Dinev ve Stancheva, 2008). Bununla birlikte, tritikale genotipleri, besin çözeltilisinde alüminyum toksisitesinin varlığında farklı tepki tolerans gösterir (Stass vd., 2008; Silva vd., 2014; Zhang vd., 2002). Çavdar kromozomları üzerindeki birkaç kantitatif karakter lokus özelliğinin fenotipik ifadesinde rol oynadığı görüldü ve çavdar genom faktörlerinin tritikaledeki alüminyum toleransından ağırlıklı olarak sorumlu olduğunu düşündürmektedir. Burada dikkat edilmelidir ki yüzey toprağındaki asitlik, tarımsal kireç uygulaması ile düzeltilebilir. Toprak altı katmanları asidik olduğunda, yüzey katmanının pH düzeltilmesi pek yardımcı olmayacaktır. Çünkü bitki kökleri, su ve besin kaynaklarına ulaşmak için asidik toprak altı katmanına nüfuz edemeyeceklerdir. Bu nedenle, asit topraklara ve toksik alüminyum seviyelerine karşı geliştirilmiş toleransa sahip genotipler, yalnızca bu soruna bir çözüm olabilir (Bates ve Johnston, 2013).

2.6.1.3 Kuraklık ve Isı Stresi

Kuraklık, dünyanın özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerinde mahsul verimliliğini azaltan tarım için ciddi bir sorundur. Dünyanın diğer bölgelerinde kuraklık stresinin tekrar tekrar ortaya çıkması ve bitki büyümesi ve üretkenliği için kötüleşen su koşulları, tritikale de dâhil olmak üzere mahsullerin sık sık su eksikliğine tepkileri üzerine yapılan araştırmaların sayısını artırmıştır.

Normal ve çeşitli kuraklık stresi koşullarında, ürün genotipleri arasında önemli farklılıklar gözlenmesine rağmen, tritikale genellikle buğdaydan daha iyi sonuç vermektedir (Fayaz ve Arzani 2011; Lonbani ve Arzani 2011). Yapılan çalışmalarda, tritikalenin kuraklık direnci mısır, ekmeklik buğday ve Tritipyrum ile karşılaştırılmıştır. Yaprak ozmotik ve su potansiyellerinin ve kuraklık duyarlılık indeksinin değerlendirilmesi, Tritipyrum türevi genotiplerin kuraklık direncinin ekmeklik buğday ve tritikaleden önemli ölçüde daha yüksek olduğunu göstermiştir (Shahriari vd., 2012). Diğer mahsul türleri ile karşılaştırıldığında, mısır toprak kuraklığına karşı hassastır ve tritikale orta derecede hassastır; Bununla birlikte, çalışılan tüm türler için kuraklık yanıtı için büyük tür içi değişkenlik rapor edilmiştir (Royo vd., 2000; Zhang vd., 2009; Grzesiak vd., 2012).

Giunta vd. (1992) tarafından belirtildiği gibi, tritikalenin kuraklığa daha fazla dayanıklılığı, çıkış tarihinin erken olmasına ve köklerinin topraktan su çekme kapasitesinin daha yüksek olmasına bağlanabilir. Toprağın su potansiyeline ek olarak, tritikale kök sisteminin toprağın fiziksel faktörlerinden de olumsuz etkilendiği belirtilmelidir. Toprak mekanik empedansı, esas olarak doğal süreçlerden ve toprak işleme için ağır makinelerin kullanılmasından kaynaklanır. Grzesiak (2009) tarafından rapor edilen veriler, tritikale yaprak alanının, sürgünlerin, köklerin kuru maddesinin ve sürgün/kök oranının artan toprak sıkışması ve hacimsel toprak su içeriği ile aşamalı olarak azaldığını göstermektedir. Bununla birlikte, bildirilen veriler, kuraklığa dayanıklı tritikale genotipleri için ıslahtaki ilerlemenin, tritikalenin kuraklık stresine tepkisinin fizyolojik ve genetik mekanizmalarının yanı sıra fiziksel toprak faktörlerinin daha fazla çalışılmasını gerektirdiğini göstermektedir.

2.6.1.4 Dona ve Soğuğa Dayanıklılık

Tritikale soğuğa ve dona karşı dayanıklılık konusunda yapılaran çalışmalara göre; dona dayanıklılık açısından tritikale genotiplerinin çoğunun kışlık buğdaydan çok daha iyi performansa sahip olduğunu göstermektedir (Arseniuk ve Walczewski 2014; Liu vd., 2014). Belirli test koşulları altında, tritikale dona dayanıklılık bakımından çavdar kadar iyidir. Çevresel koşullardan etkilendiği üzere, tritikale üreme dizileri arasında donma toleransında büyük bir değişkenlik de rapor edilmiştir. Soğuğa alışma kinetiğinin analizi ayrıca dona dayanıklı tritikale bitkilerinin duyarlı türlere göre daha hızlı sertleşme ve daha yavaş sertleşme sürecine sahip olduğunu göstermektedir (Limin vd., 1985; Hömmö ve Pulli 1993; Motsnyi vd., 2009; Rapacz vd., 2011).

Janeczko ve Rapacz (2002) olgun embriyolardan elde edilen tritikale kallus dokusunda hem dondurucu sıcaklıklara hem de eksojen absisik aside maruz kalmanın don direncinin gelişimi üzerinde uyarıcı bir etkiye sahip olduğunu bulmuşlardır.

2.6.1.5 Su Basması Stresi

Su basması, aşırı yağış veya sulamadan sonra suyun toprağa sızma olasılığı olmadan toprak yüzeyinde uzun süre kalmasıyla ortaya çıkan abiyotik bir stres faktörüdür. Bitki biyokütlesinin köklere tahsisini azaltır, bu da tüm bitki besin konsantrasyonunun orantılı olarak düşürülmesinden birim kök biyokütlesi başına

alımdaki artışla besin konsantrasyonunun korunmasına kadar değişen, mineral beslemede çeşitli değişikliklere neden olur. Su basmasına duyarlı topraklardan elde edilen verimlilik, drenaj ve su basmasına dayanıklı genotiplerin eklenmesiyle artırılabilir.

Bitkilerde su dengesinin korunması gerektiğinden bitkinin üst kısımlarının boyutları ile köklerin boyutları arasındaki ilişki kritiktir. Sürgün-kök oranının düşük değerlerinin bitkiler için, özellikle toprak su basması veya kuraklık dönemlerine maruz kalan bitkilerde daha avantajlı olduğuna inanılmaktadır. Su basması/kuraklık direnci mekanizması için bu ilişkinin önemi, ıslahçıların yeşil bitki parçalarının boyutları ile köklerin boyutları arasındaki ilişkileri optimize etmeye çalıştıkları dayanıklı genotiplerle yapılan ıslah çalışmalarında da gösterilmiştir (Yamauchi vd., 1996; Grzesiak vd., 2002).

Tritikale'nin su basmasına karşı dayanıklılık konusunda ekmeklik buğdaydan daha üstün olduğu kanıtlanmıştır (Singh vd., 2003).

2.6.1.6 Nem Stresi ve Hasat Öncesi Filizlenme

Hasattan önce başakta bulunan tanelerin erken çimlenmesi olarak ortaya çıkar. Bunun nedeni, tahıl zaten olgunlaşmışken, hasattan önce aşırı yağış ve yüksek nemdir. Tritikalede görülen belirtiler, tane şişmesi, tohum renginin değişmesi, tohum kabuğunun yarılması ve kök ve sürgünün çıkması olarak ortaya çıkar. Filizlenme, olgunlaşma ve hasat öncesi dönemdeki hava koşullarından etkilenir.

Buğday ve tritikale çeşitleri arasında, hasat öncesi filizlenmeye dayanıklılık açısından önemli farklılıklar olduğu bildirilmiştir (Haesaert ve De Baets, 1996; Bizova vd., 2011).

Alaru vd. (2008), fizyolojik olgunluktan sonra çekirdek çimlenme oranının %37'ye kadar çeşitlere bağlı olduğunu, ancak Ağustos ayındaki yağış miktarlarına bağlı olduğunu bildirmektedir.

2.6.1.7. Sapların Yatması ve Parçalanma

Ticari olarak başarılı olan ilk tritikale çeşidi olan Lasko, uzun bir sapa sahipti ve yatma direnci zayıftı. Araştırmacılar, yıllar içinde bu zayıflığı büyük ölçüde ortadan kaldırdı ve yeni çeşitler çoğunlukla daha kısa ve kabul edilebilir yatma direncine sahip olarak ortaya çıkmıştır. Modern tritikale çeşitleri genellikle hem yatmaya hem de kırılmaya karşı oldukça dirençlidir. Bununla birlikte, bazı

çeşitlerde sap olgunluğunda kırılğan olarak kabul edilir ve başakların hasat sırasında serbestçe harmanlamak yerine parçalara ayrılma eğilimi vardır. Yağışın az olduğu bölgelerde parçalanma da sorun olabilir. Tritikalenin yatması, aşırı yükseklik, yüksek nem ve yüksek kardeşlenme ve dane oluşturma oranları nedeniyle oluşmaktadır. Kısa boylu ve güçlü bitki sapı tritikalede yatma direncini artırmaktadır. Bitkide erkencilik, yatmaya yönelik bu eğilimi azaltıyor gibi görülmektedir (Maćkowiak vd., 2001; Maćkowiak 2003; Mergoum ve Gómez-Macpherson 2004; Banaszak vd., 2005; Roake vd., 2009; Bohle ve Coats 2011).

Genel olarak, tritikalenin yatmaya karşı oldukça dayanıklı olduğu düşünülmektedir ve bu da onu örtü bitkisi olarak yararlı bir tahıl haline getirmektedir (Sonogan, 2010).

2.6.2 Tritikale Biyotik Stresleri

Biyotik stres, bakteriler, virüsler, mantarlar, parazitler, faydalı ve zararlı böcekler, yabani otlar ve ekili veya yerli bitkiler gibi diğer canlı organizmaların bitkilere verdiği zararın bir sonucu olarak ortaya çıkar. Tritikalede hastalıklara karşı direnç, en önemli ve kalıcı avantajlarından biri olarak kabul edilmiştir. Tritikale yetiştirme alanının dünya çapında genişlemesi, mahsulü çeşitli stresli çevresel koşullara ve zararlı organizmalara maruz bırakmıştır. Tritikale, buğday ve çavdardan patojenlerini paylaşır, ancak tritikalenin, çavdardan daha çok buğday patojenlerini içerdiğine dair kanıtlar vardır. Tritikalenin tüm ticari ve agronomik değerlerine ek olarak, tritikale başta çavdardan buğdaya doğru olmak üzere çeşitli patojenlere ve zararlılara karşı direnç genlerinin transferinde köprü görevi görmektedir ve köprü olmaya da devam edecektir (Park vd., 1999).

2.6.2.1 Biyotrofik Fungal Patojenler

Biyotrofik fungal patojenler, tritikale ve diğer tahılları etkileyen fitopatojenik mantarların ikinci grubudur. Besinleri canlı hücrelerden alırlar ve bu nedenle konak canlılığını sürdürmeleri gerekir. *Blumeria graminis* f. sp. *tritici*, *Erysiphe graminis* ve *Puccinia* spp.'nin ait olduğu biyotrofik fungal patojenler, öncelikle tritikalenin yapraklarını, yaprak kılıflarını ve gövdelerini ve bazen de başaklarını etkiler.

2.6.2.2 Hemibiyotrofik Fungal Patojenler

Tritikale ve diğer tahıllarda hastalıkları kışkırtan üçüncü grup mantarlar, erken biyotrofik fazdan sonraki hastalık aşamalarında nekrotrofiye geçiş yapan her

iki besin alma biçimini sergileyen hemibiyotroflara aittir. Biyotrofik veya nekrotrofik fazın süresi, hemibiyotrofik patojenler arasında önemli ölçüde değişir.

Tilletia cinsinden mantarlar, Ustilaginales takımına ait basidiomycetous bitki patojenleridir. Bu cinsin üç türü, tritikale ve diğer tahıllarda yaygın olarak bulunur. Bunlar *T. controversa*, *T. tritici*, ve *T. foetida* 'dır.

2.6.2.3 Bakteriyel Patojenler

Araştırmalar, tritikalenin dört patovarlı iki bakteriyel patojen türüne sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bunlar, başakta kavuz çürüklüğüne sebep olan *Pseudomonas syringae* f sp *atrofaciens*; *P.s.* pv *syringae*, bakteriyel yaprak yanıklığının sebep olan etmen; *Xanthomonas campestris* pv *undulosa*, bakteriyel leke hastalığına sebep olan etmen; *X.c.* pv *translucens* 'dir.

2.6.2.4 Virüsler, Virüs Benzeri Ajanlar, Akarlar ve Nematodlar

Literatürde, tritikalede hastalıklara neden olan virüsler hakkında bir dizi rapor sunulmaktadır. Virüsler arasında arpa sarı cücelik virüsü (BYDV), arpa sarı mozaik virüsü (BYMV), brom mozaik virüsü (BMV), alev klorozu, buğday çizgili mozaik virüsü (WSMV) ve toprak kaynaklı buğday mozaik virüsü (SBWMV) bulunur.

Tritikale üzerinde yapılan çalışmalarda rapor edilen nematodlar bakıldığında; kök ur nematodları, *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* (İbrahim vd., 1993); kök lezyon nematodları: *Pratylenchus brachyurus*, *P. abuseus*, *P. thornei* (Lawn ve Sayre 1992; Vanstone vd., 1996; Taylor vd., 2000); tahıl kist nematodları: *Heterodera avenae*, *H. glycines*, *H. latipons* (Asiedu vd., 1990; Dundas vd., 2001); ve reniform nematodlar, *Rotylenchulus reniformis* (Taylor vd., 2000; Gardiano vd., 2013) gözlemlendiğini bildirmiştir.

3. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Önlem alınmadığı yıllarda yaklaşık olarak %65 oranında verim kaybının bitki patojenleri tarafından meydana getirildiği bildirilmektedir (Agrios, 1997).

Bitkiye zarar veren mikroorganizmaların %60–75 oranında funguslar ve bakterilerin neden olduğu, %10–15 civarında virüsler ve viroidler neden olduğu, %10 oranında ise canlı ve cansız faktörlerin sebep olduğunu yapılan çalışmalarda bizlere gösterilmektedir (Agrios, 1997).

Biyolojik hastalık etmenleri içerisinde tahıllara en fazla hasar veren fungal hastalık etmenleridir. Bu etmenlerden bazıları toprak altı kök ve aksamlarında hastalıklara neden olmaktadır. Bunlar içerisinde tahıllarda ekim alanlarında çok fazla sorun oluşturan etmenler: *Fusarium* spp., *Bipolaris* spp., *Septoria tritici* Desm., *Pyrenophora* spp., *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* J. Walker, *Rhizoctonia* spp. *Rhynchosporium secalis* ile pas ve külleme patojenleri olarak sıralanabilir (Saavedra vd., 1997; Turkington vd., 2002; Singh, 2017).

Kuru tarım alanlardaki kök ve kökboğazı hastalıkları için kurulan denemelerde kök ve kök boğazı hastalık etmenlerine karşı bulaştırılan ve bulaşma yapılmayan materyallerin belirtileri karşılaştırılmalı değerlendirme yapılmıştır. İç Anadolu Platosu'nda yapılan süveyden toplanan yaklaşık 500'e yakın bitki numunesinde, susuz şartlardaki hastalık etmeninin *F. culmorum* olduğu bildirilmiştir. Hastalığın farklı bitki türlerindeki patojenisitelerine bakıldığında hastalık oranı en az tritikale de en fazla makarnalık buğdayda gerçekleşmiştir (Nicol vd., 2003).

Karşılaştırmalı bir çalışmada, (Góral, 2006; Góral 2009) *F. culmorum* tarafından enfekte edilen kışlık tritikale hatlarının buğday hatlarına göre iki kat daha az semptom şiddetine sahip olduğunu bulmuştur. *F. culmorum*'a karşı dirençleri bakımından önemli ölçüde farklılık göstermişlerdir. *F. culmorum*'a karşı reaksiyonun geniş değişkenliği Alman ıslah popülasyonlarında da gözlenmiştir (Maier ve Oettler 1996; Oettler ve Wahle 2001; Oettler vd., 2004).

Konya'da 2000-2003 yılları arasında yapılan çalışmada kullanılan hububat gruplarının verim kayıpları; makarnalık buğday materyalinde %42, ekmeklik buğday çeşitlerinde %24, tritikale çeşitlerinde %18 ve arpa çeşitlerinde %12 olarak gerçekleşmiştir (Hekimhan vd., 2005).

Yapılan bir çalışmada, *F. culmorum* ile bulaştırılan triticales bitkisinde hastalıktan kaynaklı olarak %68 oranında bir verim kaybının olduğu bildirilmiştir (Kiecana vd., 1987).

Başak yanıklığı hastalığının tane ağırlığı üzerindeki etkisi incelemek amacı ile tritikale ıslah hatları üzerinde yapılan bir çalışmada oluşan verim kaybının %26–74 arasında değiştiği belirlenmiştir (Dormann ve Oettler, 1993).

Etmen *B. sorokiniana* hububat ve çimenlerde hem toprak altında hem de toprak üstündeki kısımlarda hastalıklara neden olmaktadır. Bu hastalıklar içerisinde noktalı yaprak lekesi, adi kök çürüklüğü, tohumda kara nokta, başak yanıklığı ve fide yanıklığı en yaygın olanlarıdır (Bakonyi vd., 1997).

İncelenen literatürden, *Fusarium*'un tritikale üzerinde çok yaygın olduğu ve bu mantar türünün neden olduğu hastalıkların tritikale yetiştirilen tüm bölgelerde görüldüğü sonucuna varılmaktadır (Arseniuk, 1996).

Karşılaştırmalı bir çalışmada, *F. culmorum* tarafından enfekte edilen kışlık tritikale hatlarının buğday hatlarına göre iki kat daha az semptom şiddetine sahip olduğunu bulmuştur. *F. Culmorum*'a karşı dirençleri bakımından önemli ölçüde farklılık göstermişlerdir (Oettler vd., 2000).

Bipolaris sorokiniana saprofittir ve öncelikle kalın duvarlı konidiler şeklinde hayatta kalır. Eşeyssel evre hastalık döngüsünde önemli değildir. Patojen hem dıştan konidi olarak hem de içten miselyum olarak tohumlarda, ayrıca enfekte olmuş ürün artıklarında, geçici bitkilerde, ikincil konukçularda ve topraktaki serbest dormant konidilerde varlığını sürdürür (Reis, 1991). Bununla birlikte, enfekte tohumun birincil inokulum kaynağı olarak rolü önemli görünmektedir ve yaprak yanıklığı patojenlerinin ana inokulum kaynağıdır. Hastalıklı tohumların çimlenmesiyle birlikte, etken organizmanın kalıcı organları aktif hale gelir. Dört saat içinde tamamen çimlenir ve ardından sekiz saat sonra epidermal hücre duvarının birleştiği yerde apressoria oluşur ve başlangıçta enfekte olan hücrelerden hifler 24 saat içinde komşu hücrelere girer ve bu da konukçu sitoplazmasının granülerleşmesine neden olur. Daha sonra fungus %87'ye varan bir etkinlikle plumüllere ve koleoptil uçlarına bulaşır (Reis ve Forcelini 1993). Semptomların maksimum gelişimi, yapraklar 18 saatten fazla ıslak kaldığında ve ortalama sıcaklık 18°C'den yüksek olduğunda ortaya çıkar (Couture ve Sutton, 1978).

Tahıllar, *F. culmorum*'a karşı bitkinin tüm evrelerinde hastalığa yakalanabilmektedirler. Hastalık oluşumu için en uygun zaman, anterlerin çıktığı çiçeklenme döneminde ortam neminin yüksek olduğu koşullarında olmaktadır. Bitki üzerinde bulunan üst organlarda küçük kahverengi lekeler enfeksiyondan sonra görülmektedir. Renkte meydana gelen değişiklikler enfeksiyonun ilerlemesiyle oluşur. Hasta bitki başakları miselyumlarla kaplandıktan sonra gelişim geriliğinden dolayı daneler buruşuk kalır ve beyaz veya pembeye çalan renkte bir görüntü verirler (Parry vd., 1995).



4. MATERİYAL VE YÖNTEM

4.1 Materyal

Bu çalışmanın ana materyallerini, Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM)'ne bağlı Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden elde edilmiş olan ileri kademe 29 tritikale genotipi ve Alperbey, Tatlıcak 97 , Melez 2001, Özer ve Mikham 2002 çeşitleri, Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne ait olan Karma 2000 çeşidi, Mısır Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne ait Okkan 54 çeşidi, Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü ait olan Mehmetbey ve Ayşehanım çeşitleri ile özel sektörde bulunan Kinerit tritikale çeşidi araştırma materyalini oluşturmaktadır (Tablo 3).

Bipolaris sorokiniana ve *F. culmorum* izolatları ise Bahri Dağdaş UTAE Müdürlüğü'nün deneme parsellerindeki hastalıklı bitkilerden elde edilmiştir.

Tablo 3. Çalışmada kullanılan tritikale hat ve çeşitler.

No	Çeşit/Hat	Temin Edilen Enstitü	Ekiliş Tipi	Tescil Tarihi
1	TBVDH/1	Bahri Dağdaş Uluslararası TAE (Konya)	-	-
2	TBVDH/2	Bahri Dağdaş Uluslararası TAE (Konya)	-	-
3	TBVDH/3	Bahri Dağdaş Uluslararası TAE (Konya)	-	-
4	TBVDH/4	Bahri Dağdaş Uluslararası TAE (Konya)	-	-
5	TBVDH/5	Bahri Dağdaş Uluslararası TAE (Konya)	-	-
6	TBVDH/6	Bahri Dağdaş Uluslararası TAE (Konya)	-	-
7	TBVDH/7	Bahri Dağdaş Uluslararası TAE (Konya)	-	-
8	TBVDH/8	Bahri Dağdaş Uluslararası TAE (Konya)	-	-
9	TBVDH/9	Bahri Dağdaş Uluslararası TAE (Konya)	-	-
10	TBVDH/10	Bahri Dağdaş Uluslararası TAE (Konya)	-	-
11	TBVDH/11	Bahri Dağdaş Uluslararası TAE (Konya)	-	-
12	TBVDH/12	Bahri Dağdaş Uluslararası TAE (Konya)	-	-
13	TBVDH/13	Bahri Dağdaş Uluslararası TAE (Konya)	-	-
14	TBVDH/14	Bahri Dağdaş Uluslararası TAE (Konya)	-	-
15	TBVDH/15	Bahri Dağdaş Uluslararası TAE (Konya)	-	-
16	TBVDH/16	Bahri Dağdaş Uluslararası TAE (Konya)	-	-
17	TBVDH/17	Bahri Dağdaş Uluslararası TAE (Konya)	-	-
18	TBVDH/18	Bahri Dağdaş Uluslararası TAE (Konya)	-	-
19	TBVDH/19	Bahri Dağdaş Uluslararası TAE (Konya)	-	-
20	TBVDH/20	Bahri Dağdaş Uluslararası TAE (Konya)	-	-
21	TBVDH/21	Bahri Dağdaş Uluslararası TAE (Konya)	-	-
22	TBVDH/22	Bahri Dağdaş Uluslararası TAE (Konya)	-	-
23	TBVDH/23	Bahri Dağdaş Uluslararası TAE (Konya)	-	-
24	TBVDH/24	Bahri Dağdaş Uluslararası TAE (Konya)	-	-
25	TBVDH/25	Bahri Dağdaş Uluslararası TAE (Konya)	-	-

26	TBVDH/26	Bahri Dağdaş Uluslararası TAE (Konya)	-	-
27	TBVDH/27	Bahri Dağdaş Uluslararası TAE (Konya)	-	-
28	TBVDH/28	Bahri Dağdaş Uluslararası TAE (Konya)	-	-
29	TBVDH/29	Bahri Dağdaş Uluslararası TAE (Konya)	-	-
30	Alperbey	Bahri Dağdaş Uluslararası TAE (Konya)	Kışlık	2010
31	Tatlıcak-97	Bahri Dağdaş Uluslararası TAE (Konya)	Kışlık	1997
32	Melez 2001	Bahri Dağdaş Uluslararası TAE (Konya)	Kışlık	2001
33	Özer	Bahri Dağdaş Uluslararası TAE (Konya)	Alternatif	2018
34	Mikham 2002	Bahri Dağdaş Uluslararası TAE (Konya)	Kışlık	2002
35	Karma 2000	Geçit Kuşağı TAE (Eskişehir)	Kışlık	2000
36	Okkan 54	Mısır Araştırma Enstitüsü (Sakarya)	Alternatif	2022
37	Mehmetbey	Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı TAE (Kahramanmaraş)	Yazlık	2012
39	Ayşehanım	Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı TAE (Kahramanmaraş)	Yazlık	2012
39	Kinerit	Mutlu Tohum (Konya)	Kışlık	2019

4.2 Yöntem

4.2.1 Hastalıklı Bitki Dokusundan İzolasyon

Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nün deneme tarlalarındaki hastalık belirtisi gösteren tritikale bitkilerinin kök ve kök üstü kısımlarından izolasyon yapılmıştır. Bu amaçla hastalıklı ve sağlıklı dokuyu içeren bitki kısımları 0.2-0.5 cm boyunda kesilmiştir. Kesilen bu bitki parçaları yüzeysel dezenfeksiyon amacıyla %1' lik sodyumhipoklorür'de (NaOCl) 2 dakika tutulacak ve bunu takiben 3 seri steril saf sudan geçirilmiştir. Daha sonra steril filtre kağıtları arasında kurutularak %1,5 su agarı ortamı içeren petri kaplarına 4' er adet olacak şekilde konulmuştur. Bu petri kapları 23±1 °C' de karanlık periyot içeren inkübasyon odasında birkaç gün süreyle geliştirilmiştir. Daha sonra *Bipolaris* ve *Fusarium* benzeri gelişme gösteren fungusların hif uçlarından binoküler altında alınarak patates dekstroze agar (PDA: Merck, Darmstadt, Almanya) ortamına aktarılmıştır. İzolasyonlar sonucunda üçer adet saf kültür elde edilmiş olup, bu izolatlar içerisinde birer adet *Bipolaris* ve *Fusarium* izolatının morfolojik ve moleküler karakterizasyonu gerçekleştirilmiştir.

4.2.2 İzolatlarının Morfolojik Karakterizasyonu

Çalışmada kullanılan fungal izolatlardan *Bipolaris* benzeri gelişim gösteren izolatın morfolojik karakterizasyonu Sivanesen (1987)'ye göre *Fusarium* benzeri gelişim gösteren izolatın morfolojik karakterizasyonu ise Leslie and Summerell (2008)'e göre gerçekleştirilmiştir.

4.2.3 İzolatlarının Moleküler Karakterizasyonu

Morfolojik olarak *B. sorokiniana* ve *F. culmorum* izolatlarının teşhisi için spesifik primer kullanılmıştır.

4.2.4 DNA Ekstraksiyonu

DNA izolasyonu için *Bipolaris* ve *Fusarium* izolatları PDA besiyerinde 25 °C'de 7 gün süreyle inkübe edilmiştir. Agar yüzeyinden yaklaşık 100 mg konidi içeren miselyum kazınmıştır ve 2 ml'lik Eppendorf tüplerine aktarılmıştır. DNA izolasyonu, DNeasy Blood and Tissue kiti (Qiagen, Cat No./ID; 69504, Hilden, Almanya) yönergelerine göre gerçekleştirilmiştir. Elde edilen DNA'lar DS-11 FX+ spektrofotometre (Denovix Inc., Wilmington, DE, ABD) ile ölçülmüştür ve 5 ng/μl'ye seyreltilmiştir. DNA şablonları kullanılana kadar -20°C'de saklanmıştır.

Elde edilen DNA'lardan PCR temelli analiz yöntemleri için öncelikle spesifik primerlerin dizayn edilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda *B. sorokiniana*'nın hızlı teşhisine olanak veren ve türe spesifik COSA_F/R Matusinsky vd. (2010) primer seti kullanılmıştır. *F. culmorum*'un hızlı teşhisine olanak veren ve türe spesifik primer FcOIF/FcOIR Nicholson vd. (1998) kullanılmıştır.

PCR amplifikasyonları bir T100 model thermal cycler'da (Bio-Rad, Hercules, CA, ABD) gerçekleştirilmiştir. PCR reaksiyonları, 1×PCR reaksiyon tamponu, her bir dNTP'den 0.2 mM, 2mM MgCl₂, her bir primerden 0.4 μM, 1.25 ünite *Taq* DNA Polimeraz (New England Biolabs, Beverly, MA, ABD) ve 510 ng örnek DNA'sı içerecek şekilde 15 μl'lik bir reaksiyon karışımında gerçekleştirilmiştir.

PCR ürünleri 1× TAE tampon solüsyonunda %1.4'lük agaroz jel içerisinde elektroforetik ayırma tabi tutulmuştur. 1×TAE tampon solüsyonu ve Prona agaroz (BIOMAX, Ardoz-Madrid, İspanya) karışımı mikrodalgada homojen kıvama gelene kadar çözündürülmüştür. Homojen çözelti 50 °C'ye kadar soğutularak jel tepsisine dökülmüş ve taraklar kullanılarak kuyucuklar elde edilmiştir. Hazırlanan agaroz jeldeki kuyucuklara amplifiye edilen PCR ürünlerinden 10 μl alınarak 6× yürüme boyası eklenerek yüklenmiş ve 90 dakika 120-volt elektriksel alanda yürütülmüştür. Örneklerin büyüklükleri hesaplamak için markör olarak GeneRuler 100 bp+ DNA ladder (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, ABD) kullanılmıştır. Agaroz jel süre sonunda etidyum bromit ile boyanarak ürünlerin

varlığı bir jel görüntüleme sisteminde (G: BOX F3, Syngene, İngiltere) kontrol edilmiştir.

4.2.5 Çeşit Reaksiyon Çalışmaları

Bipolaris sorokiniana, patojenitesini test etmek için izolatlar PDA içeren 9 cm Petri kaplarında geliştirilmiş ve sporülasyon sağlamak için karanlıkta 23 °C'de 10 gün inkübe edilmiştir.

Fusarium culmorum izolatının inokulum hazırlığı için, izolat ilk önce sürekli karanlıkta ve 23±1 °C'de PDA ortamında bir hafta süre ile gelişmeye bırakılmıştır. İnokulum miktarını artırmak için 200 g buğday kepeği ısıya dayanıklı polyester torbalar (fırın torbası) içerisinde nemlendirilerek ardışık günlerde iki kere steril edilmiş ve gelişen kültürlerden alınan 10 mm'lik agar diskleri (5-10 adet) ile bulaştırılmıştır. Torbaların ağızları steril pamukla kapatılarak 15 gün boyunca 23±1 °C ve sürekli karanlıkta inkübasyona bırakılmış ve her iki günde bir homojenliğini sağlamak için poşetler hafifçe ters düz edilerek kepek karıştırılmıştır. Süre sonunda kepeğin fazla nemi uzaklaştırılmış ve çeşit reaksiyon çalışmalarına kadar 4 °C'de saklanmıştır.

Çalışmalar için tohumlar öncelikle %1'lik NaOCl çözeltisinde 1 dakika süreyle yüzey dezenfeksiyonuna tabi tutulmuş ve ardından 3 seri saf su ile durulanarak patojenisite çalışmaları için 17 cm yüksekliğinde ve 9 cm çapındaki saksılara 10'er tohum olacak şekilde ekilmiştir. Bir hafta sonra saksı başına bitki sayısı 5'e düşürülecek şekilde seyreltme işlemi yapılmıştır. Her izolat için 2 saksı tekerrür olarak kullanılmış olup 2 saksıda herhangi bir uygulama yapılmadan kontrol olarak bırakılmıştır.

Bipolaris sorokiniana, test etmek için, her bir izolatın konidial süspansiyonu kullanılarak saksı karışımı substratına enjekte edilmiştir. Gram başına 250 konidia yoğunluğu uygulanmıştır. Kontrol muamelesi, steril buğday tanelerinden oluşmaktadır. Tüm deneyler iki kez yapılmıştır. Her bitkinin sonunda, köklerinden sökülüştür ve toprak kalıntılarını uzaklaştırmak için yıkanmıştır.

Fusarium culmorum, inokulumu hazırlamak için kepekte geliştirilen karışımdan 10⁶ konidi/ml olacak şekilde 10 ml inokulasyon süspansiyonu hazırlanacaktır. Bu süspansiyon bitkilere 1000 mikrolitre olacak şekilde kök boğazına inoküle edilecektir. Kontrol bitkiler ise steril su uygulanacaktır.

Bitkiler 7 hafta boyunca 24 C °de 12 saatlik bir fotoperiyot ile bir bitki yetiştirme odalarında bekletilmiştir. Yaygın kök çürüklüğü semptomları Wildermuth ve McNamara (1994)'nın modifiye edilen skala değerleri kullanılarak belirlenmiştir. Değerlendirme 1 ve altı dayanıklı, 1-2 arası orta dayanıklı, 2-3 orta duyarlı, 3-4 hassas olmak üzere skalaya tabi tutulmuştur.

Patojenisiteden elde edilen hastalık şiddeti skorları, homojenliğini belirlemek için Levene testi ile belirlenmiş ve anlamlılık açısından varyans analizi, ardından Tukey HSD Metodu (Honestly significant Difference= HSD) ile Statistical Analysis System yazılımı kullanılarak (SAS Version 9.0; SAS Institute Inc.; Cary, NC, ABD) $P = 0.01$ 'te analiz edilmiştir.



5. BULGULAR VE TARTIŞMA

5.1 BULGULAR

5.1.1 Elde Edilen İzolatlar

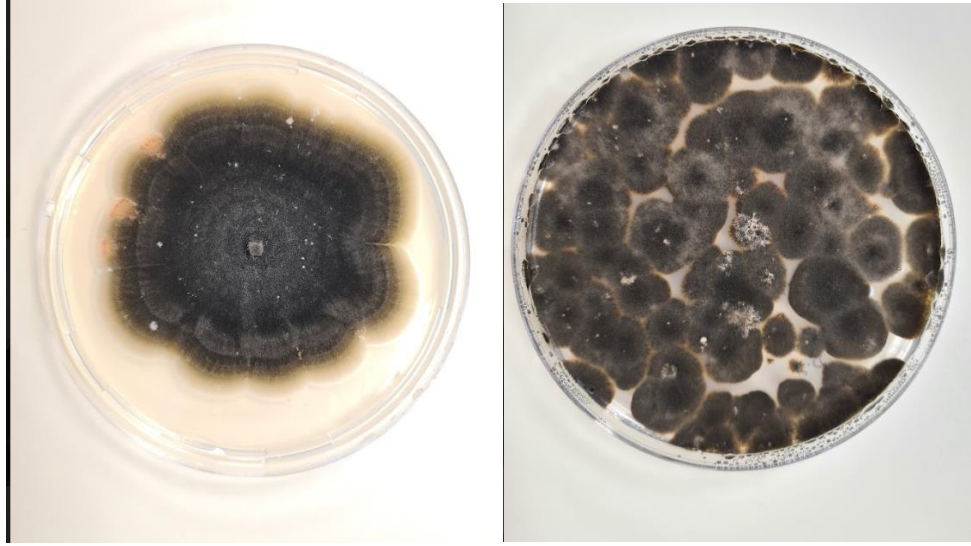
Elde edilen izolatlar Patates Dekstroz Agar (PDA) ortamına aşılınmış ve 20 °C'de 3 ile 10 gün arasında iklim odasında kontrollü koşullarda inkübasyona bırakılmıştır. Bu kapsamda türlerin yapay besi ortamında gelişmeleri takip edilmiş ve fungal yapıları mikroskopta incelenmiştir.

5.1.2 Fungus Teşhisi

Bipolaris sorokiniana ve *F. culmorum* izolatlarının teşhisi için spesifik primer kullanılmıştır. PCR reaksiyonları ise 10x PCR buffer, 1.5 mM MgCl₂, 0.2 mM dNTPs, 0.3 µM primer ve 1U Taq DNA polimeraz içeren 25 µl' lik hacimlerde gerçekleştirilecektir. PCR amplifikasyonları 94°C 1 dakika başlangıç denatürasyonu, 94 °C 3 dakika, 58 °C 30 saniye, 72 °C 1 dakika 25 döngü ve sonrasında 72 °C 7 dakika olacak şekilde programlanan thermocyclerda gerçekleştirilecektir. Elde edilen PCR ürünlerinin görsel hale getirilmesi amacıyla, amplifiye edilen DNA ürünleri % 2' lik agaroz jelde elektroforetik olarak ayrılacaktır. Agaroz jelin hazırlanmasında ve elektroforez tankında tampon çözeltisi olarak 1XTAE (40 mM Tris-acetate, 1mM EDTA) tampon çözeltisi kullanılacaktır (Sambrook vd., 1989). Elektroforez işlemi 100 V' da 1 saat süreyle gerçekleştirilecektir.

Tablo 4. Çalışmalarda kullanılacak primerlere ait DNA baz dizileri

PRİMER	Sekans 5'-3'	Referans
COSA_F	TCAAGCTGACCAAATCACCTTC	(Matusinsky vd., 2010)
COSA_R	CTTCTCACCAGCATCTGAATATATGA	
FcOIF	ATGGTGAACCTCGTCGTGGC	(Nicholson vd., 1998)
FcOIR	CCCTTCTTACGCCAATCTCG	



Fotoğraf 3. *Bipolaris sorokiniana* izolatının PDA ortamındaki kültür gelişimi

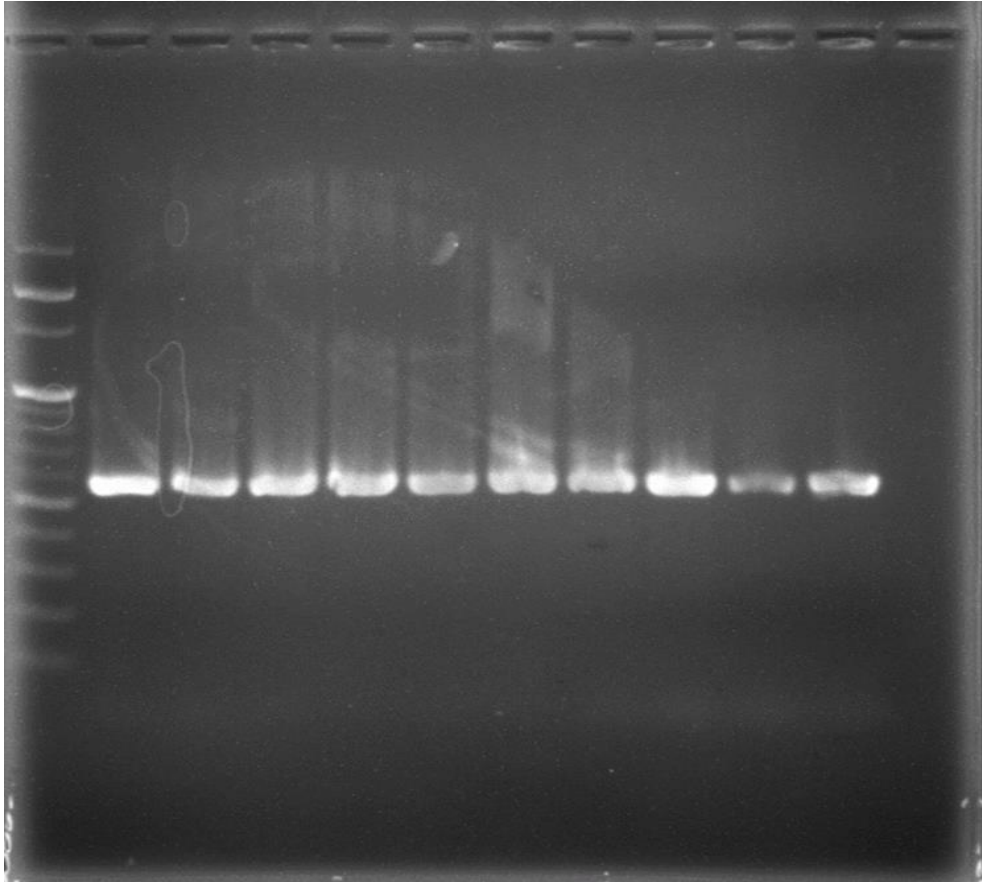


Fotoğraf 4. *Bipolaris sorokiniana* izolatlarının konidileri



Fotoğraf 5. *Fusarium culmorum* izolatının makrokonidileri ve kültür fotoğrafı

Bipolaris sorokiniana patojenine özgü türetilen COSA_F/R primer seti kullanılarak gerçekleştirilen PCR çalışmalarında Matusinsky vd. (2010) tarafından etmene özgü olarak belirlenen 520 bp uzunluğundaki spesifik ampliconlar elde edilmiştir. *F. culmorum* patojenine özgü 570 bp uzunluğundaki Nicholson vd. (1998)' e ait FcOIF/FcOIR primer seti kullanılarak izolatlar moleküler olarak doğrulanmıştır.



Fotoğraf 6. *B. sorokiniana* ve *F. culmorum* etmeninin jel görüntüsü

5.1.3 Çeşit Reaksiyon Testleri

Çalışmalarda Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden elde edilmiş olan 28 farklı tritikale çeşidine ait tohumlar yüzey dezenfeksiyon, ekim ve inokülasyon işlemlerine tabi tutulmuştur.

Gerçekleştirilen çeşit reaksiyon çalışmaları sonucunda izolatların tritikale çeşitlerinde oluşturdukları hastalıklar Wildermuth ve McNamara (1994) skalasına göre değerlendirilmiştir. Elde edilen verilerin dağılım Levene testi normal ve homojen dağılım gösterdiği anlaşıldığından direk olarak ANOVA testine alınmış ve izolatların oluşturdukları hastalık skala değerleri arasında istatistiki olarak önemli farklılıkların olduğu (*B. sorokiniana* için $HSD_{0.01}$ seviyesinde = 0,30171 iken *F. culmorum* için $HSD_{0.01}$ seviyesinde = 0,46154) anlaşılmıştır.

Tablo 5. Genotip/çeşitlerin *Bipolaris sorokiniana* izolatına karşı reaksiyonları için tek yönlü ANOVA sonuçları

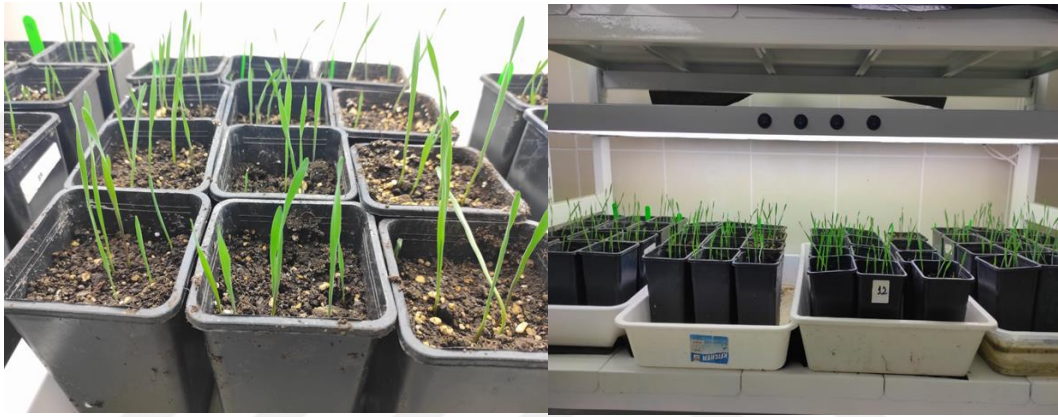
Source	DF	Sum of squares	Mean Square	F Ratio	Prob >
Genotip/Çeşitler	39	192.5600	4.9374	21.5191	<.0001*
Error	360	82.6000	0.2294		
C. Total	399	275.1600			

Tablo 6. Genotip/çeşitlerin *Fusarium culmorum* izolatına karşı reaksiyonları için tek yönlü ANOVA sonuçları

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Genotip/Çeşitler	39	237.7375	6.0958	25.9091	<.0001*
Error	360	84.7000	0.2353		
C. Total	399	322.4375			



Fotoğraf 7. Testlemesi yapılacak tritikalenin ekim görüntüsü



Fotoğraf 8. *Bipolaris sorokiniana* etmeninin sebep olduğu farklı şiddette kök boğazındaki belirtiler



Fotoğraf 9. *Fusarium culmorum* etmeninin sebep olduğu farklı şiddette kök boğazındaki belirtiler



Fotoğraf 10. *Fusarium culmorum* etmeninin sebep olduğu farklı şiddette kök boğazındaki belirtiler

Patojenisiteden elde edilen hastalık şiddeti skorları, homojenliğini belirlemek için Levene testi ile belirlenmiş ve anlamlılık açısından varyans analizi, ardından Tukey HSD Metodu ile Statistical Analysis System yazılımı kullanılarak (SAS Version 9.0; SAS Institute Inc.; Cary, NC, ABD) $P = 0.05$ 'te analiz edilmiştir.

Tablo 7. *Bipolaris sorokiniana* izolatu ile gerçekleştirilen patojenisite testi sonucunda tritikale hat ve çeşitlerinde tespit edilen hastalık oranı değerleri

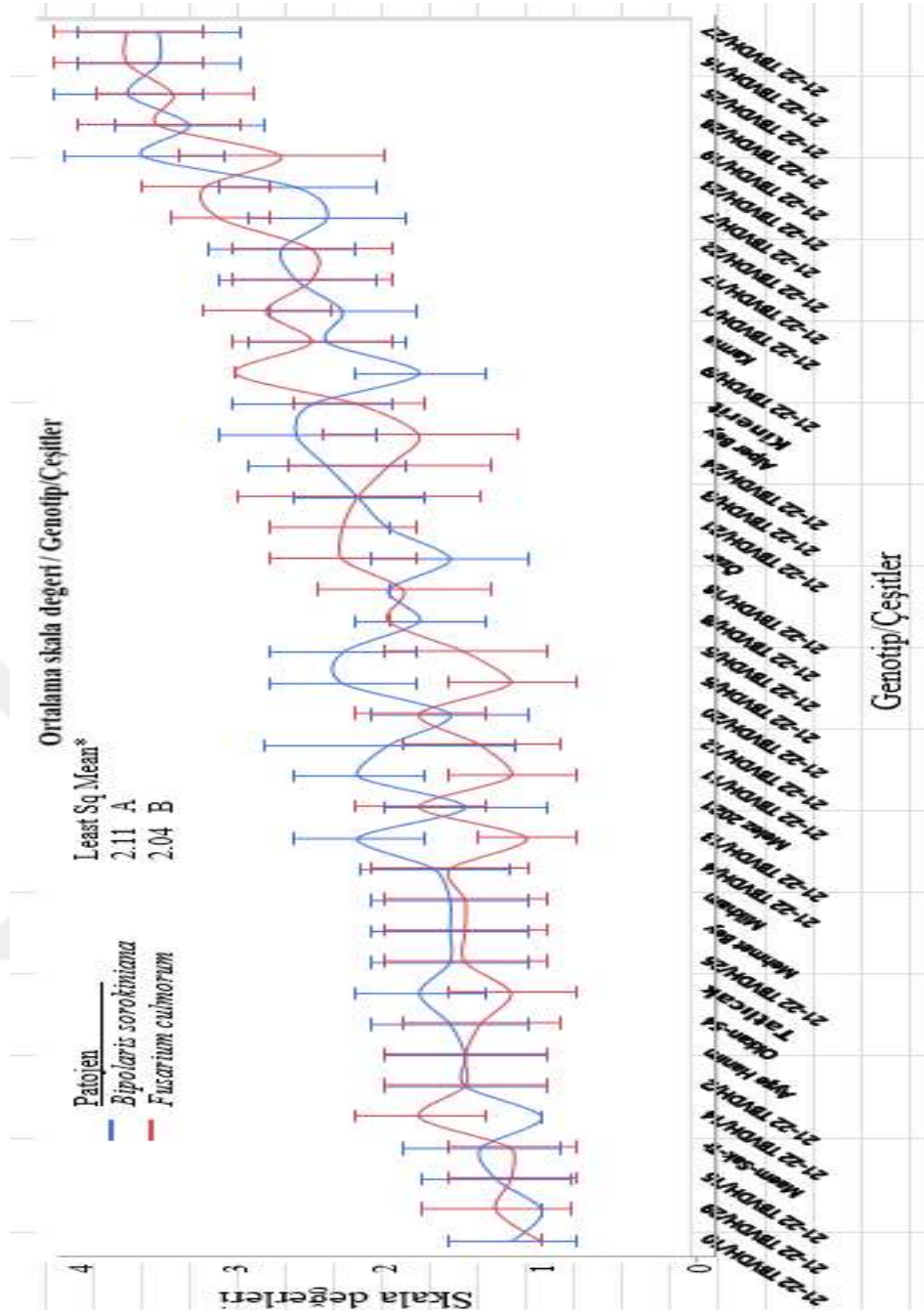
	Genotip/Çeşit	Ortalama	Standart hata	İst. grup
1	TBVDH/25	3.70	0.48	A
2	TBVDH/19	3.60	0.53	A
3	TBVDH/27	3.50	0.42	AB
4	TBVDH/16	3.50	0.48	AB
5	TBVDH/28	3.30	0.48	AC
6	TBVDH/22	2.70	0.48	BD
7	Alperbey	2.60	0.52	CE
8	TBVDH/23	2.60	0.42	CE
9	TBVDH/17	2.60	0.42	CE
10	Kinerit	2.50	0.42	CF
11	TBVDH/7	2.40	0.42	DG
12	TBVDH/24	2.40	0.82	DG
13	Karma 2000	2.40	0.42	DG
14	TBVDH/1	2.30	0.00	DH
15	TBVDH/5	2.30	0.48	DH

16	TBVDH/6	2.30	0.53	DH
17	TBVDH/3	2.20	0.52	DI
18	TBVDH/11	2.20	0.00	DI
19	TBVDH/13	2.20	0.52	DI
20	TBVDH/18	2.00	0.52	DJ
21	TBVDH/21	2.00	0.00	DJ
22	TBVDH/12	2.00	0.48	DJ
23	TBVDH/9	1.80	0.52	EK
24	TBVDH/8	1.80	0.52	EK
25	Tatlıcak 97	1.80	0.48	EK
26	TBVDH/4	1.70	0.52	FK
27	TBVDH/26	1.60	0.53	GK
28	TBVDH/20	1.60	0.48	GK
29	Mehmetbey	1.60	0.00	GK
30	Mikham 2002	1.60	0.52	GK
31	Okkan 54	1.60	0.53	GK
32	Özer	1.60	0.53	GK
33	Ayşehanım	1.50	0.52	HK
34	TBVDH/2	1.50	0.52	HK
35	Melez 2001	1.50	0.52	HK
36	TBVDH/15	1.30	0.52	JK
37	TBVDH/10	1.20	0.52	JK
38	TBVDH/14	1.00	0.52	K
39	TBVDH/29	1.00	0.42	K

Tablo 8. *Fusarium culmorum* izolatu ile gerçekleştirilen patojenisite testi sonucunda tritikale hat ve çeşitlerinde tespit edilen hastalık oranı değerleri

Genotip/eřit	Ortalama	Standart hata	İst.gru p
1 TBVDH/27	3.7	0.5	A
2 TBVDH/16	3.7	0.5	A
3 TBVDH/28	3.5	0.5	AB
4 TBVDH/25	3.4	0.5	AB
5 TBVDH/23	3.2	0.4	AC
6 TBVDH/7	3.1	0.3	AD
7 TBVDH/9	3	0.0	AE
8 TBVDH/1	2.8	0.4	BF
9 TBVDH/19	2.7	0.7	BG
10 TBVDH/17	2.5	0.5	CH
11 TBVDH/22	2.5	0.5	CH
12 Karma 2000	2.5	0.5	CH
13 TBVDH/21	2.3	0.5	DI
14 Özer	2.3	0.5	DI
15 TBVDH/3	2.2	0.8	EJ
16 Kinerit	2.2	0.4	EJ
17 TBVDH/8	2	0.0	FK
18 TBVDH/24	2	0.7	FK

19	TBVDH/18	1.9	0.6	GL
20	TBVDH/14	1.8	0.4	HM
21	Alperbey	1.8	0.6	HM
22	Melez 2001	1.8	0.4	HM
23	TBVDH/20	1.8	0.4	HM
24	TBVDH/4	1.6	0.5	IM
25	TBVDH/2	1.5	0.5	IM
26	TBVDH/5	1.5	0.5	IM
27	TBVDH/26	1.5	0.5	IM
28	Ayşehanım	1.5	0.5	IM
29	Mehmetbey	1.5	0.5	IM
30	Mikham 2001	1.5	0.5	IM
31	TBVDH/12	1.4	0.5	JM
32	Okkan 54	1.4	0.5	JM
33	TBVDH/29	1.3	0.5	KM
34	TBVDH/6	1.2	0.4	KM
35	TBVDH/11	1.2	0.4	KM
36	TBVDH/15	1.2	0.4	KM
37	Tatlıcak 97	1.2	0.4	KM
38	TBVDH/13	1.1	0.3	LM
39	TBVDH/10	1	0.0	M



Fotoğraf 11. Genotip ve Çeşitlere ait Ortalama skala değerlerinin etmenlere göre karşılaştırması

Tritikale çeşit ve hatların her iki patojen izolatına göstermiş oldukları reaksiyonlar incelendiğinde *B. sorokiniana*'nın *F. culmorum*'a ile daha yüksek bir skala değerine sahip olduğu anlaşılmış ve bu farklılık Student's t testi sonucuna göre önemli bulunmuştur.

Tablo 9. *Fusarium culmorum* ve *Bipolaris sorokiniana*'ya ait patojenisite testlerine ait ikili etki testi ANOVA tablosu

Source	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
Genotip/Çeşit	39	376.59875	41.5576 3	<.0001 *
Patojen	1	1.05125	4.52421	0.0338 *
Genotip/Çeşit *Patojen	39	53.69875	5.92565	<.0001 *

Fusarium culmorum ve *B. sorokiniana* ya ait patojenisite testlerinden elde edilen hastalık şiddeti skorları, anlamlılık açısından varyans analizi, ardından Tukey HSD çoklu karşılaştırma metodu ile istatistiksel analize tabi tutulmuştur. Yapılan Anova analizi sonucuna göre hastalık şiddeti skorları hat ve çeşit gruplarına göre farklılığı 99% güven aralığında anlamlı olduğu bulunmuştur. ($P < 0.01$).

Yapılan Tukey HSD testi hem *F. culmorum* hem de *B. sorokiniana* için çeşit ve hatlar arasında hastalık şiddeti açısından farklılıklar olduğunu göstermiştir. Hastalık şiddeti *F. culmorum* için TBVDH/27 ve TBVDH/16 ($\bar{x} = 3,70$)' da en yüksek çıkarken, TBVDH/13' de herhangi bir hastalık belirtisi görülmemiştir.

Bipolaris sorokiniana ait skorlarda ise TBVDH/25 ($\bar{x} = 3,70$) ve TBVDH/19 ($\bar{x} = 3,60$)'da en yüksek çıkarken, TBVDH/14 ve TBVDH/29 ($\bar{x} = 1,00$)'da en düşük olarak kaydedilmiştir. Başka bir deyişle, TBVDH/27 ve TBVDH/16 *F. culmorum*' a hassasken, TBVDH/13 dayanıklılık göstermiştir. Benzer şekilde, TBVDH/25 ve TBVDH/19 *B. sorokiniana* karşı hassas olduğu bulunmuş, TBVDH/14 ve TBVDH/29 ise dayanıklı bulunmuştur. Tescili çeşitlerden ise Kinerit ($\bar{x} = 2,20$ ve $2,50$) ve Karma ($\bar{x} = 2,40$ ve $2,50$) çeşitleri her iki patojene karşı orta derecede dayanıklılık göstermişlerdir.

5.2.TARTIŞMA

Bu çalışma, tritikale bitkisinin, bitki patojenlerinden *F. culmorum* ve *B. sorokiniana*'ya karşı hat ve çeşit reaksiyonlarını belirlemek ve kullanılan hat ve çeşitlerin dayanıklılık durumlarını belirlemek için yapılan en kapsamlı ve ülkemizdeki ilk çalışmadır. Oettler ve Wahle (2001) yılında yapılan çalışmalarında 100 tritikale genotipinin *F. culmorum*'a karşı tepkilerini araştırmıştır. Mevcut çalışma sonucunda, *B. sorokiniana* izolatu ile gerçekleştirilen patojenisite testi sonucunda tritikale genotiplerinden 5 adet hat hassas, 14 adet hat ve 3 çeşit orta duyarlı, 8 adet hat ve 7 çeşit orta dayanıklı ve 2 adet hat ise dayanıklı bulunmuştur. Hindistanda araştırmacılar tarafından yapılan bir çalışmada 94 tritikale genotipi, yapay koşullar altındaki *B. sorokiniana*'nın dayanıklılığın değerlendirilmesi sonucunda oluşan skorlara göre, genotipler dirençli (R), orta derecede dirençli (MR), orta derecede duyarlı (MS) ve duyarlı (S) kategorilerine ayrılmıştır. *B. sorokiniana*'ya karşı sırasıyla R, MR, MS ve S kategorisinde toplamda 43, 16, 18 ve 17 genotip bulunmaktadır. Bu sonuçlar ışığında çalışmamıza paralellik sergilemektedir (Singh vd., 2016).

Fusarium culmorum izolatu ile gerçekleştirilen patojenisite testi sonucunda tritikale genotiplerinden 7 adet hat hassas, 8 adet hat ve 3 çeşit orta duyarlı, 14 adet hat ve 7 çeşit orta dayanıklı bulunmuştur. Wallace vd. (2021) tarafından yapılan çalışma sonuçlarımıza benzerlik göstermektedir. Bu çalışmada, dünya çapındaki bir koleksiyondan 298 kışlık tritikale çeşidi, yapay olarak bulaştırılan *F. culmorum*'a taraması yapılmıştır. Tritikale örneklerinin çoğu *F. culmorum* karşı duyarlılık göstermiş ve tarla denemesi taramasında örneklerin yalnızca %8'i dayanıklılık göstermiştir. Bu çalışmada ise, örneklerin %45' i deneme sonucunda hassas bulunmuş olup, %55'i ise orta dayanıklılık göstermiştir. Test edilen örneklerde tam dayanıklılık gösteren çeşit bulunamamıştır.

Fusarium culmorum hem de *B. sorokiniana* için çeşit ve hatlar arasında hastalık şiddeti açısından farklılıklar olduğunu göstermiştir. Hastalık şiddeti *F. culmorum* için TBVDH/27 ve TBVDH/16 hatlarında en yüksek çıkarken, TBVDH/13 tritikale hattında herhangi bir hastalık belirtisi görülmemiştir.

Bipolaris sorokiniana ait skorlarda ise TBVDH/25 tritikale hattı ve TBVDH/19 tritikale hattında en yüksek çıkarken, TBVDH/14 hattında ve TBVDH/29 hattında en düşük olarak kaydedilmiştir. CIMMYT 'de 1991 yılında

tarla koşullarında *B. sorokiniana*'nın neden olduğu yaprak yanıklığına tepkileri için 119 tritikale çeşidi taranmıştır. Genotiplerin hiçbirinin patojene karşı bağışık olmadığı görülmüştür. UPT-78169, UPT-79367, UPT-8406 ve DT-7 genotipler dirençli reaksiyonlar gösterirken, DTS 1226, TL 78208, UPT-79369 ve TL-2603 genotiplerin oldukça hassas olduğu görülmüş olup yapılan çalışmamızla paralellik sergilemektedir (Fox vd., 1991)

Başka bir deyişle, TBVDH/27 ve TBVDH/16 *F. culmorum*' a hassasken, TBVDH/13 dayanıklılık göstermiştir. Benzer şekilde, TBVDH/25 ve TBVDH/19 *B. sorokiniana* karşı hassas olduğu bulunmuş, TBVDH/14 ve TBVDH/29 ise dayanıklı bulunmuştur.

Tescili çeşitlerden ise Kinerit ve Karma 2000 çeşitleri her iki patojene karşı orta derecede dayanıklılık göstermişlerdir.

Bipolaris sorokiniana ya karşı yapılan çalışmada oluşan skora bakıldığında tescilli Ayşehanım, Melez2001, Özer, Okkan 54, Mikham 2002, Mehmetbey ve Tatlıcak 97 çeşitleri orta dayanıklı bulunmuştur. Karma 2000, Kinerit ve Alpeybey tritikale çeşitleri orta dayanıklı bulunmuştur.

Góral (2006), yaptığı çalışmada 28 kışlık tritikale çeşidinin *F. culmorum*'a karşı direnci 2002–2004 yılları arasında incelenmiştir. Çeşitlerin çoğu için *F. culmorum*'a karşı tepkileri en duyarlı çeşitler dışında önemli ölçüde farklılık göstermemiştir. Önceki yapılan çalışmaya paralel olarak, *F. culmorum*'a karşı yapılan çalışmamızda oluşan skora bakıldığında tescilli Ayşehanım, Melez 2001, Özer, Okkan 54, Mikham 2002, Mehmetbey, Tatlıcak 97, Alperbey ve Mikham 2001 çeşitleri orta dayanıklı bulunmuştur. Kinerit, Özer ve Karma 2000 çeşitleri orta duyarlı bulunmuştur.

Miedaner vd. (2006), yaptıkları çalışmalarda *F. culmorum*'a karşı çeşitlerin ortalama hastalık şiddeti, 1'den 9'a bir ölçekte değerlendirildiğinde tritikalede 2,3 ila 6,4 arasında değişmektedir. Yapılan çalışmada tritikle çeşitlerinin çoğunluğu olarak orta dayanıklı ve orta duyarlı skorları arasında hastalık şiddeti göstermiştir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tritikale bitkisinin ekonomik olarak ekilişi yapılan alanlarda önemli kök hastalıklarına neden olan fungal hastalık etmenleri içerisinde *B. sorokiniana* ve *F. culmorum*'un neden olduğu hastalık ile ülkemizde ve dünyada tritikale üretimini kısıtlayan önemli hastalıklardan biri olarak kabul edilmekle birlikte diğer pek çok hastalık etmeni ile mücadelede olduğu gibi bu hastalık etmenlerinin kontrolünde de en etkili yöntemin dayanıklı çeşit ıslahı olduğu bilinmektedir. Dünyada patojen popülasyonlarının karakterize edilmesi ve dayanıklılık kaynaklarının belirlenmesi üzerine yoğun araştırmalar yapılmaktadır. Ülkemizde ise dünyada önde gelen bir tritikale üreticisi olmasına rağmen etmenin genetik ve patojenik farklılıkları ile patojene karşı dayanıklılık kaynakları hakkında sınırlı bilgi bulunmaktadır. *B. sorokiniana* ve *F. culmorum* patojenlerine karşı entegre mücadele yöntemlerine katkı sağlamak ve bu amaçla yapılan ıslah çalışmalarının etkinliğini artırmak için yapılan bu tez çalışması kapsamında ise ülkemizde hastalığa karşı ıslah çalışmalarında kullanılabilecek farklı dayanıklılık kaynakları içeren düzeyinde araştırmalar yapılmıştır. Önemli kök hastalıklarına karşı mücadelede bu çeşitlerin yetiştirilmesini ve ıslah çalışmalarının etkinliğinin artmasına ve etmene karşı yeni mücadele stratejilerinin geliştirilmesine önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir

7. KAYNAKLAR

Bu tez çalışmasında APA atıf sistemi kullanılmıştır

- Agrios, G. N. (1997). *Plant Pathology*. Department of Plant Pathology, University of Florida, Academic Press, p 635.
- Alaru, M., Laura, Ü., & Lauringson, E. (2008). Pre-harvest sprouting tolerance of different winter triticale cultivars in the baltic sea area. *Acta Agriculturae Scand Sect B—Soil and Plant Sci* 58(1):11–16.
- Amarasinghe, C., Tamburic-Ilincic, L., & Gilbert, J., Brule-Babel, A., & Fernando, D. (2013). Evaluation of different fungicides for control of fusarium head blight in wheat inoculated with 3ADON and 15ADON chemotypes of *Fusarium graminearum* in Canada. *Canadian Journal of Plant Pathology*. 35. 10.1080/07060661.2013.773942.
- Anioł A. (2004). Chromosomal location of aluminium tolerance genes in rye. *Plant Breed* 123:132–136.
- Arseniuk, E., & Walczewski, J. (2014). Effect of dihaploid technology on resistance of winter wheat and winter triticale to *Stagonospora nodorum* blotch. In: Behl RK, Arseniuk E (eds) *Proceedings of the international conference on biotechnology and plant breeding perspectives—towards food security and sustainability*, 10–12 Sept 2012, IHAR-PIB Radzikow, Poland. Agrobios (International), New Delhi, pp 32–329.
- Arseniuk, E., (2015a). Triticale abiotic stresses—An overview. In *Triticale*; Eudes, F., Ed.; Springer: Cham, Switzerland, pp. 69–81.
- Asiedu, R, Fisher, J.M., & Driscoll, J.C. (1990). Resistance to *Heterodera avenae* in the rye genome of triticale. *Theor Appl Genet* 79:331–336.
- Athar, R.H., & Ashraf, M. (2009). Salinity and water stress: improving crop efficiency. *Tasks for vegetation science*, © Springer, Part of Springer Science +Business Media, Chapter I, pp 1–15.
- Bağcı, S. A., & Ekiz, H. (1993). Triticale'nin insan ve hayvan beslenmesindeki yeri. I. Konya'da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu, 135-156.
- Bakonyi, J., Aponyi, I., & Fischl, G. (1997). Diseases caused by *Bipolaris sorokiniana* and *Drechslera tritici repentis* in Hungary. *Helminthosporium blights of wheat: spot blotch and tan spot*, 80-85.
- Banaszak, Z., Kaczmarek, Z., Pojmaj, S.M., Trałka, A., Czerwińska, E., & Kurleto D. (2005). Effect of increasing doses of nitrogen fertilization and different variants of growth. *Biuletyn IHAR* 235:191–201.
- Bates, T.E., & Johnston, R.W. (2013). Soil acidity and liming. Factsheet. University of Guelph/OMAFRA Agriculture and Rural Affairs, Ontario, Revision of factsheet “Soil acidity and liming”, last updated: 23 Apr 2013, 10 p.
- Bizova, I., Hromadko, M., & Svec, K. (2011). Testing of pre-harvest sprouting of wheat and triticale at the breeding station Uhretice, Selgen Corp., Czech Republic. 62. Tagung der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs, pp 109—110.
- Bohle, M., & Coats, D.D. (2011). Irrigated winter triticale variety trial. Oregon State University, USA, pp 90–92.
- Bote,s W.C., & Marais, G.F. (2005). Determining the salt tolerance of triticale disomic addition (*Thinopyrum* additions) lines. In: Buck HT, Nisi JE, Salomon N (eds) *Wheat production in stressed environments*. Book Series: *Developments In Plant Breeding* vol 12, pp 403–409 (Published: 2007).
- Daryanto, S., Wang, L., & Jacinthe, P.A. (2016). Global Synthesis of Drought Effects on Maize and Wheat Production. *PLoS ONE* 11(5): e0156362. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0156362>.

- Delogu, G., Faccini, N., Faccioli, P., Reggiani, F., Lendini, M., Berardo, N., & Odoardi, M. (2002). Dry matter yield and quality evaluation at two phenological stages of forage triticale grown in the Po Valley and Sardinia, Italy. *Field Crops Research* 74, 207–215.
- Derycke, V., Landschoot, S., Dewitte, K., Wambacq, E., Latré, J., & Haesaert, G. (2017). Straw yield and quality: an extra motivation for the introduction of triticale in mixed farming systems. *Cereal Research and Communication*, submitted.
- Dinev, N., & Stancheva I. (2008). Effect of aluminum on the growth of wheat, rye, and triticale. *Plant Nutr* 16(3):461–469.
- Dordas, C., & A, Lithourgidis, A.S. (2011). Growth, yield and nitrogen performance of faba bean intercrops with oat and triticale at varying seeding ratios. *Grass and Forage Science* 66(4): 569–577.
- Dormann, M., & Oettler, G., (1993). Genetic variation of resistance to *Fusarium graminearum* (headblight) in primary hexaploid triticale. *Hodowla Roslin. Aklimatyzacja i Nasiennictwo*, 37: 121–127.
- Duczek, L. J., Jones-Flory L.L., Reed S.L., Bailey K.L., & Lafond G. P. (1996). Sporulation of *Bipolaris sorokiniana* on the crowns of crop plants grown in Saskatchewan. *Canadian Journal of Plant Science*, October 1996, <https://doi.org/10.4141/cjps96-146>.
- Dundas, I.S., Deirdre, E., Frappell, D.E., Crack, D.M., Fisher, J.M. (2001). Deletion mapping of a nematode resistance gene on rye chromosome 6R in wheat. *Crop Sci* 41(6):1771–1778.
- FAO. (2022). Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT database. <https://www.fao.org/>
- Fayaz, N., & Arzani, A. (2011). Moisture stress tolerance in reproductive growth stages in triticale ($\times$ Triticosecale Wittmack) cultivars under field conditions. *Crop Breed J* 1(1):1–12.
- Fox, P.N., Skovmand, B., Thompson, B.K., Braun, H.J. (1991). Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo, Mexico, DF (Mexico). 2. Proceedings of the International Triticale Symposium. Passo Fundo (Brazil). 1-5 Oct 1990. ISBN 968-6127-60-7. p. 229-230.
- Haesaert, G., Derycke, V., Latré, J., Debersaques, F., D’Hooghe, K., Coomans, D., & Rombouts, G. (2002). A study on triticale ($\times$ Triticosecale Wittmack) for whole plant silage in Belgium. *Proceedings of the 5th International Triticale Symposium, Poland*, p261–269.
- Hafsi, C., Lakhdhar, A., Mokded, Rabhi M., Debez, A., Abdelly, C., & Ouerghi, Z. (2007). Interactive effects of salinity and potassium availability on growth, water status, and ionic composition of *Hordeum maritimum*. *J Plant Nutr Soil Sci* 2007(170):469–473.
- Haesaert, G., & De, Baets E.G.A. (1996). Preharvest sprouting resistance in triticale: preliminary results. In: Guedes-Pinto H, Darvey N, Carnide VP (eds) *Triticale: today and tomorrow*, book series: developments in plant breeding, vol 5, pp 615–622 (published: 1996).
- Hekimhan, H., Bağcı, S.A., Nicol, J., & Tunalı, B., (2005). Kök ve Kökboğazı Çürüklüğü Hastalığı Etmenlerinin Bazı Kışlık Hububat Verimleri Üzerine Etkileri. *Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi Bildirileri*, Cilt:1, Sayfa: 201–206. 5–9 Eylül 2005 Antalya.
- Hömmö, M.L., & Pulli, S. (1993). Winterhardiness of some winter-wheat (*Triticum aestivum*), rye (*Secale cereale*), triticale ($\times$ Triticosecale) and winter barley (*Hordeum vulgare*) cultivars tested at 6 locations in Finland. *Agric Sci Finland* 2(4):311–327.
- Gardiano, C.G., Krzyzanowski, A.A., Abi Saab, G.J.O., Dallemole-Giaretta, R., & Lopes, A.E. (2013). Population reduction of the reniform nematode with the incorporation of soil cover crops in greenhouse. *Nematopica* 43:138–142.
- Giunta, F., Motzo, R., & Deidda, M. (1992). Effect of drought on yield and yield components of durum wheat and triticale in a Mediterranean environment. *Field Crops Res* 33(4):399–409. doi:10. 1016/0378-4290(93)90161-F.

- Grzesiak, S., Grzesiak, M.T., Filek, W., Hura, T., & Stabryta, J. (2002). The impact of different soil moisture and soil compaction on the growth of triticale root system. *Acta Physiol Plant* 24(3):331–342.
- Grzesiak, M.T. (2009). Impact of soil compaction on root architecture, leaf water status, gas exchange and growth of maize and triticale seedlings. *Plant Root* 3:10–16. doi:10.3117/ plantroot.3.10.
- Grzesiak, T.M., Marcińska, I., Janowiak, F., Rzepka, A., & Hura, T. (2012). The relationship between seedling growth and grain yield under drought conditions in maize and triticale genotypes. *Acta Physiol Plant* 34:1757–1764. doi:10.1007/s11738-012-0973-3.
- Góral, T. (2006). Evaluation of resistance of winter wheat and winter triticale breeding lines to *Fusarium* head blight caused by *Fusarium culmorum* and resistance of winter triticale to powdery mildew (*Blumeria graminis*) in 2005. *Biuletyn IHAR* 242:79–88.
- Góral, T. (2009). Resistance of winter triticale cultivars to *Fusarium* head blight caused by *Fusarium culmorum*. *Biuletyn IHAR* 254:41–50.
- Ibrahim, I.K.A., Lewis, S.A., Harshman, D.C. (1993). Host suitability of gramineous crop cultivars for isolates of *Meloidogyne arenaria* and *M. incognita*. *J Nematol* 25(4):S858–S862.
- Janeczko, A., Rapacz, M. (2002). Induction of frost resistance in triticale callus tissue. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 481:153–159.
- Kiecana, I., Perkowski, J., Chelkowski, J., & Viskonti, A., (1987). Trichotecene mycotoxins in kernels and head fusariosis susceptibility in winter triticale. In: Proc. European Seminar ‘*Fusarium-Mycotoxins, Taxonomy, Pathogenicity*’. (Editörler; Warsaw) Publisher, Town. 8–10 September, 53–56.
- Koebner, R.M.D., Martin, P.K. (1994). High levels of salt tolerance revealed in triticale. In: Guedes-Pinto H, Darvey N, Carnide VP (eds) *Triticale: today and tomorrow*, book series: developments in plant breeding, vol 5, pp 429–436 (published: 1996).
- Lawn, D.A., & Sayre, K.D. (1992). Soilborne pathogens on cereals in a highland location in Mexico. *Plant Dis* 76(2):149–154.
- Leslie, F.J., & Summerell, A.A. (2006). “The *Fusarium* Laboratory Manual”, Blackwell Publishing Professional, 388p, 2121 State Avenue, Ames, Iowa 50014, USA.
- Liu, W., Maurer, H.P., Li G., Tucker, M.R., Gowda, M., Weissman, E.A., Hahn, V., & Würschum, T. (2014). Genetic architecture of winter hardiness and frost tolerance in triticale. doi:10.1371/journal.pone.0099848.
- Limin, A.E., Dvorak, J., & Fowler, D.B. (1985). Cold hardiness in hexaploid triticale. *Can J Plant Sci* 65:487–490.
- Liueroth, E., Franzon-Almgren, I., Gunnarsson T. (1996). Root colonization by *Bipolaris sorokiniana* in different cereals and relations to lesion development and natural root cortical cell death. *Journal of Phytopathology*, 144: 301–307. DOI: 10.1111/j.1439-0434.1996.tb01533.x.
- Lonbani, M., & Arzani, A. (2011). Morpho-physiological traits associated with terminal drought stress tolerance in triticale and wheat. *Agron Res* 9(1–2):315–329.
- Maćkowiak, W., Budzianowski, G., Mazurkiewicz, L., Paizert, K., & Woś H. (2001). Effect of increasing doses of nitrogen fertilization and different variants of growth regulator application on yielding of winter triticale. *Biul IHAR* 220:99–108.
- Maćkowiak, W. (2003). Estimation of progress and strategic directions of triticale breeding in Poland. *Biul IHAR* 230:127–141.
- Maier, F.J., & Oettler, G. (1996). Genetic variation for head blight resistance in triticale caused by *Fusarium graminearum* isolates of different deoxynivalenol production. *Euphytica* 89(3):387–394.

- Martinek, P., Vinterová, M., Burešová, I., & Vyhnánek, T., (2008). Agronomic and quality characteristics of triticale ($\times$ Triticosecale Wittmack) with HMW glutenin subunits 5+10. *Journal Cereal Science* 47, 68–78.
- Matusinsky, P., Frei, P., Mikolasova, R., Svacinova, I., Tvaruzek, L., & Spitzer, T. (2010). Species-specific detection of *Bipolaris sorokiniana* from wheat and barley tissues. *Crop Protection*, 29(11), 1325–1330.
- McGoverin, C.M., Snyders, F., Muller, N., Botes, W., Fox, G., & Manley. (2011). A review of triticale uses and the effect of growth environment on grain quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 91: 1155–1165.
- Miedaner, T., Schneider, B., & Oettler, G. (2006). Means and variances for *Fusarium* head blight resistance of F2-derived bulks from winter triticale and winter wheat crosses. *Euphytica* 152, 405–411.
- Mergoum, M., & Gomez-Macpherson, H. (2004). Triticale improvement and production. FAO Plant Production and Protection Paper 179. FAO, Rome, Italy, pp. 1–9.
- Myer, R., & Lozano del Rio, A.J., (2004). Triticale as animal feed. In: Mergoum, M. and Gómez-Macpherson H. (eds.). Triticale improvement and production. FAO Plant Production and Protection Paper No. 179. Food and Agriculture Organization of United Nations, Rome. pp.49–58.
- Motsnyi II., Fayt VI., & Blagodarova E.M. (2009). Identification and characteristics of the 1R (1B) substitution lines of bread wheat. *Cytol Genet* 43:169–176.
- Nicol J., Bolat N., Bağcı A., Hekimhan H., Elekcioğlu H., Tunalı B., Yıldırım A.F., Şahin E., Kaplan A., Yorgancılar A., Tülek A., Toktay H., Uçkun Z., Akar T., Yazar S., Gültekin İ., Özseven İ., Kaya Y., Daner A., Daner S., Arısoy Z., Büyük O., Erdurmuş D., Çalışkan M., Uranbey S., Tekeoğlu M., Çekiç C., Braun H.J., Hede A., Trethowan R., Ginkel M. Van, William M., Ekiz H., Keser M., & Rivoal R. (2003). Research on root rots and nematodes-progress update of Turkey-Cimmyt Collaboration from 2003. *Annual Wheat Newsletter*, 50: 172- 176.
- Nicholson, P., Simpson, D. R., Weston, G., Rezanoor, H. N., Lees, A. K., Parry, D. W., & Joyce, D. (1998). “Detection and quantification of *Fusarium culmorum* and *Fusarium graminearum* in cereals using PCR assays”, *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 53(1), 17–37.
- Oettler, G., & Schmid, T., (2000). Genotypic variation for resistance to *Septoria nodorum* in triticale. *Plant Breeding* 119:487–490.
- Oettler, G., & Wahle, G. (2001). Genotypic and environmental variation of resistance to head blight in triticale inoculated with *Fusarium culmorum*. *Plant Breed* 120:297–300.
- Oettler, G., Heinrich, N., & Miedaner, T. (2004). Estimates of additive and dominance effects for *Fusarium* head blight resistance of winter triticale. *Plant Breed* 123:525–530.
- Oettler, G., (2005). The fortune of a botanical curiosity – Triticale: past, present and future. *Journal of Agricultural Science* 143, 329–346.
- Park, F.R., Burdon, J.J., & Jahoor, A. (1999). Evidence for somatic hybridization in nature in *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*, the leaf rust pathogen of wheat. *Mycol Res* 103(6):715–723.
- Rapacz, M., Sasal, M., & Gut, M. (2011). Chlorophyll fluorescence-based studies of frost damage and the tolerance for cold-induced photoinhibition in freezing tolerance analysis of triticale (*Triticosecale* Wittmack). *J Agron Crop Sci* 197:378–389.
- Reis, E.M. (1991). Integrated disease management: The changing concept of controlling head blight and spot blotch. In: Saunders DA, Hettel GP (eds) *Wheat in HeatStressed Environments: Irrigated, Dry Areas and RiceWheat Systems*. CIMMYT, Mexico DF, pp 165–177

- Roake, J., Trethowan, R., Jessop, R., & Fittler, M. (2009). Improved triticale production through breeding and agronomy, 1A-102. Report prepared for the Co-operative Research Centre for an Internationally Competitive Pork Industry, 28 p.
- Rout, R.G., Samantaray S., & Das, P. (2001). Aluminium toxicity in plants: a review. *Agronomie* 21:3–21.
- Royo, C., Abaza, M., Blaneo, R., & Gareia del Moral L.F. (2000). Triticale grain growth and morphometry as affected by drought stress, late sowing and simulated drought stress. *Aust J Plant Physiol* 27:1051–1059.
- Saavedra, J. E., Billiar, T. R., Williams, D. L., Kim, Y. M., Watkins, S. C., & Keefer, L. K. (1997). Targeting nitric oxide (NO) delivery in vivo. Design of a liver-selective NO donor prodrug that blocks tumor necrosis factor- α -induced apoptosis and toxicity in the liver. *Journal of medicinal chemistry*, 40(13), 1947-1954.
- Sarker, Z.I., Waddington, S.R., Sufian, M.A., Haque, M.E., Hoque, M.A., (2006). Triticale fodder and grain production by small-scale dairy farmers in North West Bangladesh. *Proceedings of the 6th International Triticale Symposium, South Africa*, p59–64.
- Shalaby, E.E., Epstein, E., Qualset, C.O. (1993). Variation in salt tolerance among some wheat and triticale genotypes. *J Agron Crop Sci* 171:298–304.
- Shahriari, Z. Assad, M.T., Hasani, H.S. (2012). Drought resistance and mitotic instability of tritipryum compared with triticale and bread wheat. *Not Bot Horti Agrobi* 40(1):170–176. Available online at www.notulaeobotanicae.ro
- Silva, H.A., Paterniani Guidetti, Z., Ayres, M.E., de Oliveira Camargo, C.E. (2014). Genetic variability and inheritance to aluminum tolerance in nutrient solution in triticale. *Bragantia Campinas* 73(1):8–13. doi:10.1590/brag.2014.003.
- Singh, D., McCaskill M., Smith FK, Belford, R. (2003). Screening of tolerant and susceptible wheat cultivars to waterlogging in the high rainfall zone of the southwest Victoria. In: *Proceedings of the 11th Australian agronomy conference, Geelong, Victoria, 2–6 Feb 2003*.
- Singh, DP, Singh, S.K., ve Singh, ISHWAR. (2016). Assessment and impact of spot blotch resistance on grain discolouration in wheat. *Indian Phytopath* , 69 , 363-367.
- Singh, D. P. (2017). Management of wheat and barley diseases. CRC Press.
- Sivanesan, A. (1987). Graminicolous species of *Bipolaris*, *Curvularia*, *Drechslera*, *Exserohilum* and their teleomorphs. CAB International.
- Sonogan, R. (2010). Growing triticale. Department of Environment and Primary Industries, Victoria (Note Number: AG0497, Published: May 1996, Last update: July 2012).
- Stallknecht, G.F., Gilbertson, K.M., & Ranney, J.E., (1996). Alternative wheat cereals as food grains: Einkorn, emmer, spelt, kamut, and triticale. p. 156-170. In: J. Janick (ed.), *Progress in new crops*. ASHS Press, Alexandria, VA. Troch, V., Audenaert, K., Bekaert, B., Höfte, M., Haesaert, G., 2012. Phylogeography and virulence structure of the powdery mildew population on its ‘new’ host triticale. *BMC Evolutionary Biology* 12, 76.
- Stass, A. Smit, I., Eticha, Oettler G., & Horst, W.J. (2008). The significance of organic-anion exudation for the aluminum resistance of primary triticale derived from wheat and rye parents differing in aluminum resistance. *J Plant Nutr Soil Sci* 171:634–642.
- Süzer, S., (2003). Triticale Tarımı. *Tarım İstanbul Dergisi*, 83:26-27.
- Taylor, S.P., Hollaway, G.J., & Hunt, C.H. (2000). Effect of field crops on population densities of *Pratylenchus neglectus* and *P. thornei* in southeastern Australia; part 1: *P. neglectus*. *J Nematol* 32(4):S591–S599.

- Turkington, T. K., Orr, D. D., Clear, R. M., Patrick, S. K., Burnett, P. A., & Xi, K. (2002). Fungal plant pathogens infecting barley and wheat seed from Alberta, 1995-1997. *Canadian journal of plant pathology*, 24(3), 302-308.
- Vanstone, V., Farsi M., Rathjen T., Cooper, K. (1996). Resistance of triticale to root lesion nematode in South Australia. In: GuedesPinto H, Darvey N, Carnide VP (eds) *Triticale: today and tomorrow: developments in plant breeding*, vol 5, pp 557–560.
- Wallace, S., Chhabra, B., Dong, Y., Ma, X., Coleman, G.D., Tiwari, V.K., & Rawat, N. (2021). Exploring Fusarium Head Blight Resistance In a Winter Triticale Germplasm Collection.
- Wildermuth, G. B. & McNamara, R.B. (1994). Testing wheat seedlings for resistance to crown rot caused by *Fusarium graminearum* Group 1. *Plant Disease* 78: 949-953.
- Yamauchi, A, Pardales, J.R., & Kono, Y. (1996). Root system structure and its relation to stress tolerance. *Jpn Int Res Cent Agric Sci*, pp 211–236.
- Zhang, G.X., Jessop S.R., & Ellison F. (2002). Differential responses to selection for aluminium stress tolerance in triticale. *Aust J Agric Res* 53(12):1295–1303.
- Zhang, W., Li, C., Qian, C., Cao, L. (2009). Studies on the responses of root, shoot and drought resistance in the seedlings of forage triticale to water stress. *J Agric Sci* 1(2):50–57.