

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAZI *Triticum* ve *Aegilops* TÜRLERİNİN SARI PAS (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) HASTALIĞINA DAYANIKLILIK DURUMLARININ BELİRLENMESİ

Sibel BÜLBÜL

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

ANKARA
2025

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BAZI *Triticum* ve *Aegilops* TÜRLERİNİN SARI PAS (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*)
HASTALIĞINA DAYANIKLILIK DURUMLARININ BELİRLENMESİ

Sibel BÜLBÜL

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Aziz KARAKAYA

Triticum monococcum (22 adet), *Triticum boeoticum* (53 adet), *Aegilops tauschii* (5 adet), *Aegilops speltoides* (13 adet) ve *Triticum dicoccoides* (1 adet) türlerine ait 94 adet yabani ve yerel buğdaylardan meydana gelen popülasyondan elde edilen tek başaklarda; yüksek virülensliğe sahip olan ve ülkemizde yaygınlığı belirlenmiş olan sarı pasın (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) Yr27 ve *Warrior* ırklarına karşı yapay inokulasyon altında tam kontrollü yetiştirme odasında ve tarlada, fide ve ergin dönem reaksiyonları belirlenmiştir. Çalışma sonucunda 28 *Triticum boeoticum*; 8 *Aegilops speltoides* genotipi ile *Triticum monococcum* genotiplerinin tamamı hem fide hem de ergin dönemlerinde her iki ırka karşı dayanıklı reaksiyon göstermişlerdir. Bu çalışma sonucunda dayanıklı ve tolerant olarak tespit edilen genotipler dayanıklılık kaynağı olarak ıslah çalışmalarında kullanılabilir.

Şubat 2025, 66 sayfa

Anahtar Kelimeler: *Triticum* spp., *Aegilops* spp., *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*, hastalıklara dayanıklılık

ABSTRACT

Master Thesis

DETERMINATION OF RESISTANCE OF SOME *Triticum* and *Aegilops* SPECIES TO YELLOW RUST (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) DISEASE

Sibel BÜLBÜL

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Plant Protection

Supervisor: Prof. Dr. Aziz KARAKAYA

This study examined single ears from a total of 94 wild and cultivated wheat species, which included 22 accessions of *Triticum monococcum*, 53 accessions of *Triticum boeoticum*, 5 accessions of *Aegilops tauschii*, 13 accessions of *Aegilops speltoides*, and 1 accession of *Triticum dicoccoides* to yellow rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*), a highly virulent and widespread disease in Türkiye. This study assessed the susceptibility of these species to the Yr27 and Warrior races of yellow rust under controlled artificial inoculation conditions, both in a growth room and in the field, during the seedling and adult stages. The results indicated that 28 accessions of *Triticum boeoticum*, 8 accessions of *Aegilops speltoides*, and all genotypes of *Triticum monococcum* displayed resistant reactions to both races during both growth stages. These resistant and moderately resistant genotypes can serve as valuable resources for breeding programs aimed at developing disease-resistant wheat varieties.

February 2025, 66 pages

Key Words: *Triticum* spp., *Aegilops* spp., *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*, disease resistance

TEŞEKKÜR

Öncelikle danışman hocam sayın Prof. Dr. Aziz KARAKAYA'ya bana “Bazı *Triticum* ve *Aegilops* Türlerinin Sarı Pas (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) Hastalığına Dayanıklılık Durumlarının Belirlenmesi” adlı yüksek lisans tezini verdiği için ve tezi hazırlamamda bana her türlü destek ve katkısından dolayı çok teşekkür ederim. Ayrıca denemeleri kurmamda ve çalışmalarda yardımcı olan Dr. Emine Burcu TURGAY, Dr. Ayten SALANTUR ve Ali KADİROĞLU'na çok teşekkür ederim. Çalışmamızda kullanmış olduğumuz yerel ve yabancı buğday çeşitlerini bize temin eden Türkiye Tohum ve Gen Bankası'na ve fide dönemi testlemelerini gerçekleştirmemde yardımcı olan İzmir -Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü- Tahıl Pas Hastalıkları Araştırma Merkezi'ne yardımlarından dolayı ayrıca teşekkürler. Çalışmamda kullandığım araç gereçleri sağlayan ve çalışmamızı yaptığımız laboratuvar, denemeleri kurduğumuz sera ve büyütme odasını bizlere temin eden T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne ve İzmir -Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü- Tahıl Pas Hastalıkları Araştırma Merkezi çalışanlarına, özellikle çalışma arkadaşım Beyza ÖZTUNCA'ya teşekkürler. Beni bu günlere getiren ve bana her zaman her konuda destek olan aileme sonsuz teşekkürler.

Sibel BÜLBÜL

Ankara, Şubat 2025

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI

ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1 Yabani ve Yerel Buğdayın Önemi ve Özellikleri	3
2.2 Buğday Sarı Pas Hastalığının Tanımı	7
2.3 Buğday Sarı Pas Hastalığı Dayanıklılık Mekanizmaları.....	15
3. KAYNAK ÖZETLERİ	19
4. MATERYAL ve METOT.....	21
4.1 Materyal	21
4.2 Fide Dönemi Çalışmaları.....	25
4.2.1 Sarı pas hastalığı izolatlarının inokulumunun eldesi ve inokulasyonu	25
4.2.2 Hastalığın değerlendirilmesi ve sonuçlarının yorumlanması.....	28
4.3 Ergin Dönem Çalışmaları.....	30
4.3.1 Materyalin ekimi ve yetiştirilmesi	30
4.3.2 İnokulumun hazırlanması, inokulasyon ve inkübasyon	31
4.3.3 Hastalığın değerlendirilmesi ve sonuçlarının yorumlanması.....	33
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	36
5.1 Fide Dönemi Sonuçları	36
5.2 Ergin Dönem Sonuçları	47
KAYNAKLAR	55
ÖZGEÇMİŞ.....	66

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

° Derece

Kısaltmalar

ULV Cihazı	Ultra Low Volume Cihazı
EK	Enfeksiyon Katsayısı
R	Resistant (Dayanıklı)
MR	Moderately Resistant (Orta Derecede Dayanıklı)
MS	Moderately Susceptible (Orta Derecede Hassas)
MR-MS	Moderately Resistant - Moderately Susceptible (Orta Derecede Dayanıklı-Orta Derecede Hassas)
S	Susceptible (Hassas)
APR	Adult Plant Resistance (Yetişkin Bitki Dayanıklılığı)
N	Nekrotik Alanlar
C	Kloroz alanları
PST	<i>Puccinia striiformis</i> f. sp. <i>tritici</i>

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Buğdayın evriminin şeması	3
Şekil 2.2 Buğdayda sarı pas hastalığı hayat döngüsü	7
Şekil 2.3 Tarlada buğdayda sarı pas hastalığı belirtileri	8
Şekil 2.4 Bitkilerdeki direnç mekanizmaları.....	16
Şekil 2.5 Uygulanabilirlik ve çeşitliliğin buğday türlerinde pas direncine etkisi	16
Şekil 4.1 <i>Triticum monococum</i> bitkisine ait görüntü	22
Şekil 4.2 <i>Aegilops tauschii</i> bitkisine ait görüntü.....	23
Şekil 4.3 <i>Triticum boeoticum</i> bitkisine ait görüntü.....	23
Şekil 4.4 <i>Aegilops speltoides</i> bitkisine ait görüntü	24
Şekil 4.5 <i>Triticum dicoccoides</i> bitkisine ait başak görüntüsü	24
Şekil 4.6 Tek başaktan elde edilmiş genotiplerin iklim odasındaki görüntüsü.....	26
Şekil 4.7 Fidelerin 1,5-2 yaraklı dönemde inokulasyonuna ait görüntü	27
Şekil 4.8 Fidelerin inkübasyonuna ait görüntüleri	27
Şekil 4.9 Genotiplerde sarı pas hastalığının görüntüsü.....	28
Şekil 4.10 Sarı pas fide dönemi enfeksiyon tiplerine ait görüntü	29
Şekil 4.11 Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü İkizce Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde hastalık çalışması Hastalık ve Zararlılara Dayanıklılık Birimi alanına ait görüntü	30
Şekil 4.12 Genotiplerin tarladaki görüntüleri.....	31
Şekil 4.13 Genotiplere sarı pas hastalığına ait inokulumun verilmesine ait görüntü.....	32
Şekil 4.14 Sarı pas hastalığının tarlada gelişmesini sağlamak için yapılan sulama ve inokulum uygulamasına ait görüntü	32
Şekil 4.15 Tarlada yayıcı olarak kullanılan hassas kontrol çeşidi Little Clup çeşine ait görüntü.....	33
Şekil 4.16 Modifiye edilmiş Cobb skalası	33
Şekil 4.17 Ergin dönem sarı pas hastalığı değerlendirmelerine ait görüntü	34
Şekil 4.18 Modifiye edilmiş Cobb ıskalası yüzdelik	36

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1 <i>Warrior</i> ve <i>Yr27</i> ırklarının avirülens/virülenslikleri.....	22
Çizelge 4.2 Sarı pas hastalığına karşı genotiplerin reaksiyonlarının belirlenebilmesi için yürütülen fide testlerin değerlendirilmesinde kullanılan skala.....	29
Çizelge 5.1 Genotiplerin sarı pas hastalığı <i>Warrior</i> ırkına karşı fide dönemi reaksiyon sonuçları.....	36
Çizelge 5.2 Genotiplerin sarı pas hastalığı <i>Yr27</i> ırkına karşı fide dönemi reaksiyon sonuçları.....	41
Çizelge 5.3 Genotiplerin fide döneminde <i>Warrior</i> ve <i>Yr27</i> ırklarına karşı reaksiyonlarının ayrı ayrı ve birlikte genel değerlendirmesine ait veriler ...	46
Çizelge 5.4 Genotiplerin <i>Warrior</i> ve <i>Yr</i> ırklarına karşı ergin dönem reaksiyonlarına ait veriler	47
Çizelge 5.5 Genotiplerin <i>Warrior</i> ve <i>Yr27</i> ırklarına karşı ergin dönem reaksiyon sonuçlarına ait genel veriler.....	52
Çizelge 5.6 Genotiplerin <i>Warrior</i> ve <i>Yr27</i> ırklarına karşı fide ve ergin dönem reaksiyon sonuçlarına ait genel veriler	52

1. GİRİŞ

Serin iklim tahılları içinde geniş adaptasyon özelliğine sahip olup insan beslenmesinde yaygın olarak kullanılan ve en önemli enerji ve mineral kaynaklarından birisi olan buğday dünyada yetiştirilen kültür bitkileri içerisinde ekiliş ve üretim bakımından ilk sırada yer almaktadır. Buğday deniz seviyesinden dağlık bölgelere kadar çeşitli ortamlarda yetişmekte olup yaygın bir adaptasyona sahiptir (Geçit 2016). Kuzey Kutup Dairesi'nden ekvatora kadar en uygun yetiştiği aralık ise 30° ve 60°K ile 27° ve 40°G enlem aralığıdır (Nuttonson 1955). Bu nedenle buğday yılın her ayında dünyanın herhangi bir yerinde yetiştirilebilme potansiyeline sahiptir (Briggle ve Curtis 1987).

Ülkemizde, 2023 yılında en fazla buğday üretimi Konya, Şanlıurfa ve Ankara illerinde gerçekleşmiştir. Türkiye buğday yetiştiriciliğinde 2022/23 sezonunda kendine yeterlilik seviyesi %87,3 iken bu son dönemde %96'ya yükselmiştir (Anonim, 2024).

Ülkemiz coğrafyası, buğdayın gen merkezi olması nedeniyle yabancı buğday türlerini, buğday akraba türlerini, yerel buğday köy çeşitlerini ve modern buğday çeşitlerini barındırdığından son derece geniş bir çeşitliliğe ve zenginliğe sahiptir (Atak 2017). Bu genetik değerin korunması, karakterize edilmesi ve gelecek nesillere aktarılması son derece önemlidir.

Bitki patojenleri diğer pek çok bitki grubunda olduğu gibi buğday üretim alanlarında da görülmektedir. Bu patojenlerin meydana getirdiği hastalıklar sonucu ciddi verim ve kalite kayıpları yaşanmaktadır. Dünyada buğday üreticisi ülkeler içerisinde önemli bir yeri bulunan ülkemizde üretimi ve verimi sınırlandıran en önemli biyotik stres faktörlerinin başında pas hastalıkları gelmektedir. Ülkemizde bugüne kadar buğday bitkisinde farklı pas türlerinin oluşturduğu ürün kaybı %12-80 arasında kaydedilmiştir (Bolat vd. 1999). Oluşan yeni pas ırkları buğdayda dayanıklılık genlerinin üstesinden gelerek epidemi oluşturabilmektedir. Bu durum uzun süreli pas dayanıklılığına sahip buğday çeşitlerinin geliştirilmesini zorlaştırmakta ve kullanılabilen etkili pas dayanıklılık genlerinin sayısını azaltarak dayanıklı çeşitlerin sınırlı sayıda kalmasına neden olmaktadır (Kolmer 2005). Bu nedenle *Puccinia* türlerinin hayat devrinin,

patojen konukçu ilişkilerinin ve çevresel faktörlerindeki değişimin izlenmesi bir gereklilik değil zorunluktur.

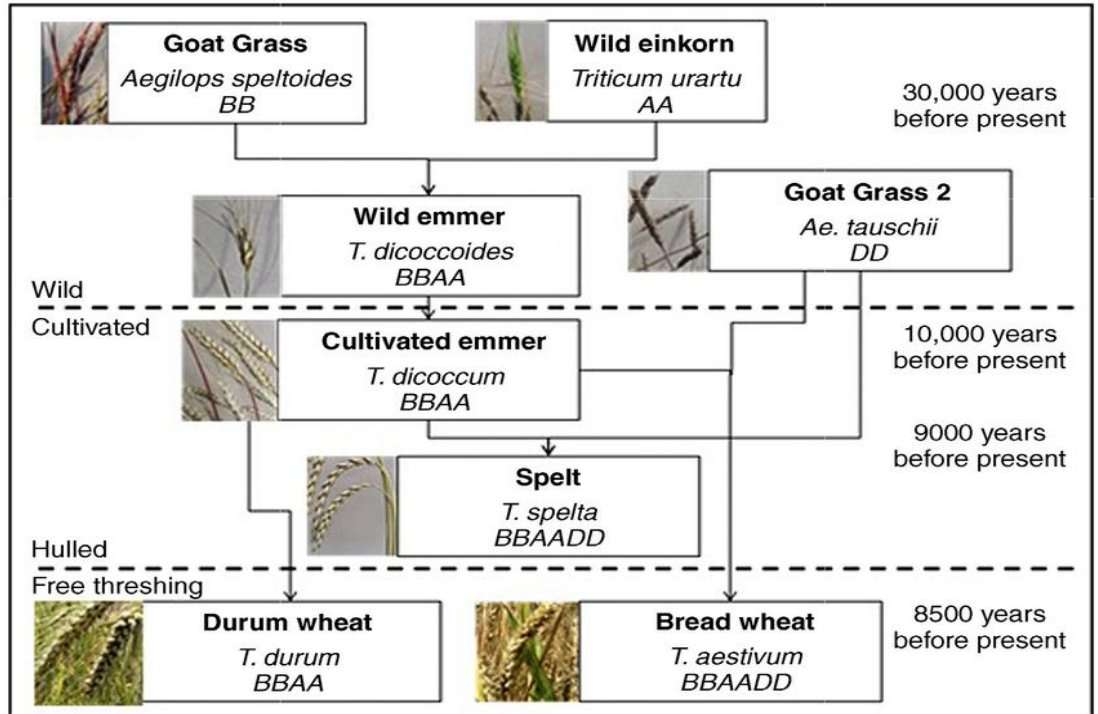
Yoğun epidemiler yaptığı zamanlarda hassas çeşitler üzerinde meydana gelen enfeksiyonlar, ürün kayıplarının %90' lara ulaştırabilmektedir (Aktaş, 2001). Patojen rüzgârla uzak mesafelere taşınarak epidemiler meydana getirebildiğinden mücadelesi de zor olmaktadır. İlaçlı savaşımın ekonomik ve çevreye olan olumsuz etkileri nedeniyle dayanıklı çeşit ıslahının yapılması, bu hastalığa karşı alınabilecek etkinliği en yüksek ve sürdürülebilir çözümlerden birisidir.



2. GENEL BİLGİLER

2.1 Yabani ve Yerel Buğdayların Önemi ve Özellikleri

Kültürü yapılmış olan ilk buğdayların kavuzlu, kırılğan başak yapısına sahip olduğu ve buğdaylar olgunlaşma dönemine geldiğinde başak ekseninin kırılıp başakçıkların başak ekseninden ayrıldığı düşünülmektedir (Zohary ve Hopf 2000). Günümüzde hekzaploid ekmeklik buğday (*T. aestivum* L.) ($2n=42$, AABBDD) ve tetraploid sert veya makarnalık buğdayın (*T. durum*) Desf. ($2n=28$, AABB) yaygın olarak üretimi yapılmaktadır. Buradaki A genomunun *Triticum urartu* Thumanjan ex Gandilyan'dan, B genomunun *Aegilops speltoides* Tausch'dan, D genomunun ise *Aegilops tauschii* Coss.'den geldiği kabul edilmektedir. Günümüzde buğday türleri içerisinde en çok ekmeklik buğdayın ve ikinci sırada da makarnalık buğdayın üretimi yapılmaktadır (Chantret vd. 2005). En çok ekmek ve makarna üretiminde kullanılan bu türler geçtiğimiz yüzyılda gerçekleştirilen buğday ıslah çalışmalarının ürünleridir.



Şekil 2.1 Buğdayın evrim şeması (Tadesse vd. 2016)

Triticum boeoticum türünden *Triticum monococcum*'un ; *Triticum dicoccoides* türünden *Triticum dicoccum*'un türemesi; A genom vericisi *Triticum urartu* ile B genom vericisi *Aegilops speltoides* arasındaki melezleme ile tetraploid tür olan *Triticum dicoccoides*'in, daha sonra *Triticum dicoccum*'un oluşması ve bu türün diploid *Aegilops tauschii* ile melezlenmesi ise hexaploid buğdayların oluşması süreçleri göz önüne alındığında (Chantret vd. 2005). bu söz konusu durum, modern, kültür ve yabani buğday türleri arasında sıkı bir ilişki olduğunu, aynı zamanda buğdayın gelişim sürecinde bu yabani türlerin yer aldığını ve bu türlerin ülkemizde yaygın olarak bulunmasının dayanıklılık çalışmalarında ne kadar önemli olduğunu göstermektedir

Ekmeklik buğdayda mevcut biyotik ve abiyotik stres faktörlerine karşı genetik varyasyonu artırmak için *T. turgidum* veya *T. durum* ile *Aegilops tauschii* arasında yapılan melezlemeler ve biyoteknolojik metotlar yardımıyla elde edilen sentetik ekmeklik çeşitlerin kültür çeşidi ekmeklikler ile yapılan geri melezleri materyal olarak çok değerli bulunmuştur (Mc Fadden ve Sears 1944, Mujeeb-Kazi vd. 1996, Reynolds vd. 2007, Dreisigacker vd. 2008, Trethovan ve Mujeeb-Kazi 2008). Anılan materyal kuraklığa, sıcaklığa, tuzluluğa, su kesmesine, bazı fungal yaprak hastalıklarına toleran ya da dayanıklı olması yanında yeni geliştirilen hatların adaptasyonunun artırılması bakımından da ıslah programlarına katkı sağlamıştır. Uzun boylu olmaları, yatmaya eğilim, geç başaklanma ve olgunlaşma ile düşük harman olma kabiliyetleri yabani türlerin arzu edilmeyen özelliklerdir.

Diploid ($2n=2x=14$ kromozomlu) buğdayların 1 tane yabani türü ve 1 tane yabani alt türü mevcut olup, bunlar *Triticum urartu* (AuAu) ve *Triticum boeoticum* (AbAb) dur. Bu buğdaylar birbiriyle melezlenemez ve bitki görüntüleri birbirinden tamamen farklıdır. Diploid bir tür siyez (*Triticum monococcum*) yabani akrabası olan *Triticum boeoticum*'dan türemiş bir buğdaydır. Kültürü yapılmakta olan buğdayları “kaplıca” ve “çıplak” buğdaylar olarak iki grupta toplayabiliriz. Siyez bir kaplıca grubu buğday olduğu için harman işlemleriyle kavuzundan ayıramamaktadır (Karagöz 1996, Kan vd. 2015).Dünyada ilk kez Güneydoğu Anadolu bölgesinde kültüre alındığı bilinen siyez buğdayı Türkiye'nin yanı sıra Balkan ülkeleri ve Fransa'da da yetiştirilmektedir (Lev-Yadun vd. 2000, Heun vd. 1997, Diamond 1997, Nesbit ve Samuel 1998). Türkiye'de

en fazla yetiştiriciliği Kastamonu ilinde yapılmakta olup burada en çok bulgur ve ekmek üretiminde kullanılmaktadır (Karabak vd. 2019).

Siyez buğdayının dünyada ilk kez Güneydoğu Anadolu'da kültüre alındığı öngörülmektedir (Diamond 1997, Heun vd. 1997, Nesbit ve Samuel 1998, Lev-Yadun vd. 2000).

Yerel çeşitler (köy çeşitleri) doğal ve yapay seleksiyon baskısı altında hayatta kalan, yerel damak zevkine uygun çoğunlukla popülasyon yapısında olan ve dış görünüşleri benzer bireyler topluluğudur. Geniş bir genetik temele sahiptirler. Yerel çeşitler modern kültür çeşitleriyle verim ve karlılıkta rekabet edemedikleri için ekim alanları günden güne azalmaktadır. Türkiye'de yerel ekmeklik ve makarnalık çeşitler eski yıllarda genel olarak sırasıyla akbuğdaylar ve sarı buğdaylar olarak adlandırılmıştır (Hocaoğlu ve Akçura 2014). Bu çeşitler ülke kültürel mirasının bir parçası olup korunmalı ve sürdürülebilir tarım koşullarında tarımı devam etmelidir. Buğday genetik kaynakları anaç olarak doğrudan melezleme yoluyla modern çeşitlerin gen havuzunu genişletmekte kullanılabilirler. Ancak düzenli tohum üretiminin yapılması ve bu kaynakların karakterizasyonu önemlidir.

Yabani akrabalar, tarım ürünlerinin genetik havuzunu genişletmesi bakımından önemlidir. Bu anlamda ülkemiz, buğdayın birincil ve ikincil gen havuzunda bulunan 23 yabani akrabasına (*Triticum*, *Aegilops*, *Amblyopyrum*, *Dasypyrum* vb.) ev sahipliği yapan çok önemli bir gen merkezidir (Cabi ve Doğan 2012). Yerel çeşitler, doğal popülasyon olmaları nedeniyle kültür buğday çeşitlerine göre çevre koşullarına, hastalık ve zararlılara karşı daha dayanıklıdır. Türkiye'de yamaçlarda, kayalık alanlarda; diğer ürünlerin/modern buğday çeşitlerinin yetişemeyeceği arazilerde yetişirler (Karagöz 1996).

Büyük ölçüde tarımsal ilaç ve gübre kullanılmadan doğal şartlarda üretilen yerel buğday çeşitleri, insan sağlığı için faydalı özellikleriyle bilinçli tüketicilerin aradığı sağlıklı ürünler sınıfındadır. Kaplıca grubu (kavuzlu) yerel buğday çeşitlerimizin üretimi, yüksek verimli modern buğday çeşitleriyle rekabet edemeyerek, 1960'lı yıllardan

itibaren büyük bir hızla azalmaya başlamıştır. Kaplıca buğdaylarının ekiliş alanıyla ilgili bir araştırmaya göre 1992 yılında sadece altı şehirde ekilen Gernik ve Siyez, Türkiye’de sınırlı bir üretime sahiptir (Karagöz 1996).

Ülkemizde yüzyıllardır doğal seleksiyon baskısı altında hayatiyetlerini devam ettiren yerel çeşitler pas, rastık ve diğer bazı fungal hastalıklara mukavemet sağlayan genlere sahiptir (Zencirci ve Birsin 2004). Bazı yerel buğday çeşitlerimiz büyük yerleşimlerden uzak, sarp, engebeli, eğimli ve modern tarım tekniklerini girmedikleri yörelerde hâlen ekilmektedir. Verimleri kültür çeşitlerine kıyasla düşük olmalarına rağmen yerel tüketim alışkanlıklarına uygunluk gösteren kalite özelliklerine sahip olmaları nedeniyle tercih edilmektedir (Karagöz ve Özberk 2014).

Modern buğday çeşitlerinin yaygın olarak yetiştirilmesi önemli genetik erozyona ve çeşitlilik kaybına sebep olmuştur (Peng vd. 2011). Oluşan genetik erozyon buğdayın zararlılara ve hastalıklara karşı hassasiyetini artırmıştır (Nevo 2009, Solh vd. 2012).

P. striiformis f. sp. *tritici* etmeninin neden olduğu buğdayda sarı pas hastalığı; dünyada buğday yetiştirilen hemen hemen tüm bölgelerde görülebilen sınır tanımayan ve bu nedenle mücadelesi zor bir hastalıktır.

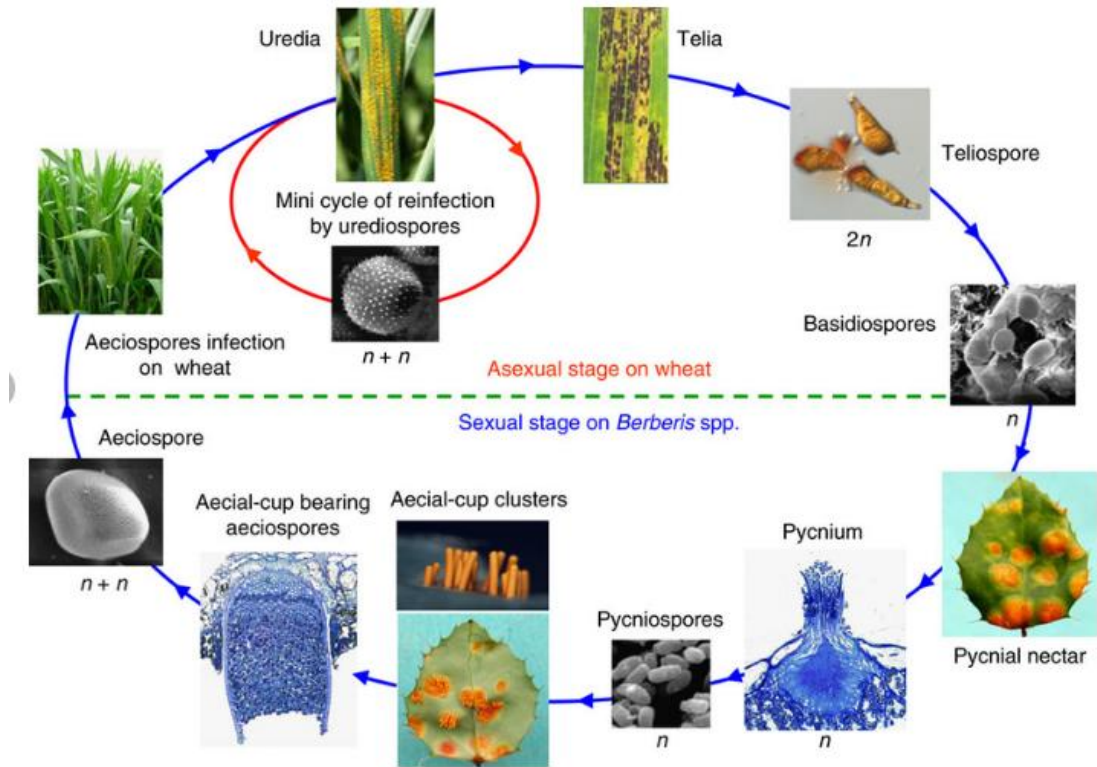
Hastalık ile mücadelede kullanılabilen fungusitler bulunmaktadır. Fungisit uygulayamayan ve hassas çeşit ekimi yapan küçük çiftçiler daha büyük alanlardaki üretim alanlarına inokulum kaynağı oluşturarak yeni ırkların oluşması ve yayılması ihtimalini artırır. Uzun dönem fungusit uygulamaları, etmenlerin fungusite dirençli ırklarının oluşmasına sebep olmaktadır. Dolayısıyla bu hastalıkla en etkili mücadele yöntemi ıslah çalışmaları sonucunda dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesidir (Anonim 2004).

Sarı pas etmeninin sürekli yeni ırklarının ortaya çıkması yetiştiriciler için önemli bir zorluktur. Bu nedenle, daha fazla dayanıklılık kaynakları belirlemeyebilmek gerekmektedir. Dar bir genetik temele sahip olan buğdayda hastalık direnci için buğdayın yabani akrabaları yeni genlerin kaynağı olarak kullanılabilir (Kuraparthi vd. 2007).

Bu nedenle bu çalışmada yeni dayanıklılık kaynaklarını tespit edebilmek ve mevcut gen havuzunu genişletebilmek amacıyla; Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, Türkiye Tohum Gen Bankasından temin edilen *Aegilops tauschii*, *Aegilops speltoides*, *Triticum boeoticum*, *Triticum monococcum* ve *Triticum dicoccoides* türlerine ait 119 populasyonun fide ve ergin dönemde sarı pasa karşı dayanıklılık durumları belirlenmiştir.

2.2 Buğday Sarı Pas Hastalığının Tanımı

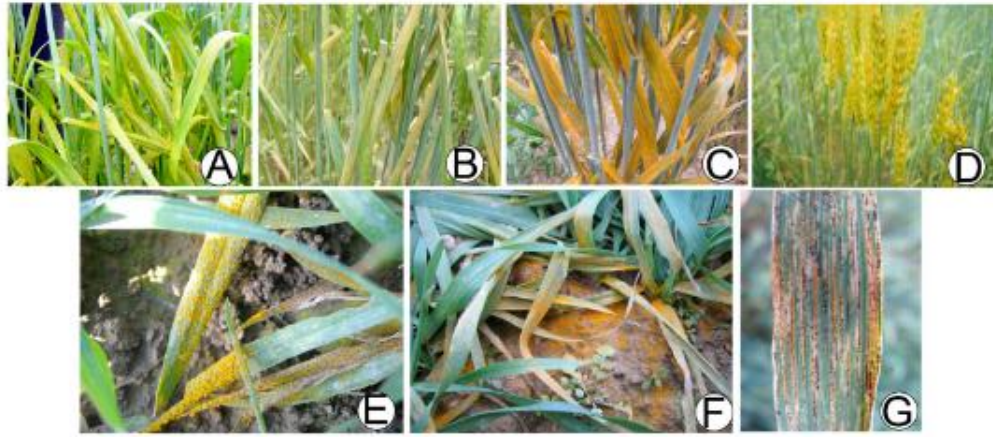
Eriksson (1894) hastalık etmenini konukçu- patojen ilişkisine göre 5 farklı şekilde sınıflandırmıştır. Bunlar arpada *P. striiformis* f. sp. *hordei*, buğdayda *P. striiformis* f. sp. *tritici*, çavdarda *P. striiformis* f. sp. *secalis*, ayrıktta (*Agropyron* spp.) *P. striiformis* f. sp. *agropyri* ve *Elymus* türlerinde *P. striiformis* f. sp. *elymi*'dir.



Şekil 2.2 Buğdayda sarı pas hastalığı hayat döngüsü (Zheng vd. 2017)

Sarı pas hastalığının dünyadaki dağılımına ilişkin raporlar Stubbs (1985), Hassebrauk (1965), Li ve Zeng (2003) ve Line (2002) tarafından verilmiştir.

Sarı pas hastalığının etmeni, tahıl bitkilerinin yeşil dokularını enfekte etmektedir. Enfeksiyon, bitkiler yeşil olduğu sürece diğer bir ifadeyle tek yapraklı dönemden bitki olgunluğuna kadar herhangi bir zamanda gerçekleşebilir. Semptomlar enfeksiyondan yaklaşık bir hafta sonra ortaya çıkar ve sporlanma, en uygun sıcaklık koşulları altında enfeksiyondan yaklaşık 2 hafta sonra başlar. Etmen, ürediumlar adı verilen küçük, sarı ile turuncu renkli pas püstülleri oluşturur. Her üredium binlerce ürediniospor içerir (Chen 2005; Chen vd. 2014) (Şekil 2.3).



Şekil 2.3 Tarlada buğdayı enfekte eden sarı pas hastalığının belirtileri. (A–C) Hassas reaksiyona sahip ergin dönemdeki buğday yapraklarında sarıdan turuncuya kadar değişen uredinial püstüller. (D) Kılçıklı buğdaylarda uredinial püstüller. (E, F) Fide döneminde bulunan buğday yapraklarında sarıdan turuncuya uredinial püstüller. (G) Ergin dönemde olan buğday yaprağında telial ve uredinial püstüller (Chen vd. 2014).

Ürediniosporlar sarı ila turuncu renkte olup toz halindedir. Üredium çizgileri veya nekroz, fidelerin yapraklarında oluşmaz, ancak bitkiler yaşlandıkça, genellikle gövde uzamasından sonra oluşur. Bitki direncinin seviyesine ve sıcaklığa bağlı olarak, sporlanma olmadan çeşitli miktarlarda kloroz veya nekroz (aşırı duyarlı tepki) görülür. Yetişkin bitkilerin yapraklarında oluşan nekrotik çizgiler veya uzunlamasına noktalar, nekrotrofik patojenlerin neden olduğu noktalardan ayırt edilebilir. Etmen, konukçu olduğu bitkilerden su ve besinleri kullanır, bu da bitkileri zayıflatır (Chen 2005).

Diğer hastalıklarda olduğu gibi, hastalık üçgenindeki üç faktör de hastalığın gelişimi için önemlidir. Patojenin yazlık sporlarının (urediniosporlar) ortamda var olması, hassas konukçu bitkilerin mevcut olması ve en uygun hava koşullarının bulunması sarı pas hastalığının gelişimi için gereklidir. Sarı pas hastalığının epidemilerini etkileyen en önemli üç hava faktörü nem, sıcaklık ve rüzgârdır. Nem, spor çimlenmesini, enfeksiyonunu ve hayatta kalmasını etkiler (Chen 2005). Urediniosporların çimlenmesi ve bitkileri enfekte etmesi için bitki yüzeylerinde en az 3 saat sürekli nem (çiğ oluşumu) gerekir (Rapilly 1979). Büyüme mevsimi boyunca sık sık çiğ oluşumunun olduğu nemli bölgeler, sarı pas için elverişli koşullar oluşturmaktadır. Yüksek nem enfeksiyonu teşvik ettiğinden, sulanan tahıl ürünleri sarı pas hastalığına karşı savunmasızdır. Yağmurlu bölgelerde, hafif yağmurlar enfeksiyon için ideal koşulları yaratır. Yağmurlardan sonra, havadaki ve topraktaki yüksek nem genellikle birkaç gece boyunca çiğ oluşturur ve enfeksiyon için elverişli koşulları oluşturmaktadır. Yağmur ayrıca sporları dağıtarak hastalığı yayabilir çünkü yağmur damlaları urediniosporları doğrudan etkiyle veya sıçramayla serbest bırakır (Rapilly 1979). Sarı pas hastalığını bir bölgedeki yağış ve tarlalardaki çiğ oluşumunun izlenmesiyle tahmin etmek mümkün olabilir. Yüksek nem, spor çimlenmesini destekleyerek hastalığı teşvik eder, ancak aynı zamanda sporların hayatta kalmasını olumsuz etkiler. Urediniosporlar çiğ mevcutsa ve sıcaklık doğru aralıktaysa çimlenebilirler. Sarı pas hastalığı söz konusu olduğunda, kuru sporlar nemli sporlardan daha uzun süre hayatta kalır ve bu nedenle bir sonraki ürünleri enfekte etmek ve daha uzun mesafelere yayılabilmeleri için hayatta kalma olasılıkları artar. Yaz sonundaki kuru hava geç hasat edilen ilkbaharda buğdayda üretilen urediniosporların yaz boyunca hayatta kalmasını ve sonbaharda ekilen kış buğdayının fidelerini enfekte edebilmesini sağlar. Bu durum her yıl sarı pas hastalığının meydana gelmesinin nedenlerinden birisidir. Nem ayrıca spor dağılımını da etkiler. Bağlı neme bağlı olarak, urediosporlar tek tek veya kümeler halinde yayılabilir (Rapilly 1979). Kümeler nem arttıkça boyut olarak büyür. Yüksek nem, urediniosporların yapraklara daha güçlü yapışmasına yol açar (Rapilly 1979). Bununla birlikte, yüksek nem genellikle enfeksiyon sıklığını artırarak hastalığı artırır. Sıcaklık, spor çimlenmesini ve enfeksiyonunu, latent dönemi, sporlanmayı, sporun hayatta kalmasını ve konukçu dayanıklılığını etkiler. *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* serin iklimleri tercih eder.

Hastalık, ürün sezonunda çok erken başlayabilir ve bu nedenle bazı bölgelerde kahverengi pas ve kara pasa göre daha şiddetli zarara neden olabilir.

Hastalık gelişimi için en uygun sıcaklık isteği 9-13°C arasındadır (Çat vd. 2017). Sıcaklığın sarı pas hastalığının gelişimi üzerindeki etkileri incelendiğinde, gece sıcaklıkları gündüz sıcaklıklarından daha çok kritik rol oynamaktadır (Stubbs 1985). Hem çiğ oluşumu hem de düşük sıcaklıkların beraber olması durumu en sık geceleri görülmektedir. Bu nedenle enfeksiyonların gece meydana gelme olasılığı daha yüksektir. Sıcak hava, özellikle sıcak geceler, hastalık gelişimini ve patojenin hayatta kalmasını kısıtlamaktadır. Ortalama ve maksimum günlük sıcaklıkların, sarı pas hastalığının bir bölgede veya bir mevsimde meydana gelip gelmediğini belirlemek için kullanılması yanıltıcı bir yaklaşımdır. Geceleri serin hava, sarı pas hastalığının gelişmesine ve patojenin hayatta kalmasına izin verir. Sıcaklık patojenin kışın hayatta kalmasını etkileyen en önemli faktördür. Patojenin en uygun gelişme sıcaklığının düşük sıcaklıklar olmasına rağmen, 2000'li yıllarda yapılan çalışmalar göstermiştir ki son epidemi yapan ırklar yüksek sıcaklıklara adaptasyon yeteneğine sahiptirler (Milus vd. 2009).

Dünya çapında yaygınlığı olan ve uzun mesafeli göç ve yeni alanları istila potansiyeli olan bitki patojenleri, bölgesel veya küresel olarak gıda güvenliği için ciddi bir tehdit oluşturabilir (Brown ve Hovmöller 2002, Dean vd. 2012, Beddow vd. 2015). Buğday gibi dünyanın çeşitli tarımsal ekolojik bölgelerinde yetiştirilen bitkiler, patojenleri için yerel, bölgesel ve kıtasal ölçeklerde geniş bir alan sağlar (von Broembsen, 1989, Brasier ve Buck, 2001). Buğday patojenleri, ekonomik, çevre dostu ve bazen tek mevcut olan hastalık direncini iyileştirmek için devam eden ve büyük ölçekli ıslah çabaları yoluyla büyük ölçüde kontrol altına alınmıştır. Dayanıklı ürün çeşitlerinin daha büyük ölçeklerde ve farklı bölgelerde başarılı bir şekilde dağıtılması, bölgeler arası virülenslik için patojen çeşitliliğinin daha iyi anlaşılmasını gerektirir (Brown ve Hovmöller, 2002). Hastalık direnci için dar genetik geçmişe sahip konukçu çeşitlerinin büyük ölçekli dağıtımının, bölgesel ve kıtasal ölçeklerde virülens edinimine neden olduğu bildirilmiştir (Hovmöller vd. 2002, Singh vd. 2004, Chen, 2005, Kolmer, 2005, Wellings, 2007). Bu durum özellikle hem mevsim içi hem de mevsim dışı hayatta

kalmak için canlı konukçuya bağımlı olan biyotrofik fungus patojenleri için geçerlidir ve konukçu direnci bu sayede patojenin virulent mutantlarını destekleyen güçlü bir seçim başlatır (McDonald ve Linde, 2002, Gladieux vd. 2011). Buğdayın (*Triticum aestivum*) ve tritikalenin (*Triticosecale*) pas patojenleri, mahsul üretimine sürekli tehdit oluşturan en önemli mahsul patojenleri arasındadır (Singh vd. 2008, Dean vd. 2012). Üç pas türü buğdayı enfekte eder ve küresel olarak dağılmıştır. *Puccinia striiformis*'nin neden olduğu sarı pas (Liu ve Hambleton 2010), *P. triticina*'nın neden olduğu yaprak (kahverengi) pası (Goyeau vd. 2006, Bolton vd., 2008) ve *P. graminis* f. sp. *tritici*'nin neden olduğu gövde (kara) pası (Leonard ve Szabo 2005, Singh vd. 2008, Berlin vd. 2012) dünyada yaygındır. Üç pas türünün de farklı alanlarda, yıllarda ve ortamlarda büyük kayıplara neden olarak hastalık salgınlarını desteklediği gösterilmiştir (Dean vd. 2012, Pardey vd. 2013, Beddow vd. 2015, Singh vd. 2016). Dünya çapında tekrarlayan istila vakaları (Wellings 2007, Ali vd. 2014, Hovmöller vd. 2016, Walter vd. 2016) muhtemelen uzun mesafeli göç kapasitesi (Brown ve Hovmöller 2002), avirülenslikten virülensliğe yüksek oranda mutasyon (Hovmöller ve Justesen 2007), farklı iklim koşullarına adaptasyon (Markell ve Milus 2008, Milus vd. 2009), rekombinant ve oldukça çeşitli popülasyonların varlığı (Ali vd. 2014, Thach vd. 2016) ve eşeysel bir döngü yoluyla yeni varyantların potansiyel varlığındandır (Jin vd. 2010, Rodriguez Algaba vd. 2020).

Dünyanın bazı bölgelerinde sarı pas hastalığı epidemisi meydana gelmektedir. Enfeksiyonun oluşması için, patojenin varlığı, patojenin oluşmasına elverişli iklim koşulları ve hassas konukçunun da bulunması en önemli etmenlerdir (Schwessinger 2017).

1970'li yıllarda Çin, Doğu Afrika, Orta Doğu, Pakistan, Hindistan ve Kuzey Afrika'yı da içine alan çok geniş bir alanda sarı pas hastalığı pandemisi gerçekleşmiş ve özellikle yaygın kullanımı olan "Siete Cerros" çeşidinde ve diğer çeşitlerde yoğun enfeksiyonlar gözlemlenmiştir (Saari ve Prescott 1985, McIntosh 2009). Bu durumun bu çeşitlerin içerisinde Yr2 dayanıklılık genini barındırdığı ve bu sebeple hastalık popülasyonuna karşı etkinliğini yitirmesinden dolayı kaynaklanabileceği belirtilmiştir.

İlk olarak 1990'lı yıllarda Doğu Afrika'dan rüzgârla taşınan pas sporlarının Pakistan, Hindistan ve Orta Doğu'da pandemi oluşturduğu belirtilmiştir. Bu durum buğdaylarda bulunan Yr9 dayanıklılık geninin mevcut hastalık popülasyonuna karşı etkinliğini yitirmesinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Singh vd. 2004).

Yr9 dayanıklılık genini barındıran buğday çeşitlerinde % 80'lere varan verim kayıplarının sebebinin yoğun sarı pas enfeksiyonları olduğu tespit edilmiştir (Wan vd. 2004).

1983 yılında Avustralya'da sarı pas hastalığı epidemisi yaşanmış olup, milyon dolarlık fungusit uygulaması yapılmıştır (Chen, 2005).

Avrupa' da buğdaylarda görülen en yaygın hastalıklardan birisi de sarı pas hastalığıdır. Şiddetli epidemi durumunda, hassas çeşit ekili alanlarda %50-60'lara varan verim kayıplarının olduğu bildirilmiştir (Moldenhauer vd. 2006).

Patojenin virülenslik yapısının ve farklı kıtalardaki büyük epidemi alanlarıyla ilişkili ırk(lar)ın farklılaşmasının daha iyi anlaşılması, dayanıklı veya daha az toleranslı ürün çeşitlerinin yetiştirilmesini ve konukçu dayanıklılığına dayalı uygun hastalık yönetim stratejilerinin geliştirilmesini kolaylaştırmak için yararlı olacaktır (Johnson, 1992; Hawkesford vd. 2013).

Sarı pas hastalığı Türkiye'de 1886 yılında M. Rasim tarafından ilk kez rapor edilmiştir (Özgen ve Kınacı, 1985). 1936 ile 1960 yılları aralığındaki bazı yıllarda üretim alanlarında epidemilerin oluştuğuna dair kayıtlar bulunmaktadır (İren 1964). Bu epidemilerin yaygınlığının Orta ve Batı Anadolu'da görüldüğü ancak; 1936, 1940, 1950 ve 1963 yıllarındaki epidemilerin tüm ülkede bulunduğu rapor edilmiştir. 1975, 1976, 1977, 1984 ve 1991 yıllarındaki kayıtlar incelendiğinde epidemilerin lokal veya bölgesel düzeyde oluştuğu bildirilmiştir. 1991 yılında, Batı Afrika'dan ülkemize taşınan sarı pas hastalığı ırkları özellikle Çukurova bölgesinde yetiştiriciliği yapılan ve içerisinde Yr9 dayanıklılık geni barındıran Seri-82 çeşidini etkileyerek ciddi bir şekilde

epidemiye neden olmuş ve önemli derecede üretimde verim kayıpları oluşmasını beraberinde getirmiştir (Braun ve Saari 1992). 1995 yılında gerçekleşen sarı pas epidemisinin buğday üretim alanlarında yarım milyon ton kayba neden olduğu ve kalite düşüklüğün de eklenmesiyle bu kaybın daha da fazla olduğunu bildirilmiştir (Düşünceli vd. 2000). 1998 yılında ise uzun süren serin ve yağışlı hava koşulları Orta Anadolu’da uzun dönem enfeksiyonların sürmesine, %98’e varan enfeksiyonların görülmesine ve dolayısıyla da % 26.5 ile % 50 arasında verim kayıplarının oluşmasına neden olmuştur (Düşünceli vd. 2000). 2009 yılında Orta Anadolu’da Gerek 79 çeşidinde ve 2010 yılında Orta Anadolu ve Güneydoğu Anadolu’da etkili olan sarı pas epidemisi nedeniyle önemli ürün kayıpları yaşanmıştır. Ankara, Konya, Eskişehir, Çukurova, Samsun, Amasya, Uşak illerinde ülkemizin güneyinden yeni bir sarı pas ırkının geldiği ve yüksek verim ve kalite kayıplarının gerçekleştiği bildirilmiştir (Mert 2010).

1995 yılında ülkemizde Mamluk vd. (1997), 5 farklı lokasyondan alınan örneklerle çalışarak ırk ayırıcı setler yardımıyla etkin dayanım sağlayan dayanıklılık genlerini *Yr1*, *Yr3V*, *Yr9+*, *Yr7+*, *Yr8+*, *YrCV*, *YrSp*, *Yr2+*, *Yr5* olarak rapor etmişlerdir. 1995-1998 yılları arasında Konya ve Afyonkarahisar lokasyonlarından alınan örnekler üzerinde çalışılmış olup ırk ayıcı setler yardımıyla hastalık popülasyonunda *Yr2*, *Yr6*, *Yr7*, *Yr9*, *Gaby* ve *A+* (Anza, Sonalika) dayanıklılık genlerinin etkin rol oynadığı rapor edilmiştir (Çetin vd. 2000).

Ülkesel Serin İklim Tahılları Hastalık Araştırmaları Projesi (ÜSİT-HAP) ile Ankara, Eskişehir, İzmir, Samsun lokasyonlarında ırk ayırıcı set kullanılarak doğal epidemi şartları altında yapılan çalışma sonucunda 13 dayanıklılık geninin (*Yr1*, *Yr3N*, *Yr3V*, *Yr4+*, *Yr5*, *Yr10*, *Yr11*, *Yr15*, *Yr17*, *Yr26*, *Yr-St.Dc*, *Sp.Pr.*, *YrCV*, *Yr Su x Om*) hastalık popülasyonuna karşı dayanıklılık gösterdiği, 14 dayanıklılık geninin (*Yr2*, *Yr6*, *Yr7*, *Yr8*, *Yr9*, *Yr12*, *Yr18*, *Yr24*, *YrA+*, *Yr2+*, *Yr6+*, *Yr7+*, *Yr9+*) ise mevcut hastalık popülasyonuna karşı hassas reaksiyon gösterdiği rapor edilmiştir (Anonim, 2004).

Düzce ilinde 19 adet ekmeklik buğday çeşidinin doğal epidemi altında bazı yaprak hastalıklarına karşı reaksiyonlarını belirleyebilmek amacıyla yapılan çalışmada Tekirdağ çeşidi %45,4 ile hassas, Midas çeşidi ise %0,6 ile en tolerant olarak

bulunmuştur (Altın vd. 2017). Yine 2017 yılında yapılan bir başka çalışmada, ülkemizdeki bazı tescilli çeşitlerin sarı pasa karşı hangi dayanıklılık genlerini içerdiği moleküler olarak tespit edilmiş, yazlık ve kışlık çeşitlerin çoğunda sadece Yr5 geninin olduğu, çok azında ise Yr5 ve Yr10 genlerinin birlikte bulunduğu belirlenmiştir (Akar ve Yıldız 2017).

2019-2020 yıllarında Antalya’da doğal epidemi şartları altında yapılan çalışmada ergin dönem dayanıklılık denemeleri yapılmış ve 54 farklı makarnalık buğday çeşidi ve 11 emer buğday genotipinde Yr5, Yr10 ve Yr15 dayanıklılık genlerinin varlığı genotipik çalışmalarla belirlenmiştir. Çalışmanın neticesinde 54 buğday çeşidinin Yr5 dayanıklılık genini taşımadığı, 12 tanesinin Yr10 dayanıklılık genine, ve 17 tanesinin de Yr15 dayanıklılık genlerine sahip olduğu, diğer 28 buğday çeşidinin sarı pas ırk/ırklarına karşı dayanıklı reaksiyon gösterdiği belirlenmiştir. Emer buğday genotiplerinin tamamı ise hassas reaksiyon göstermiştir (İpek vd. 2023).

Sarı pas hastalığı etmeni ile yapılan çalışmalar sonucunda, *Pst* ırklarının oluşumunda mutasyonun da önemli bir rolü olduğu ortaya konmuş ve avirü lent yapıda iken virü lent hale gelen veya bunun tersi durumda oluşan patojendeki farklılığın tek nokta mutasyonlarından kaynaklandığı bildirilmiştir (Wellings ve McIntosh 1990).

Yapılan bir çalışmada Kuzey Batı Avrupa’da büyük zarara yol açan ırk popülasyonlarının *Warrior* ve *Kranich* olduğu bildirilmiştir (Hovmöller vd. 2016, Walter vd. 2016). Sufyan vd. (2021) tarafından Pakistan’da yapılan bir çalışmada belirlenen 8 ırkın Yr5, Yr10, Yr15, Yr24, Yr32, YrSP ve YrT ye dayanıklılık genleri üzerine virü lent olmadığını; Yr1, Yr8, Yr9 ve Yr27 dayanıklılık genleri üzerine virü lent olduğu belirlenmiştir.

Farklı ırk ayırıcı setler geliştirilerek patojene ait birçok ırk olduğu ve yapılan moleküler çalışmalar sonucunda bu ırklara karşı dayanıklılık sağlayan birçok gen bölgesinin olduğu bildirilmiştir. Buğdayda sarı pas hastalığı etmeninin ırklarına karşı dayanıklılık sağlayan birçok gen bölgesi tespit edilmiş ve yapılan moleküler çalışmalar sonucunda 70’den fazla dayanıklılık geni karakterize edilmiştir (McIntosh vd. 2015).

Yapılan bir çalışmada 98 Çin buğday çeşidi ve geliştirilmiş hatlarında 26 farklı *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* izolatının sarı pas fide dönemi dayanıklılık reaksiyonları belirlenmiştir. 42 çeşit ve hatta Yr9 dayanıklılık geninin bulunduğu belirlenmiştir (Xia vd. 2007).

1966 yılında *Triticum spelta*'da Yr5 dayanıklılık geni tespit edilmiştir. Bu genin 2B kromozomunun uzun kolunda yer aldığı (Maver 1966) ve bitkinin erken döneminde *Pst* ırklarına karşı çok etkin olduğu belirlenmiştir (Chen vd. 2003).

Yr10 geni buğdayın yabani türü olan *Triticum spelta*'da tespit edilmiştir. Bu gen 1B kromozomunun uzun kolunda yer almaktadır (Macer 1975).

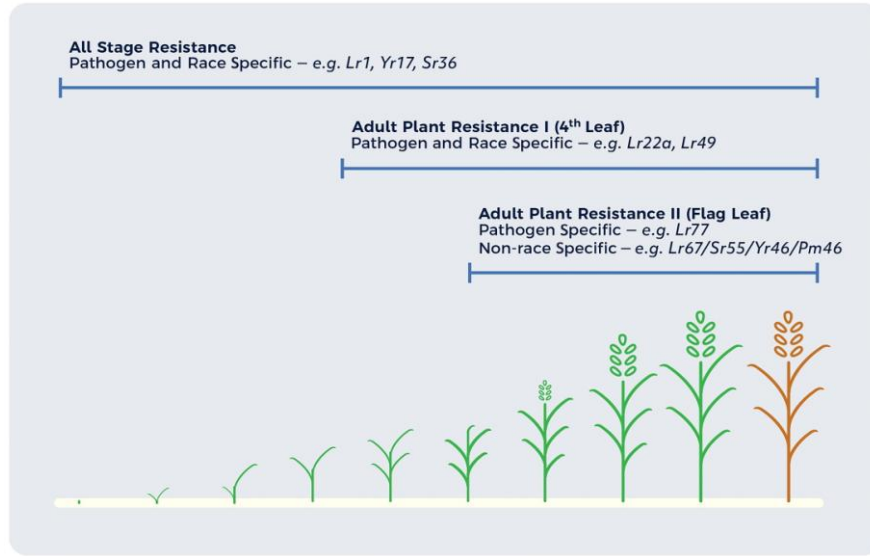
Buğdayın yabani türü olan *Triticum dicoccoides*, Yr15 dayanıklılık geni içermektedir. Bu gen 1B kromozomunun kısa kolunda yer almaktadır (Gerechter-Amitai vd. 1989).

Türkiyede 1995'te Adana ilinde yetiştirilen Seri 82 buğday çeşidinde sarı pas epidemisi dolayısıyla verim ve kalite kayıplarına rastlanılmıştır. Aynı zamanda kullanılan çeşitten ötürü sanayi alanında da kayıplara rastlanılmıştır (Mamluk vd. 1997).

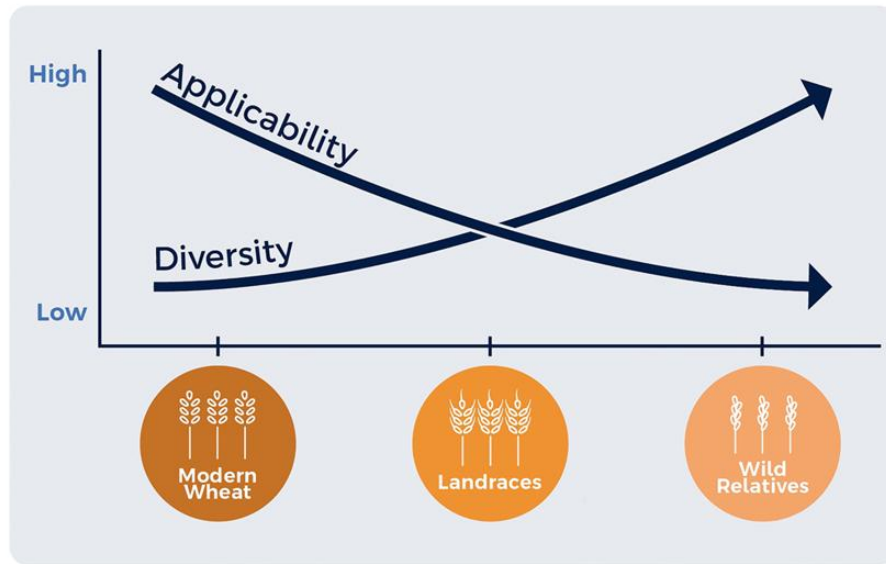
Türkiyede *Warrior* ırkı ülkemizde ilk defa 2014 yılında Trakya ve Marmara bölgesinde özellikle Tahirova-2000 ekmeklik buğday çeşidinde tespit edilmiştir. %80'lere varan oranda verim ve kalite kayıpları rapor edilmiştir (Mert vd. 2016).

2.3 Buğday Sarı Pas Hastalığı Dayanıklılık Mekanizmaları

Lupton ve Macer (1962), yedi buğday çeşidinde fidelerde dayanıklılığı belirlemek için yaptıkları çalışmada buğdayda sarı pas direnci genlerini (Yr genleri) belirtmek için Yr sembollerini ilk kez kullanmışlardır. Bitkilerdeki direnç mekanizmalarını açıklayan şema Şekil 2.4'de sunulmuştur. Şekil 2.5'de uygulanabilirlik ve çeşitliliğin buğday türlerinde pas direncine etkisini açıklayan şema sunulmuştur.



Şekil 2.4 Bitkilerdeki direnç mekanizmaları (Norman vd. 2023)



Şekil 2.5 Uygulanabilirlik ve çeşitliliğin buğday türlerinde pas direncine etkisi (Norman vd. 2023)

Yr genlerinin tanımlamaları, Profesör R. A. McIntosh liderliğindeki uluslararası bir danışma grubu tarafından incelenmekte ve bu grubun yaptığı güncellemeler (McIntosh vd. 2007) Uluslararası Buğday Genetiği Sempozyumu'yla (McIntosh vd. 2003) çakışacak şekilde her 5 yılda bir tam revizyonla yayınlanmaktadır. Bugüne kadar, buğdayda sarı pasa karşı direnç için 50'den fazla resmi olarak belirlenmiş ve birçok geçici olarak belirlenmiş Yr geni tanımlanmıştır ve bazıları dünyanın farklı bölgelerinde

yaygın olarak kullanılmıştır (McIntosh vd. 1995, 2003, 2007, Wellings vd. 2012, Xu vd. 2013).

Bitkilerde dikey ve yatay olmak üzere iki tür dayanıklılık bulunmaktadır. Dikey dayanıklılık; dayanıklılığın bir veya birkaç gen tarafından kontrol edilmesi olarak tarif edilmiştir. Yatay dayanıklılık ırka özgü olmayan dayanıklılık olarak tanımlanmaktadır (Vanderplank 1963, Knott 1989, Roelfs vd. 1992).

Bitkiler yaşam döngüleri boyunca bir dizi büyüme evresi ve ilgili gelişimsel geçişlerden geçerler (Poethig 1990). Bitki gelişimi sırasında meydana gelen morfolojik ve fizyolojik özelliklerdeki kademeli veya ani değişikliklerle birlikte, bitki dayanıklılığında farklılıklar ortaya çıkar (Panter ve Jones 2002, Whalen 2005, Develey-Riviere ve Galiana 2007). Gelişimsel dayanıklılığın en yaygın biçimi, gençlik aşamasında değil yetişkin aşamasında ifade edilen dayanıklılıktır. Bu geleneksel olarak yetişkin bitki direnci (Adult Plant Resistance - APR) olarak tanımlanır (Whalen 2005).

Patojenin virülenslik durumu ve bitkilerdeki dayanıklılık mekanizması ile dayanıklılığı sağlayan genler arasındaki ilişki “gene karşı gen teorisi” ile tanımlanmıştır (Flor 1956). Dayanıklılık genlerinin belirlenebilmesi için fide dönemindeki bitkilerin farklı virülensliklere sahip pas ırklarıyla testlenmesi gerekmektedir. Genotiplerin sarı pas hastalıklarının ırklarına karşı test edilmesiyle dayanıklılık durumları belirlenebilmektedir. Genotipler tarla koşullarında ergin dönemde sarı pas hastalığına karşı dayanıklılık da sergileyebilir. Herhangi bir genotip aynı sarı pas hastalığı ırkı ile inokule edildiyse ve bu genotip fide döneminde sera koşullarında hassas iken yalnızca ergin dönemde dayanıklılık gösteriyorsa ergin dönem dayanıklılık içerebileceği düşünülmektedir (Bariana vd. 2007).

Sarı pas fide dayanıklılığı bitkinin tüm büyüme aşamalarında ifade edilebilen, ırka özgü ve tek genle yönetilebilen bir dayanıklılık iken APR bitkinin daha sonraki aşamalarında ifade olan dayanıklılık türüdür (Chen 2005). Sarı pasa karşı fide dayanıklılığı ilk başta çok etkili olabilse de, genellikle ırka özgü olması ve yeni ırkların hızlı oluşabilmesi nedeniyle patojen tarafından kolayca üstesinden gelinebilir (Line ve Qayoum 1992,

Line ve Chen 1995). Buna karşılık, APR tam veya kısmi olabilir ve monogenik veya multigenik olabilir (Bariana ve McIntosh 1995, McIntosh vd. 1995) ve en önemlisi uzun süre dayanıklılık sağlamasıdır (Johnson 1988). APR direnci aynı zamanda yavaş paslanmayla (slow rusting) ilişkilidir. Bu nedenle patojenin daha düşük bir oranda gelişmesini, daha uzun latent dönem ve daha az sporlanma göstermesini sağlar (Parlevliet 2002). Dünyadaki birçok pas bilimcisi, ırka özgü olmayan APR ve/veya poligenik veya kantitatif direncin, fide aşamasına, monogenik ve/veya ırka özgü dirence kıyasla daha uzun vadeli direnç sağladığı konusunda genel olarak hemfikirlerdir (Johnson, 2000, Parlevliet, 2002, Sharma-Poudyal vd. 2013). Bu nedenle uzun süreli bir dayanıklılık elde edebilmek için farklı dayanıklılık genlerinin bir arada olduğu gen piramitlemesinin yapılması önemlidir (Ayliffe vd. 2008).

3. KAYNAK ÖZETLERİ

Hastalık etmeni *P. striiformis* f. sp. *tritici*'nin ırkları ayırıcı set olarak adlandırılan seçilmiş bitki genotipleri veya tek gen hatları üzerinde üretilen enfeksiyon tipleri ile belirlenmektedir (Singh 1992, Boshoff vd. 2002, Calonnec vd. 2002, Wellings ve Kandel 2004). Dünya ve Avrupa'da farklı genotip setlerine ek olarak, diğer kültürler ve (veya) tek Yr gen hatları sıklıkla *P. striiformis* f. sp. *tritici* izolatlarının virülenslik veya avirülenslik modellerini tanımlamak için ek ayırıcı setler olarak kullanılmaktadır (Boshoff vd. 2002; Wellings ve Kandel 2004).

Virülens, *P. striiformis* f. sp. *tritici* gibi obligat parazitlerin konukçu bitkiyi enfekte etmesi, büyümesi ve üremesi için gereklidir. Bir ırk ne kadar çok farklı genler içeren genotipi enfekte edebilir ise popülasyondaki etkisini o kadar artırır.

P. striiformis f. sp. *tritici* ırklarını ayırt etmek için kullanılan buğday genotiplerinin çoğu dayanıklılık için birden fazla gene sahiptir. Tek bir farklı genotipte iki veya daha fazla genin varlığı, tek bir dayanıklılık genine karşı virulent olan yeni ırkları hızla tespit etmeyi zorlaştırır (Wellings vd. 2004). Avustralya Sydney Üniversitesi'ndeki Bitki Yetiştirme Enstitüsü'nde, yakın izogenik hatlar 13 yıl süren çalışmalar sonucunda geliştirilmiştir. Bunlar, *P. striiformis* f. sp. *tritici*'nin virülenslik genlerini izlemek için dünya çapında kullanılmaktadır.

Anikster vd. (2005) *Aegilops kotschy*, *A. bicornis*, *A. longissima*, *A. sersaii*, *A. ovata*, *A. sharonensis*, *A. variabilis* ve *A. speltoides* türlerinden oluşan ve İsrail'in 18 farklı bölgesinden toplanan 1323 aksesyondan oluşan bitkileri sera koşullarında yetiştirmişler ve sera koşullarında sarı, kahverengi ve kara pas hastalık etmenlerini inokule etmişlerdir. Değerlendirmede bu üç pasa karşı yetiştirilen hemen hemen tüm *A. speltoides* bitkileri yüksek dayanıklılık göstermişlerdir.

Yapılan bir çalışmada 59 yerel ekmeklik ve makarnalık buğday genotipi fungal hastalıklar (kahverengi pas, sarı pas, kara pas, başak yanıklığı ve külleme) ve kalite parametreleri (protein değerleri, bin tane ağırlığı ve gluten analizi) bakımından

fonksiyonel SSR markörleri ile taranmıştır. Bu çalışmada 17 genotipin sarı pas hastalığına karşı dayanıklılık gösterdiği, 16 genotipte ise kahverengi pas hastalığına karşı dayanıklılıkla ilişkili allel genlerin bulunduğu ve 11 tane genotipte de kara pasa karşı dayanıklılık genlerinin bulunduğu tespit edilmiştir. Buğdayda başak yanıklığı için dört tane genotip dayanıklılık geni ile ilişkili bulunmuştur. Yüksek protein değeri için bakılan bütün genotiplerde de istenilen gen bulunmuş olup sarı pasa karşı dayanıklılık tespit edilmiştir (Uysal ve Dumlupınar 2022).

Yabani buğday türlerinden toplamda 21 türe ait 487 örnek 4 hastalığa (*E. graminis*, *Puccinia recondita*, *P. graminis*, ve *P. striiformis*) karşı test edilmiş ve dayanıklılık durumlarını tespit edebilmek amacıyla 3 yıl boyunca tarlada veya serada gözlemler alınmıştır. *Aegilops speltoides*, *A. longissima* subsp. *sharonensis*, *A. markgrafii* (tüm diploidler) ve *A. geniculata* (tetraploid) örneklerinde bu dört hastalığa karşı dayanıklılık bulunmuştur. Birçok türde iki veya daha fazla patojene dayanıklılık gözlemlenmiştir. *Aegilops* spp. örneklerinin 21 türünde de *Puccinia recondita*, *P. graminis*, *P. striiformis* ve *E. graminis*'e karşı dayanıklılıkların olduğu tespit edilmiştir. *A. speltoides*, *A. longissima* subsp. *sharonensis* ve *A. markgrafii* diploid buğdaylar ve tetraploid buğday *A. geniculata*' da fide dönemi dayanıklılığını göstermişlerdir (Valkoun vd. 1985).

Sarı pas hastalığında dayanıklılığı belirleyebilmek için gerçekleştirilen bir çalışmada, buğday ıslahı için yararlı genlerin önemli bir kaynağı olan ve hekzaploid buğdayın (*Triticum aestivum*) D-genom atası olan *Aegilops tauschii*'nin 118 aksesyonunda *P. striiformis* f. sp. *tritici* patojeninin sebep olduğu sarı pas hastalığına karşı dayanıklılık karakterize edilmiştir. Çalışmada Amerika Birleşik Devletleri ve Çin'de yaygın olduğu bilinen *Pst* ırkları kullanılmıştır. Hazar Denizi bölgesinden *A. tauschii* subsp. *strangulata* ve *A. tauschii* subsp. *tauschii* genotiplerinin sarı pas hastalığına karşı dayanıklı olduğu tespit edilmiştir. Sarı pas dayanıklılığının kalıtımı ayrıca 60 melezin F₂ bitkilerinde Çin'de görülen *Pst* ırklarının bir karışımı ile inokule edilerek de değerlendirilmiştir. Dayanıklı ve tolerant hatlar arasındaki melezlemeler hem baskın hem de çekinik kalıtımı göstermiştir (Liu vd. 2013).

4. MATERİYAL ve METOT

4.1 Materyal

Bu çalışma; Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından desteklenen (TAGEM/BSAD/T1/24/A2/P1/7439) “Bazı *Triticum* spp. ve *Aegilops* spp. Aksesyonlarında Agromorfolojik Karakterizasyon ve Pas Hastalıklarının Fenotipik Açından İncelenmesi” başlıklı proje kapsamında desteklenmiştir. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Türkiye Tohum Gen Bankasından temin edilen 119 adet *Aegilops tauschii*, *Aegilops speltoides*, *Triticum boeoticum*, *Triticum monococcum* ve *Triticum dicoccoides* türlerine ait popülasyon çalışmanın materyalini oluşturmuştur. Türkiye Tohum Gen Bankasından temin edilen 119 adet popülasyon tarlaya ekilmiştir. Bu tohumlar çalışmanın başlangıç materyalini oluşturmuştur. Popülasyon halinde bulunan bu tohumlar 30-35 cm sıra arası olacak şekilde 1 m uzunluğundaki sıralara ekim derinliği 4-6 cm olacak şekilde elle ekilmiştir. Özellikle az tohumun olduğu bazı sıralarda çıkışlar gerçekleşmemiş olup bu sıralar değerlendirilmemiştir. Çıkış yapan sağlıklı bitki sıralarından tek başak seçimi yapılmıştır. Bu materyal popülasyon halinde olduğundan tek başak seçimi yapılmıştır. Bu seçim saf hatların kullanılmasının gerekli olduğu moleküler çalışmalar ve hastalık dayanıklılığı çalışmalarının doğruluğu açısından önemlidir. Ekim yapılan sıralarda farklı bitkiler varsa o sırada popülasyondaki tüm bitkileri temsil edecek başaklar seçilmiş, o bitkilerin ana başakları başakçık dökülmesini ve karışıklığı önlemek amacıyla ayrı ayrı melez torbalarına alınmış, olgunluk zamanında makasla kesilerek hasat edilmiş ve sonra başaklardan tohumlar ayrı ayrı çıkarılmış ve numaralandırılmıştır. Bu başakların tohumları sıralara ekilmiş ve tek başak tohumları elde edilmiştir. Bu saf tohumlar hastalık çalışmalarında materyal olarak kullanılmıştır. Şekiller 4.1 - 4.5’de çalışılan materyalin bazılarına ait bitki görselleri sunulmuştur.

Çalışmada Yr 27 ve Wariror sarı pas ırklarına ait fungal izolatlar hem fide döneminde hemde ergin dönemde kullanılmıştır (Çizelge 4.1). Fide döneminde olan genotiplere Yr 27 ve Warrior sarı pas ırklarının ayrı ayrı inokülasyonu yapılmıştır. Ergin dönemdeki

genotiplere ise genotiplere Yr 27 ve *Warrior* sarı pas ırkları karıştırılarak inokulasyonu gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 4.1 *Warrior* ve Yr27 ırklarının avirülenslik/virülenslikleri (Avirulent olarak belirtilen genler dayanıklı, virulent olarak belirtilen genler ise hassas reaksiyon göstermiştir)

	Avirulent olduğu dayanıklılık genleri	Virulent olduğu dayanıklılık genleri
<i>Warrior</i>	Yr5, Yr10, Yr15, Yr24, Yr27	YrA, YrAvS, Yr1, Yr2, Yr3, Yr4, Yr6, Yr7, Yr8, Yr9, Yr17, Yr25, Yr32, YrSp, YrSu, YrND, YrSD, YrTres
Yr 27	Yr1, Yr3, Yr4, Yr5, Yr10, Yr15, Yr17, Yr24, Yr32, YrSp, YrND, YrSD, YrTres	YrA, YrAvS, Yr2, Yr6, Yr7, Yr8, Yr9, Yr25, Yr27, YrSu



Şekil 4.1 *Triticum monococcum* bitkisine ait görüntü



Şekil 4.2 *Aegilops tauschii* bitkisine ait görüntü



Şekil 4.3 *Triticum boeoticum* bitkisine ait görüntü



Şekil 4.4 *Aegilops speltoides* bitkisine ait görüntü



Şekil 4.5 *Triticum dicoccoides* bitkisine ait başak görüntüsü

4.2 Fide Dönemi Çalışmaları

Bu kapsamda Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Islah ve Genetik Bölümü-Hastalık ve Zararlılara Dayanıklılık Birimi tarafından yürütülen proje kapsamında tohumlar ilk yıl ekilmiş daha sonra tek başaklar toplanmıştır.

Tek başaklar ikinci yıl tarlaya ekilmiş ve bu bitkiler sarı pas için değerlendirilmeye alınmış ve reaksiyon sonuçları belirlenmiştir. Bu tek başak bitkilerinden elde edilen tohumların bir kısmı da sarı pas için fide dönemi testlemelerinde kullanılmıştır.

Fide dönemi çalışmaları İzmir -Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü- Tahıl Pas Hastalıkları Araştırma Merkezi bünyesinde bulunan tam kontrollü iklim odalarında gerçekleştirilmiştir.

4.2.1 Sarı pas hastalığı izolatlarının inokulumunun eldesi ve inokulasyonu

Fide dönemi çalışmalarında taze spor üretiminden elde edilen inokulum kaynağı kullanılmıştır. Taze spor üretimini gerçekleştirebilmek ve inokulum miktarını arttırmak amacıyla sarı pas hastalığına karşı reaksiyonu hassas olarak bilinen Morocco çeşidi kullanılmıştır. Çeşide ait 6-8 adet tohumlar 7x7x9 cm plastik saksılara ekilmiştir. Yetiştirme odasında hassas çeşitlerin ilk yaprakları çıkmaya başladığında spor üretimini teşvik etmek amacıyla toprağa 0.35 g/l Maleic hydrazide uygulanmıştır. -80 °C de muhafaza altına alınan izolatlara ait sporlar ilk önce ısı şoklama işlemine (40°C'ye ayarlı su banyosunda 10 dakika) tabii tutulmuştur. İnokulasyon için Knott (1989) ve McIntosh vd. (1995) yöntemleri kullanılmıştır. Bu amaçla fideler 1,5-2 yapraklı dönemde (7-9 günlük) madeni yağ (3M Novec 7100 veya Soltrol 170 mineral yağı) içerisinde süspanse edilmiş sarı pas ürediosporları ile inokule edilmiştir. İnokulasyonu takiben fideler 24 saat süreyle 9-12°C'de % 98-99 oranında bağıl nem ortamında inkubasyona tabii tutulmuştur. İnkubasyonun ardından bitkiler tam kontrollü iklim odalarına konularak gerekli bakım işleri gerçekleştirilmiştir. Çoğaltılan sporlar pas toplama cihazıyla (Millipore vakum pompası ve T valve spor toplayıcı yardımı ile kryo

tüpler ile) toplanarak fide dönemi ve ergin dönem test çalışmalarında inokulum olarak kullanılmıştır.

Tek başaktan elde edilmiş olan tohumlar kavuzlarından ayırma işlemlerinin ardından 7x7x9 cm plastik saksılara (bir saksıda 5-6 fide olacak şekilde) ekilmiştir. Saksılar inokülasyonun yapılacağı zamana kadar sera koşullarında 15-20 °C sıcaklıkta yetiştirilmiştir. Gerekli bakım işlemleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.6). Ekim yapılırken reaksiyon testlerinin sonuçlarının güvenilir olduğunu ve inkubasyon başarısını test etmek amacıyla setle birlikte Morocco hassas kontrol çeşidi ekilmiştir.



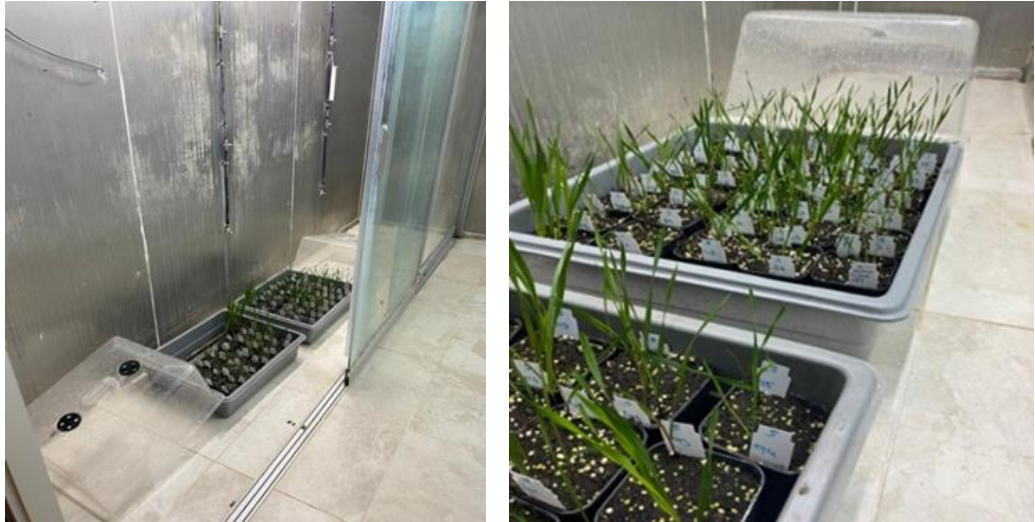
Şekil 4.6 Tek başaktan elde edilmiş genotiplerin iklim odasındaki görüntüsü

Fideler 1,5- 2 yapraklı döneme geldiklerinde madeni yağ (Soltrol 170) içerisine taze üretilmiş ve toplanmış olan ürediosporlar ile inokulum hazırlanmış ve yetiştirilen bu fidelere inokule edilmiştir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7 Fidelerin 1,5-2 yapraklı dönemde inokulasyonuna ait görüntü

İnokulasyonu takiben fideler inkübasyonda 24 saat süreyle 9-12°C’de %100 bağıl nem ortamında inkube edilmiştir. Ardından bitkiler tam kontrollü iklim odasına götürülerek gerekli bakım işlemleri uygulanmış ve hastalık gelişmesi takip edilmiştir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8 Fidelerin inkübasyonuna ait görüntüler

İnkubasyonun ardından yaklaşık 12 gün sonunda spor oluşumu gözlemlenmiştir. Hassas kontrol olarak ekilen Morocco çeşidinde 7-9 ıskala değerine ulaştıktan ve inokulasyondan 14 gün sonra okumalar gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9 Fide dönemindeki genotiplerde sarı pas hastalığının görüntüsü

4.2.2 Hastalığın değerlendirilmesi ve sonuçlarının yorumlanması

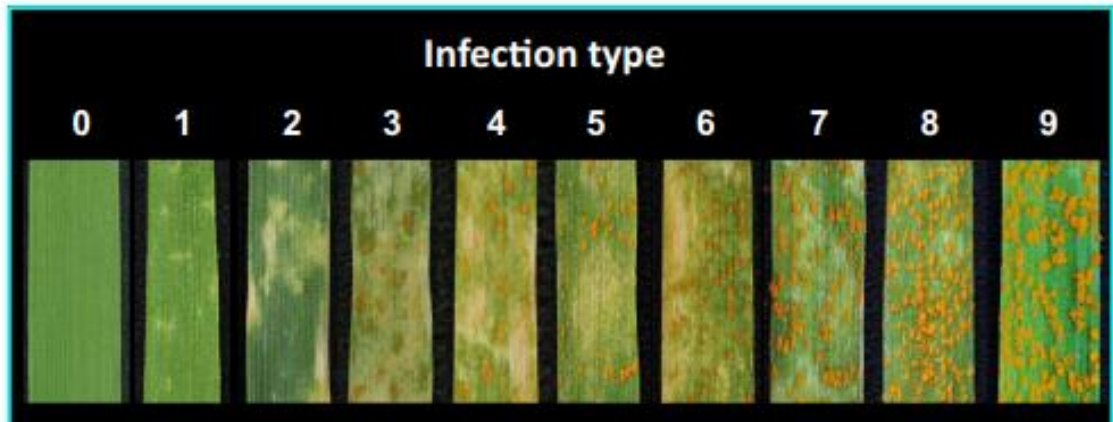
Sarı pas fide döneminde ve ergin dönemde bitki üzerinde gösterdiği reaksiyonlar farklı olduğu için fide ve ergin dönem çalışmalarında farklı ıskalalar kullanılmaktadır.

İskalalara ait detaylı bilgi Çizelge 4.2 ve 4.16'da verilmiştir. Reaksiyonlar değerlendirilirken enfeksiyon tiplerini esas alan McNeal 0-9 ıskalası kullanılmış ve dayanıklı ve hassas genotipler belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2 Sarı pas hastalığına karşı genotiplerin reaksiyonlarının belirlenebilmesi için yürütülen fide testlerin değerlendirilmesinde kullanılan ıskala (McNeal vd. 1971, McIntosh vd. 1995)

Iskala Değerleri	Hastalık Belirtisi
0	Hiçbir belirti yok.
1	Küçük Kloroz ve Nekrotik Lekeler; Hiçbir Sporulasyon Yok
2	Kloroz ve Nekrotik Lekeler; Hiçbir Sporulasyon Yok
3	Kloroz ve Nekrotik Lekeler; Sporulasyon ile sınırlı
4	Kloroz ve Nekrotik Lekeler; Sporulasyon ile sınırlı
5	Kloroz ve Nekrotik Lekeler; Orta Derece Sporulasyon
6	Kloroz ve Nekrotik Lekeler; Orta Derece Sporulasyon
7	Orta derecede Kloroz; Bol Sporulasyon
8	Sporulasyon Olan Bölge Arkasında Kloroz Oluşumu; Bol Sporulasyon
9	Hiçbir Bir Kloroz veya Nekroz Oluşumu Yok; Bol Sporulasyon

Bu ıskalaya göre değerlendirmelerde 0,1,2,3,4,5,6 ve bunların kombinasyonları dayanıklı, 7,8,9 ve bunların kombinasyonları hassas genotipler olarak değerlendirilmiştir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10 Sarı pas fide dönemi enfeksiyon tiplerine ait görüntü (Peterson vd. 1948)

4.3 Ergin Dönem Çalışmaları

Ergin dönem çalışması Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü İkizce Araştırma Çiftliğinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.11).



Şekil 4.11 Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü İkizce Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde denemelerin yürütüldüğü alan

4.3.1 Materyalin ekimi ve yetiştirilmesi

Her genotip sıra ara mesafesi 30-35 cm olan 1 m uzunluğundaki sıralara el ile ekilmiştir. Ekim işlemi 16 Ekim 2023 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Materyallerin ekim sıralarının aralarına her 10 sıra aralığından sonra bir sıra sarı pas hastalığına hassasiyeti bilinen Little Club (LC) çeşidi ekilmiştir. Bu ekim ile birlikte inokülasyonun başarısı kontrol edilmiştir (Şekil 4.12). Tohumların yetiştirilmesi bakımı ve sulaması tekniğine uygun olarak yapılmıştır. İnokülasyon işlemlerinden önce denemedeki yabancı otların kontrolü için herbisit uygulaması gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.12 Genotiplerin tarladaki ilk çıkışlarına ait görüntüleri

4.3.2 İnokulumun hazırlanması, inokulasyon ve inkübasyon

İzmir -Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü- Tahıl Pas Hastalıkları Araştırma Merkezi (TPHAM) tarafından temin edilen *Yr27* ve *Warrior* sarı pas ırklarının inokulumu kullanılmıştır. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Buğday Islah ve Genetik Bölümü Hastalık ve Zararlılara Dayanıklılık Biriminde -80° C de muhafaza altına alınmış olan *Yr27* ve *Warrior* sarı pas hastalığı ürediosporları kullanılmıştır. -80° C muhafaza altına alınan ürediosporlar ile dolu olan ve inokulasyon işlemi için kullanılacak tüpler 40°C'ye ayarlı su banyosunda 10 dakika boyunca ısı şokuna tabi tutulmuştur (Knott 1989, McIntosh vd. 1995).

Elde edilen inokulum 08.03.2024, 15.03.2024 ve 22.03.2024 tarihlerinde Soltrol 170 madeni yağı içerisinde süspanse hale getirilmiş ve ULV cihazı kullanılarak kardeşlenme başlangıcındaki buğdaylara püskürtülmüştür. Tween 20 kullanılarak hazırlanan süspansiyon 29.04.2024, 06.05.2024 13.05.2024, tarihlerinde ULV cihazı kullanılarak (kardeşlenme sonu ile sapa kalkma döneminde) bitkilere uygulanmıştır. Tarlada hastalığın çıkışı ve dağılımı gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13 Genotiplere sarı pas hastalığına ait inokulumun verilmesi

İnokulasyon sonrası hem bitkinin hem de hastalığın gelişimini teşvik etmek için uygun sulama teknikleriyle sulama yapılmış ve hastalığın gelişmesi teşvik edilmiştir.



Şekil 4.14 Sarı pas hastalığının tarlada gelişmesini sağlamak için yapılan sulama ve inokulum uygulaması

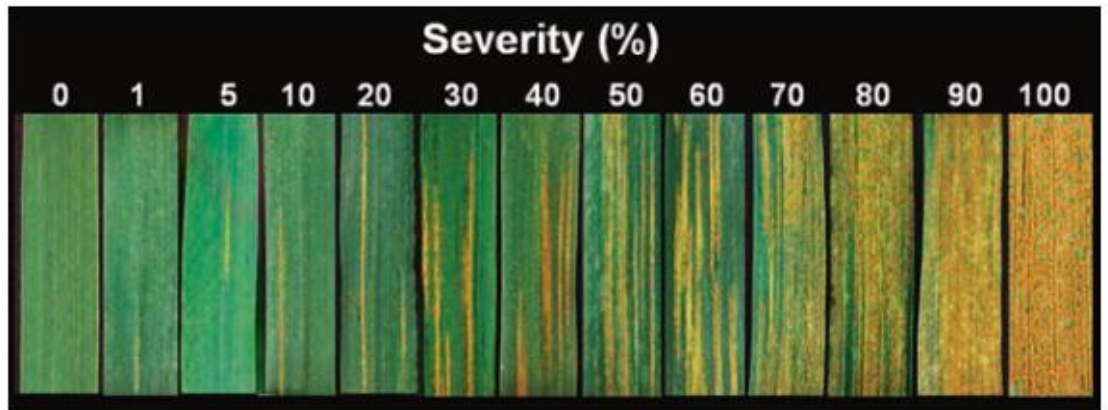
4.3.3 Hastalığın değerlendirilmesi ve sonuçlarının yorumlanması

Çevre şartlarına bağlı olarak hastalığın en yoğun görüldüğü süt olum devresinde olmak üzere hassas kontrol Little Club çeşidinde reaksiyonlar 80 S aldığında değerlendirme okumaları gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.15 Tarlada yayıcı olarak kullanılan hassas kontrol çeşidi Little Club çeşidine ait görüntü

Hastalığın değerlendirilmesinde Modifiye edilmiş Cobb ıskalası kullanılmıştır (Peterson vd. 1948) (Şekil 4.16).



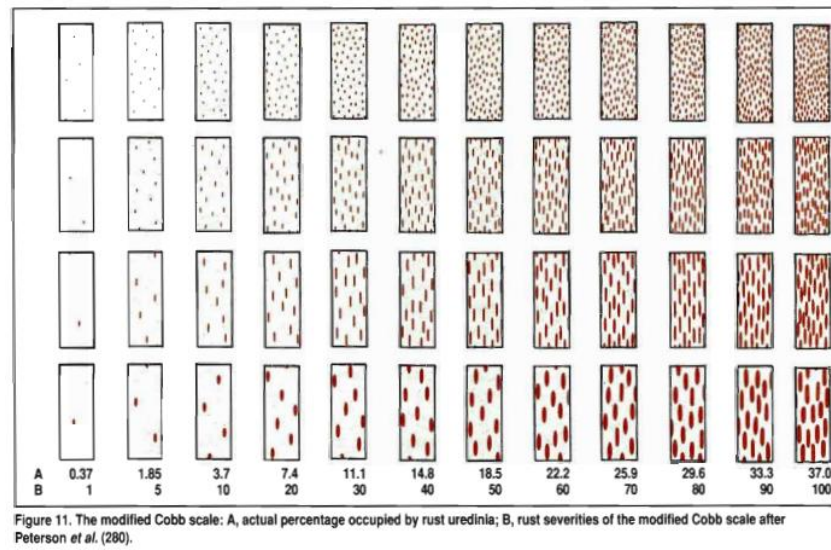
Şekil 4.16 Ergin dönemde sarı pas hastalığının değerlendirilmesinde kullanılan modifiye edilmiş Cobb ıskalası (Peterson vd. 1948)

Her bir genotipin sarı pas hastalığına gösterdiği reaksiyonların şiddeti ve enfeksiyon tipi değerlendirilmiştir. Hastalık değerlendirmeleri 07.06.2024, 16.06.2024 ve 22.06.2024 tarihlerinde üç okuma yapılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.17).



Şekil 4.17 Ergin dönem sarı pas hastalığı değerlendirmelerine ait görüntü

Bu verilerden yararlanarak Enfeksiyon Katsayısı (EK) hesaplanılmıştır (Roelfs vd. 1992).



Şekil 4.18 Modifiye edilmiş Cobb ıskası Yüzdelik (Peterson vd. 1948)

Değerlendirmede EK hesaplamaları 3. okuma değeri dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Enfeksiyon katsayısının hesaplanmasında reaksiyon tipleri olarak R (Dayanıklı): 0,2; MR (Orta Dayanıklı): 0,4; MS (Orta Hassas): 0,8; MR-MS (Orta Dayanıklı- Orta Hassas): 0,6; S (Hassas): 1 olmak üzere farklı katsayılar kullanılmıştır. Bu katsayılar ile pas şiddeti çarpılarak Enfeksiyon Katsayısı hesaplanmıştır. Örneğin, 50S şeklindeki bir skor, $50 \times 1 = 50$ olacak şekilde hesaplanılmıştır (Roelfs vd. 1992). Bu hesaplamalar ışığında enfeksiyon katsayısına göre; 0: Immün, 1-5: Dayanıklı, 6-20: Orta Dayanıklı, 21-40: Orta Hassas, 41-100 arası değer alanlar ise hassas olarak gruplandırılmıştır. Hesaplanan enfeksiyon katsayısına göre 0-20 arasında değer alanlar dayanıklı grupta yer alırken, 21-100 arası değer alanlar ise hassas grupta yer almıştır.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

5.1 Fide Dönemi Sonuçları

Genotiplerin sarı pas hastalığının *Warrior* ırkı izolatına karşı yetiştirme odası koşullarında fide döneminde gösterdiği reaksiyon sonuçları Çizelge 5.1’de verilmiştir.

Çizelge 5.1 Genotiplerin sarı pas hastalığının *Warrior* ırkına karşı fide dönemi reaksiyon sonuçları

Ekim Sıra No	Genotiplerin Bilimsel adı	Elde edildiği bölge	Sarı Pas Hastalığının <i>Warrior</i> Irkı İzolatına Karşı Genotiplerin Gösterdiği Reaksiyon Sonuçları		SONUÇ
			1. Tekerrür	2. Tekerrür	
1	<i>Triticum boeoticum</i>	NEVŞEHİR	9	8	HASSAS
2	<i>Triticum boeoticum</i>	GAZİANTEP	6	6	DAYANIKLI
3	<i>Triticum boeoticum</i>	DİYARBAKIR	2N	3C	DAYANIKLI
4	<i>Triticum boeoticum</i>	ANKARA	4	6	DAYANIKLI
29	<i>Aegilops speltoides</i>	BİLİNMIYOR	4	4	DAYANIKLI
30	<i>Aegilops speltoides</i>	BİLİNMIYOR	2N	1N	DAYANIKLI
31	<i>Aegilops speltoides</i>	BİLİNMIYOR	1N	0	DAYANIKLI
32	<i>Aegilops speltoides</i>	BİLİNMIYOR	2N	2C	DAYANIKLI
33	<i>Aegilops speltoides</i>	BİLİNMIYOR	Bitki Çıkışı Yok	Bitki Çıkışı Yok	BİTKİ ÇIKIŞI YOK
34	<i>Aegilops speltoides</i>	BİLİNMIYOR	2N	0	DAYANIKLI
35	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	6	4	DAYANIKLI
36	<i>Triticum monococcum</i>	AKSARAY	4	2C	DAYANIKLI
37	<i>Triticum monococcum</i>	KÜTAHYA	4	1C	DAYANIKLI
38	<i>Triticum monococcum</i>	KÜTAHYA	1N	1N	DAYANIKLI
39	<i>Triticum monococcum</i>	KÜTAHYA	2N	2C	DAYANIKLI
40	<i>Triticum monococcum</i>	KÜTAHYA	7	8	HASSAS
41	<i>Triticum monococcum</i>	ESKİŞEHİR	6	4	DAYANIKLI

Çizelge 5.1 Genotiplerin sarı pas hastalığının *Warrior* ırkına karşı fide dönemi reaksiyon sonuçları (devam)

42	<i>Triticum onococcum</i>	ESKİŞEHİR	3C	2N	DAYANIKLI
43	<i>Triticum boeoticum</i>	GAZİANTEP	9	8	HASSAS
44	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	3C	3C	DAYANIKLI
45	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	4	4	DAYANIKLI
46	<i>Triticum boeoticum</i>	GAZİANTEP	8	8	HASSAS
47	<i>Triticum boeoticum</i>	GAZİANTEP	8	8	HASSAS
48	<i>Triticum monococcum</i>	EDİRNE	5	5	DAYANIKLI
49	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	4	4	DAYANIKLI
50	<i>Aegilops speltoides</i>	GAZİANTEP	1	0	DAYANIKLI
51	<i>Triticum monococcum</i>	ÇORUM	1	0	DAYANIKLI
52	<i>Aegilops speltoides</i>	ADİYAMAN	1	0	DAYANIKLI
53	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	4	4	DAYANIKLI
54	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	2N	2N	DAYANIKLI
55	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	6	6	DAYANIKLI
56	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	1	0	DAYANIKLI
57	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	3	3	DAYANIKLI
58	<i>Aegilops speltoides</i>	DİYARBAKIR	1N	1N	DAYANIKLI
59	<i>Triticum boeoticum</i>	GAZİANTEP	1N	1N	DAYANIKLI
60	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	3	3	DAYANIKLI
61	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	4	6	DAYANIKLI
62	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	Bitki Çıkışı Yok	Bitki Çıkışı Yok	BİTKİ ÇIKIŞI YOK
63	<i>Triticum monococcum</i>	GAZİANTEP	4	4	DAYANIKLI
64	<i>Triticum boeoticum</i>	ERZURUM	2N	1N	DAYANIKLI
65	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	6	6	DAYANIKLI
66	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	6	6	DAYANIKLI
67	<i>Triticum monococcum</i>	GAZİANTEP	Bitki Çıkışı Yok	Bitki Çıkışı Yok	BİTKİ ÇIKIŞI YOK
68	<i>Triticum monococcum</i>	ŞANLIURFA	1N	0	DAYANIKLI

Çizelge 5.1 Genotiplerin sarı pas hastalığının *Warrior* ırkına karşı fide dönemi reaksiyon sonuçları (devam)

69	<i>Triticum monococcum</i>	ŞANLIURFA	5	6	DAYANIKLI
70	<i>Triticum monococcum</i>	ŞANLIURFA	2N	1N	DAYANIKLI
71	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	Bitki Çıkışı Yok	Bitki Çıkışı Yok	BİTKİ ÇIKIŞI YOK
72	<i>Triticum boeoticum</i>	GAZİANTEP	8	8	HASSAS
73	<i>Aegilops tauschii</i>	ŞANLIURFA	Bitki Çıkışı Yok	Bitki Çıkışı Yok	BİTKİ ÇIKIŞI YOK
74	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	1N	1N	DAYANIKLI
75	<i>Aegilops speltoides</i>	ŞANLIURFA	2C	1C	DAYANIKLI
76	<i>Aegilops speltoides</i>	ŞANLIURFA	6	6	DAYANIKLI
77	<i>Aegilops tauschii</i>	ŞANLIURFA	1C	1C	DAYANIKLI
78	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	9	8	HASSAS
79	<i>Aegilops tauschii</i>	ŞANLIURFA	9	8	HASSAS
80	<i>Aegilops speltoides</i>	ŞANLIURFA	2N	1N	DAYANIKLI
81	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	3C	2N	DAYANIKLI
82	<i>Aegilops tauschii</i>	ŞANLIURFA	6	6	DAYANIKLI
83	<i>Triticum boeoticum</i>	GAZİANTEP	1N	1N	DAYANIKLI
84	<i>Triticum boeoticum</i>	GAZİANTEP	1	0	DAYANIKLI
85	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	8	7	HASSAS
86	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	8	8	HASSAS
87	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	6	6	DAYANIKLI
88	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	Bitki Çıkışı Yok	Bitki Çıkışı Yok	BİTKİ ÇIKIŞI YOK
89	<i>Triticum monococcum</i>	KASTAMONU	2N	1N	DAYANIKLI
90	<i>Triticum monococcum</i>	ÇANKIRI	2N	1N	DAYANIKLI
91	<i>Aegilops speltoides</i>	ŞANLIURFA	1	0	DAYANIKLI
92	<i>Triticum monococcum</i>	ÇANKIRI	2N	2N	DAYANIKLI
93	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	1	0	DAYANIKLI
94	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	2C	1C	DAYANIKLI
95	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	6	6	DAYANIKLI

Çizelge 5.1 Genotiplerin sarı pas hastalığının *Warrior* ırkına karşı fide dönemi reaksiyon sonuçları (devam)

96	<i>Triticum monococcum</i>	ANKARA	2N	2N	DAYANIKLI
97	<i>Triticum monococcum</i>	ÇANKIRI	Bitki Çıkışı Yok	Bitki Çıkışı Yok	BİTKİ ÇIKIŞI YOK
98	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	1N	1N	DAYANIKLI
99	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	1	0	DAYANIKLI
100	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	1N	1N	DAYANIKLI
101	<i>Triticum monococcum</i>	SİNOP	Bitki Çıkışı Yok	Bitki Çıkışı Yok	BİTKİ ÇIKIŞI YOK
102	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	8	8	HASSAS
103	<i>Triticum dicoccoides</i>	ŞANLIURFA	9	9	HASSAS
104	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	2N	1N	DAYANIKLI
105	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	5	5	DAYANIKLI
106	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	1C	1C	DAYANIKLI
107	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	6	6	DAYANIKLI
108	<i>Aegilops tauschii</i> (Sin. <i>Aegilops tauschii</i> var. <i>meyeri</i>)	Yurt dışı	1	0	DAYANIKLI
109	<i>Aegilops tauschii</i> (Sin. <i>Aegilops tauschii</i> var. <i>meyeri</i>)	ŞANLIURFA	Bitki Çıkışı Yok	Bitki Çıkışı Yok	BİTKİ ÇIKIŞI YOK
110	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	6	6	DAYANIKLI
111	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	8	8	HASSAS
112	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	Bitki Çıkışı Yok	Bitki Çıkışı Yok	BİTKİ ÇIKIŞI YOK
113	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	1N	1N	DAYANIKLI
114	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	1C	1C	DAYANIKLI
115	<i>Triticum monococcum</i>	KASTAMONU	2N	2N	DAYANIKLI
116	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	3C	3C	DAYANIKLI
117	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	1	0	DAYANIKLI
118	<i>Triticum monococcum</i>	SİNOP	2N	2N	DAYANIKLI
119	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	2C	2C	DAYANIKLI

Genotiplerin sarı pas hastalığının *Warrior* ırkı izolatına karşı yetiştirme odası koşullarında fide döneminde gösterdiği reaksiyon sonuçlarına göre *Triticum boeoticum*'un 36 adet genotipi (2, 3, 4, 44, 45, 49, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 60, 61, 64, 65, 66, 74, 81, 83, 84, 93, 94, 95, 98, 99, 100, 104, 105, 106, 107, 110, 113, 114, 116, 117 numaralı genotipler) dayanıklı (avrirülent) (ıskalaya göre 0-6 reaksiyon alan) sonuç vermiştir.

On iki adet *Aegilops speltoides* genotipi (29, 30, 31, 32, 34, 50, 52, 58, 75, 76, 80, 91 numaralı genotipler), 3 adet *Aegilops tauschii* genotipi (77, 82, 108 numaralı genotipler) ve 18 adet *Triticum monococcum* genotipi (36, 37, 38, 39, 41, 42, 48, 51, 63, 68, 69, 70, 89, 90, 92, 96, 115, 118 numaralı genotipler) *Warrior* ırkı izolatına karşı dayanıklı reaksiyon göstermişlerdir. Bu *Warrior* ırkı sarı pas izolatına karşı dayanıklı reaksiyon gösteren genotiplerin *Yr5*, *Yr10*, *Yr15*, *Yr24*, *Yr27* genlerinden birini veya birkaç tanesini taşıyabileceği düşünülmektedir.

Genotiplerin sarı pas hastalığı etmeninin *Warrior* ırkı izolatına karşı yetiştirme odası koşullarında fide döneminde gösterdiği reaksiyon sonuçlarına göre 6 adet *Triticum boeoticum* genotipinin (1, 72, 78, 86, 102, 111 numaralı genotipler), 1 adet *Aegilops tauschii* genotipinin (79 numaralı genotip) ve 2 adet *Triticum monococcum* genotipinin (40, 67 numaralı genotipler) hassas (virülent) (ıskalaya göre 7-9 reaksiyon alan) reaksiyon verdiği tespit edilmiştir. Bu *Warrior* ırkı sarı pas izolatına karşı hassas reaksiyon gösteren genotiplerin *YrA*, *YrAvS*, *Yr1*, *Yr2*, *Yr3*, *Yr4*, *Yr6*, *Yr7*, *Yr8*, *Yr9*, *Yr17*, *Yr25*, *Yr32*, *YrSp*, *YrSu*, *YrND*, *YrSD*, *YrTres* genlerinden birini veya birkaç tanesini taşıyabileceği düşünülmektedir.

Genotiplerin sarı pas hastalığı etmeninin *Yr27* ırkı izolatına karşı kontrollü iklim odası koşullarında fide döneminde gösterdiği reaksiyonlar Çizelge 5.2'de verilmiştir.

Çizelge 5.2 Genotiplerin sarı pas hastalığının Yr27 ırkına karşı fide dönemi reaksiyon sonuçları

Ekim Sıra No	Genotiplerin Bilimsel Adı	Elde edildiği bölge	Sarı Pas Hastalığı etmeninin Yr27 Irkı İzolatına Karşı Genotiplerin Gösterdiği Reaksiyon Sonuçları		SONUÇ
			1. Tekerrür	2. Tekerrür	
1	<i>Triticum boeoticum</i>	NEVŞEHİR	8	9	HASSAS
2	<i>Triticum boeoticum</i>	GAZİANTEP	6	5	DAYANIKLI
3	<i>Triticum boeoticum</i>	DİYARBAKIR	4	4	DAYANIKLI
4	<i>Triticum boeoticum</i>	ANKARA	6	4	DAYANIKLI
29	<i>Aegilops speltoides</i>	BİLİNMIYOR	6	4	DAYANIKLI
30	<i>Aegilops speltoides</i>	BİLİNMIYOR	2C	2N	DAYANIKLI
31	<i>Aegilops speltoides</i>	BİLİNMIYOR	2C	3C	DAYANIKLI
32	<i>Aegilops speltoides</i>	BİLİNMIYOR	3C	3C	DAYANIKLI
33	<i>Aegilops speltoides</i>	BİLİNMIYOR	Bitki Çıkışı Yok	Bitki Çıkışı Yok	BİTKİ ÇIKIŞI YOK
34	<i>Aegilops speltoides</i>	BİLİNMIYOR	2N	2N	DAYANIKLI
35	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	6	6	DAYANIKLI
36	<i>Triticum monococcum</i>	AKSARAY	6	6	DAYANIKLI
37	<i>Triticum monococcum</i>	KÜTAHYA	6	6	DAYANIKLI
38	<i>Triticum monococcum</i>	KÜTAHYA	1N	2N	DAYANIKLI
39	<i>Triticum monococcum</i>	KÜTAHYA	1N	2N	DAYANIKLI
40	<i>Triticum monococcum</i>	KÜTAHYA	7	8	HASSAS
41	<i>Triticum monococcum</i>	ESKİŞEHİR	7	7	HASSAS
42	<i>Triticum monococcum</i>	ESKİŞEHİR	4	3C	DAYANIKLI
43	<i>Triticum boeoticum</i>	GAZİANTEP	9	8	HASSAS
44	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	2N	3C	DAYANIKLI
45	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	6	4	DAYANIKLI
46	<i>Triticum boeoticum</i>	GAZİANTEP	7	9	HASSAS

Çizelge 5.2 Genotiplerin sarı pas hastalığının Yr27 ırkına karşı fide dönemi reaksiyon sonuçları (devam)

47	<i>Triticum boeoticum</i>	GAZİANTEP	7	9	HASSAS
48	<i>Triticum monococcum</i>	EDİRNE	6	6	DAYANIKLI
49	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	6	6	DAYANIKLI
50	<i>Aegilops speltoides</i>	GAZİANTEP	2N	1N	DAYANIKLI
51	<i>Triticum monococcum</i>	ÇORUM	2N	1N	DAYANIKLI
52	<i>Aegilops speltoides</i>	ADİYAMAN	2N	1N	DAYANIKLI
53	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	2N	2N	DAYANIKLI
54	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	2N	2N	DAYANIKLI
55	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	3C	4	DAYANIKLI
56	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	3C	3C	DAYANIKLI
57	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	4	4	DAYANIKLI
58	<i>Aegilops speltoides</i>	DİYARBAKIR	2N	2N	DAYANIKLI
59	<i>Triticum boeoticum</i>	GAZİANTEP	1N	2N	DAYANIKLI
60	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	6	6	DAYANIKLI
61	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	6	6	DAYANIKLI
62	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	Bitki Çıkışı Yok	Bitki Çıkışı Yok	BİTKİ ÇIKIŞI YOK
63	<i>Triticum monococcum</i>	GAZİANTEP	6	6	DAYANIKLI
64	<i>Triticum boeoticum</i>	ERZURUM	6	6	DAYANIKLI
65	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	6	6	DAYANIKLI
66	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	6	6	DAYANIKLI
67	<i>Triticum monococcum</i>	GAZİANTEP	8	9	HASSAS
68	<i>Triticum monococcum</i>	ŞANLIURFA	2N	3C	DAYANIKLI
69	<i>Triticum monococcum</i>	ŞANLIURFA	4	6	DAYANIKLI
70	<i>Triticum monococcum</i>	ŞANLIURFA	2N	2N	DAYANIKLI
71	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	Bitki Çıkışı Yok	Bitki Çıkışı Yok	BİTKİ ÇIKIŞI YOK

Çizelge 5.2 Genotiplerin sarı pas hastalığının Yr27 ırkına karşı fide dönemi reaksiyon sonuçları (devam)

72	<i>Triticum boeoticum</i>	GAZİANTEP	8	9	HASSAS
73	<i>Aegilops tauschii</i>	ŞANLIURFA	Bitki Çıkışı Yok	Bitki Çıkışı Yok	BİTKİ ÇIKIŞI YOK
74	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	2N	1N	DAYANIKLI
75	<i>Aegilops speltoides</i>	ŞANLIURFA	1	1	DAYANIKLI
76	<i>Aegilops speltoides</i>	ŞANLIURFA	6	6	DAYANIKLI
77	<i>Aegilops tauschii</i>	ŞANLIURFA	1C	2C	DAYANIKLI
78	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	4	6	DAYANIKLI
79	<i>Aegilops tauschii</i>	ŞANLIURFA	8	9	HASSAS
80	<i>Aegilops speltoides</i>	ŞANLIURFA	2C	3C	DAYANIKLI
81	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	2C	3C	DAYANIKLI
82	<i>Aegilops tauschii</i>	ŞANLIURFA	4	4	DAYANIKLI
83	<i>Triticum boeoticum</i>	GAZİANTEP	4	4	DAYANIKLI
84	<i>Triticum boeoticum</i>	GAZİANTEP	4	4	DAYANIKLI
85	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	9	9	HASSAS
86	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	9	9	HASSAS
87	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	4	4	DAYANIKLI
88	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	Bitki Çıkışı Yok	Bitki Çıkışı Yok	BİTKİ ÇIKIŞI YOK
89	<i>Triticum monococcum</i>	KASTAMONU	3C	3C	DAYANIKLI
90	<i>Triticum monococcum</i>	ÇANKIRI	3C	3C	DAYANIKLI
91	<i>Aegilops speltoides</i>	ŞANLIURFA	2N	2N	DAYANIKLI
92	<i>Triticum monococcum</i>	ÇANKIRI	2N	2N	DAYANIKLI
93	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	1N	2N	DAYANIKLI
94	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	2C	3C	DAYANIKLI
95	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	3C	3C	DAYANIKLI
96	<i>Triticum monococcum</i>	ANKARA	1N	2N	DAYANIKLI

Çizelge 5.2 Genotiplerin sarı pas hastalığının Yr27 ırkına karşı fide dönemi reaksiyon sonuçları (devam)

97	<i>Triticum monococcum</i>	ÇANKIRI	Bitki Çıkışı Yok	Bitki Çıkışı Yok	BİTKİ ÇIKIŞI YOK
98	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	1N	2N	DAYANIKLI
99	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	1N	2N	DAYANIKLI
100	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	1N	2N	DAYANIKLI
101	<i>Triticum monococcum</i>	SİNOP	Bitki Çıkışı Yok	Bitki Çıkışı Yok	BİTKİ ÇIKIŞI YOK
102	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	8	8	HASSAS
103	<i>Triticum dicoccides</i>	ŞANLIURFA	8	8	HASSAS
104	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	8	8	HASSAS
105	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	8	8	HASSAS
106	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	8	8	HASSAS
107	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	8	8	HASSAS
108	<i>Aegilops tauschii</i>	Yurt dışı	2N	1N	DAYANIKLI
109	<i>Aegilops tauschii</i>	ŞANLIURFA	Bitki Çıkışı Yok	Bitki Çıkışı Yok	BİTKİ ÇIKIŞI YOK
110	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	6	4	DAYANIKLI
111	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	8	9	HASSAS
112	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	Bitki Çıkışı Yok	Bitki Çıkışı Yok	Bitki Çıkışı Yok
113	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	3C	1N	DAYANIKLI
114	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	2C	1C	DAYANIKLI
115	<i>Triticum monococcum</i>	KASTAMONU	2N	2N	DAYANIKLI
116	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	3C	3C	DAYANIKLI
117	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	1	0	DAYANIKLI
118	<i>Triticum monococcum</i>	SİNOP	1	2N	DAYANIKLI
119	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	1	2N	DAYANIKLI

Genotiplerin sarı pas hastalığı etmeninin Yr27 ırkı izolatına karşı tam kontrollü iklim odası koşullarında fide döneminde gösterdiği reaksiyon sonuçlarına göre dayanıklı (avirulent) (ıskalaya göre 0-6 reaksiyon alan) 38 adet *Triticum boeoticum* genotipi (2, 3,

4, 35, 44, 45, 49, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 60, 61, 64, 65, 66, 74, 78, 81, 83, 84, 87, 93, 94, 95, 98, 99, 100, 110, 113, 114, 116, 117, 119 numaralı genotipler), 12 adet *Aegilops speltoides* genotipi (29, 30, 31, 32, 34, 50, 52, 58, 75, 76, 80, 91 numaralı genotipler), 3 adet *Aegilops tauschii* genotipi (77, 82, 108 numaralı genotipler), ve 17 adet *Triticum monococcum* genotipi (36, 37, 38, 39, 42, 48, 51, 63, 68, 69, 70, 89, 90, 92, 96, 115, 118 numaralı genotipler) Yr27 ırkı izolatına karşı dayanıklı reaksiyon göstermişlerdir. Bu Yr27 ırkı sarı pas izolatına karşı dayanıklı reaksiyon gösteren genotiplerin Yr1, Yr3, Yr4, Yr5, Yr10, Yr15, Yr17, Yr24, Yr32, YrSp, YrND, YrSD, iYrTres genlerinden birini veya birkaç tanesini taşıyabileceği düşünülmektedir.

On üç adet *Triticum boeoticum* genotipi (1, 43, 46, 47, 72, 85, 86, 102, 104, 105, 106, 107, 111 numaralı genotipler), 1 adet *Aegilops tauschii* genotipi (79 numaralı genotip) ve 2 adet *Triticum monococcum* genotipi (40, 67 numaralı genotipler) Yr27 ırkı izolatına karşı hassas reaksiyon göstermişlerdir. Bu Yr27 ırkı sarı pas izolatına karşı hassas reaksiyon gösteren genotiplerin YrA, YrAvS, Yr2, Yr6, Yr7, Yr8, Yr9, Yr25, Yr27, YrSu genlerinden birini veya birkaç tanesini taşıyabileceği düşünülmektedir.

Triticum monococcum'un 67 numaralı genotipi *Warrior* ırkı fide dönemi çalışmaları yapılırken çıkış gerçekleşmemiş ve bu ırka karşı değerlendirme yapılamamıştır. Aynı genotip Yr27 ırkına karşı reaksiyon testlemelerinde çıkış yapmış olup değerlendirilmiştir. Yine *Triticum boeoticum*'un 112 numaralı genotipinde Yr27 ırkı fide dönemi çalışmaları yapılırken çıkış gerçekleşmemiş ve bu ırka karşı değerlendirme yapılamamıştır. Aynı genotip *Warrior* ırkına karşı reaksiyon testlemelerinde çıkış yapmış olup değerlendirilmiştir.

İki adet *Triticum boeoticum* genotipi (71, 88 numaralı genotipler), iki adet *Triticum monococcum* genotipi (97, 101 numaralı genotipler), 1 adet *Aegilops speltoides* genotipi (33) ve 2 adet *Aegilops tauschii* genotipinin (73, 79 numaralı genotipler) çıkışları yetiştirme odası koşullarında gerçekleşmediğinden fide döneminde her iki ırka karşı reaksiyon sonuçları tespit edilememiştir.

Çizelge 5.3 Genotiplerin fide döneminde *Warrior* ve *Yr27* ırklarına karşı reaksiyonlarının ayrı ayrı ve birlikte genel değerlendirmesine ait veriler

Genotiplerin Bilimsel Adı	<i>Warrior</i> Irkına Dayanıklılar	<i>Warrior</i> Irkına Hassaslar	<i>Yr27</i> Irkına Dayanıklılar	<i>Yr27</i> Irkına Hassaslar	<i>Warrior</i> ve <i>Yr 27</i> Irklarına Dayanıklılar	<i>Warrior</i> ve <i>Yr 27</i> Irklarına Hassaslar
<i>Triticum boeoticum</i>	39	10	36	13	35	9
<i>Triticum monococcum</i>	18	1	17	3	17	2
<i>Aegilops speltoides</i>	12	-	12	-	12	-
<i>Aegilops tauschii</i>	3	1	3	1	3	1
<i>Triticum dicoccoides</i>	-	1	-	1	-	1
Toplam	72	13	68	18	67	13

Ekilen bütün *Aegilops speltoides* genotipleri her iki ırka karşı dayanıklı reaksiyon göstermiştir. Her iki ırka karşı fide döneminde *Triticum dicoccoides*'in bir genotipi (103 numaralı genotip) hassas reaksiyon göstermiştir. Üç adet *Aegilops tauschii* genotipi (77, 82, 108 numaralı genotipler) fide döneminde yetiştirme odası koşullarında her iki ırka karşı dayanıklı reaksiyon göstermişlerdir. Bu genotiplerin *Yr5*, *Yr10*, *Yr15*, *Yr24* genlerinin birisini veya birkaç tanesini taşıyabileceği düşünülmektedir.

Bir adet *Aegilops tauschii* genotipi (79 numaralı genotip) ve 2 adet *Triticum monococcum* genotipi (40, 67 numaralı genotipler) her iki ırka karşı hassas reaksiyon göstermişlerdir ve bu genotiplerin *YrA*, *YrAvS*, *Yr1*, *Yr2*, *Yr3*, *Yr4*, *Yr6*, *Yr7*, *Yr8*, *Yr9*, *Yr17*, *Yr25*, *Yr 27*, *Yr32*, *YrSp*, *YrSu*, *YrND*, *YrSD*, *YrTres* genlerinin birisini veya birkaç tanesini taşıyabileceği düşünülmektedir.

Yedi adet *Triticum boeoticum* genotipi (43, 46, 47, 104, 105, 106, 107 numaralı genotipler) *Warrior* ırkı izolatına karşı dayanıklı reaksiyon gösterirken, *Yr27* ırkı izolatına karşı ise hassas reaksiyon göstermişlerdir.

5.2 Ergin Dönem Sonuçları

Ergin dönem çalışması Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü İkizce Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde gerçekleştirilmiştir. Ergin dönem sonuçlarına ait sonuçlar Çizelge 5.4'te verilmiştir.

Çizelge 5.4 Genotiplerin *Warrior* ve *Yr* ırklarına karşı ergin dönem reaksiyonlarına ait veriler

Ekim Sıra No		Şehir	Reaksiyon Şiddeti	Reaksiyon Tipi	Reaksiyon Katsayısı	Enfeksiyon Katsayısı	Sonuç
1	<i>Triticum boeoticum</i>	NEVŞEHİR	5	MS	0,8	4	DAYANIKLI
2	<i>Triticum boeoticum</i>	GAZİANTEP	0	0	0	0	IMMUNE
3	<i>Triticum boeoticum</i>	DİYARBAKIR	0	0	0	0	IMMUNE
4	<i>Triticum boeoticum</i>	ANKARA	70	MS	0,8	56	HASSAS
29	<i>Aegilops speltoides</i>	BİLİNMIYOR	50	MS	0,8	40	ORTA HASSAS
30	<i>Aegilops speltoides</i>	BİLİNMIYOR	0	0	0	0	IMMUNE
31	<i>Aegilops speltoides</i>	BİLİNMIYOR	50	MS	0,8	40	ORTA HASSAS
32	<i>Aegilops speltoides</i>	BİLİNMIYOR	0	0	0	0	IMMUNE
33	<i>Aegilops speltoides</i>	BİLİNMIYOR	0	0	0	0	IMMUNE
34	<i>Aegilops speltoides</i>	BİLİNMIYOR	0	0	0	0	IMMUNE
35	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	0	0	0	0	IMMUNE
36	<i>Triticum monococcum</i>	AKSARAY	5	MS	0,8	4	DAYANIKLI
37	<i>Triticum monococcum</i>	KÜTAHYA	0	0	0	0	IMMUNE
38	<i>Triticum monococcum</i>	KÜTAHYA	5	MS	0,8	4	DAYANIKLI
39	<i>Triticum monococcum</i>	KÜTAHYA	5	MS	0,8	4	DAYANIKLI
40	<i>Triticum monococcum</i>	KÜTAHYA	0	0	0	0	IMMUNE
41	<i>Triticum monococcum</i>	ESKİŞEHİR	10	MS	0,8	8	ORTA DAYANIKLI

Çizelge 5.4 Genotiplerin *Warrior* ve *Yr27* ırklarına karşı ergin dönem reaksiyonlarına ait veriler (devam)

42	<i>Triticum monococcum</i>	ESKİŞEHİR	0	0	0	0	IMMUNE
43	<i>Triticum boeoticum</i>	GAZİANTEP	10	MS	0,8	8	ORTA DAYANIKLI
44	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	0	0	0	0	IMMUNE
45	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	5	MS	0,8	4	DAYANIKLI
46	<i>Triticum boeoticum</i>	GAZİANTEP	80	MS	0,8	64	HASSAS
47	<i>Triticum boeoticum</i>	GAZİANTEP	10	MS	0,8	8	ORTA DAYANIKLI
48	<i>Triticum monococcum</i>	EDİRNE	0	0	0	0	IMMUNE
49	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	0	0	0	0	IMMUNE
50	<i>Aegilops speltoides</i>	GAZİANTEP	0	0	0	0	IMMUNE
51	<i>Triticum monococcum</i>	ÇORUM	0	0	0	0	IMMUNE
52	<i>Aegilops speltoides</i>	ADİYAMAN	80	MS	0,8	64	HASSAS
53	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	5	MS	0,8	4	DAYANIKLI
54	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	0	0	0	0	IMMUNE
55	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	10	MS	0,8	8	ORTA DAYANIKLI
56	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	70	MS	0,8	56	HASSAS
57	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	5	MS	0,8	4	DAYANIKLI
58	<i>Aegilops speltoides</i>	DİYARBAKIR	0	0	0	0	IMMUNE
59	<i>Triticum boeoticum</i>	GAZİANTEP	0	0	0	0	IMMUNE
60	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	0	0	0	0	IMMUNE
61	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	Bitki yok	Bitki yok	Bitki yok	Bitki yok	BİTKİ YOK
62	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	0	0	0	0	IMMUNE
63	<i>Triticum monococcum</i>	GAZİANTEP	Bitki yok	Bitki yok	Bitki yok	Bitki yok	BİTKİ YOK
64	<i>Triticum boeoticum</i>	ERZURUM	0	0	0	0	IMMUNE

Çizelge 5.4 Genotiplerin *Warrior* ve *Yr27* ırklarına karşı ergin dönem reaksiyonlarına ait veriler (devam)

65	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	0	0	0	0	IMMUNE
66	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	10	MS	0,8	8	ORTA DAYANIKLI
67	<i>Triticum monococcum</i>	GAZİANTEP	Bitki yok	Bitki yok	Bitki yok	Bitki yok	BİTKİ YOK
68	<i>Triticum monococcum</i>	ŞANLIURFA	0	0	0	0	IMMUNE
69	<i>Triticum monococcum</i>	ŞANLIURFA	0	0	0	0	IMMUNE
70	<i>Triticum monococcum</i>	ŞANLIURFA	Bitki yok	Bitki yok	Bitki yok	Bitki yok	BİTKİ YOK
71	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	Bitki yok	Bitki yok	Bitki yok	Bitki yok	BİTKİ YOK
72	<i>Triticum boeoticum</i>	GAZİANTEP	20	MS	0,8	16	ORTA DAYANIKLI
73	<i>Aegilops tauschii</i>	ŞANLIURFA	Bitki yok	Bitki yok	Bitki yok	Bitki yok	BİTKİ YOK
74	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	0	0	0	0	IMMUNE
75	<i>Aegilops speltoides</i>	ŞANLIURFA	0	0	0	0	IMMUNE
76	<i>Aegilops speltoides</i>	ŞANLIURFA	0	0	0	0	IMMUNE
77	<i>Aegilops tauschii</i>	ŞANLIURFA	80	MS	0,8	64	HASSAS
78	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	5	MS	0,8	4	DAYANIKLI
79	<i>Aegilops tauschii</i>	ŞANLIURFA	80	MS	0,8	64	HASSAS
80	<i>Aegilops speltoides</i>	ŞANLIURFA	80	MS	0,8	64	HASSAS
81	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	0	0	0	0	IMMUNE
82	<i>Aegilops tauschii</i>	ŞANLIURFA	90	MS	0,8	72	HASSAS
83	<i>Triticum boeoticum</i>	GAZİANTEP	0	0	0	0	IMMUNE
84	<i>Triticum boeoticum</i>	GAZİANTEP	0	0	0	0	IMMUNE
85	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	0	0	0	0	IMMUNE
86	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	0	0	0	0	IMMUNE
87	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	20	MS	0,8	16	ORTA DAYANIKLI

Çizelge 5.4 Genotiplerin *Warrior* ve *Yr27* ırklarına karşı ergin dönem reaksiyonlarına ait veriler (devam)

88	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	0	0	0	0	IMMUNE
89	<i>Triticum monococcum</i>	KASTAMONU	0	0	0	0	IMMUNE
90	<i>Triticum monococcum</i>	ÇANKIRI	0	0	0	0	IMMUNE
91	<i>Aegilops speltoides</i>	ŞANLIURFA	0	0	0	0	IMMUNE
92	<i>Triticum monococcum</i>	ÇANKIRI	0	0	0	0	IMMUNE
93	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	Bitki yok	Bitki yok	Bitki yok	Bitki yok	BİTKİ YOK
94	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	Bitki yok	Bitki yok	Bitki yok	Bitki yok	BİTKİ YOK
95	<i>Triticum boeoticum</i>	ADIYAMAN	0	0	0	0	IMMUNE
96	<i>Triticum monococcum</i>	ANKARA	0	0	0	0	IMMUNE
98	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	5	MS	0,8	4	DAYANIKLI
99	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	0	0	0	0	IMMUNE
100	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	10	MS	0,8	8	ORTA DAYANIKLI
101	<i>Triticum monococcum</i>	SİNOP	0	0	0	0	IMMUNE
102	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	50	MS	0,8	40	ORTA HASSAS
103	<i>Triticum dicoccoides</i>	ŞANLIURFA	80	S	0,8	64	HASSAS
104	<i>Triticum boeoticum</i>	ADIYAMAN	80	MS	0,8	64	HASSAS
105	<i>Triticum boeoticum</i>	ADIYAMAN	0	0	0	0	IMMUNE
106	<i>Triticum boeoticum</i>	ADIYAMAN	0	0	0	0	IMMUNE
107	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	0	0	0	0	IMMUNE
108	<i>Aegilops tauschii</i>	Yurt dışı	80	MS	0,8	64	HASSAS
109	<i>Aegilops tauschii</i>	ŞANLIURFA	Bitki yok	Bitki yok	Bitki yok	Bitki yok	BİTKİ YOK

Çizelge 5.4 Genotiplerin *Warrior* ve *Yr27* ırklarına karşı ergin dönem reaksiyonlarına ait veriler (devam)

110	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	0	0	0	0	IMMUNE
111	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	0	0	0	0	IMMUNE
112	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	0	0	0	0	IMMUNE
113	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	0	0	0	0	IMMUNE
114	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	0	0	0	0	IMMUNE
115	<i>Triticum monococcum</i>	KASTAMONU	0	0	0	0	IMMUNE
116	<i>Triticum boeoticum</i>	ADİYAMAN	0	0	0	0	IMMUNE
117	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	0	0	0	0	IMMUNE
118	<i>Triticum monococcum</i>	SİNOP	0	0	0	0	IMMUNE
119	<i>Triticum boeoticum</i>	ŞANLIURFA	0	0	0	0	IMMUNE

Immune reaksiyon alan genotipler; 32 adet *Triticum boeoticum* genotipi (2, 3, 35, 44, 49, 54, 59, 60, 62, 64, 65, 74, 81, 83, 84, 85, 86, 88, 95, 96, 99, 105, 106, 107, 110, 111, 112, 113, 114, 116, 117, 119 numaralı genotipler), 13 adet *Triticum monococcum* genotipi (37, 40, 42, 48, 51, 68, 69, 89, 90, 92, 101, 115, 118 numaralı genotipler) ve 9 adet *Aegilops speltoides* genotipi (30, 32, 33, 34, 50, 58, 75, 76, 91 numaralı genotipler) olup, toplamda 54 adettir.

Yedi adet *Triticum boeoticum* genotipi (1, 45, 53, 57, 78, 87, 98 numaralı genotipler) ve 3 adet *Triticum monococcum* genotipi (36, 38, 39 numaralı genotipler) dayanıklı reaksiyon göstermiştir.

Altı adet *Triticum boeoticum* genotipi (43, 47, 55, 66, 72, 100 numaralı genotipler) ve 1 adet *Triticum monococcum* genotipi (41 numaralı genotip) orta dayanıklı reaksiyon göstermiştir.

İki adet *Aegilops speltoides* genotipi (29, 31 numaralı genotipler) ve 1 adet *Triticum boeoticum* genotipi (102 numaralı genotip) orta hassas reaksiyon göstermiştir.

Dört adet *Triticum boeoticum* genotipi (4, 46, 56, 104 numaralı genotipler), 2 adet *Aegilops speltoides* genotipi (52, 80 numaralı genotipler), 1 adet *Triticum dicoccoides* genotipi (103 numaralı genotip), 4 adet *Aegilops tauschii* genotipi (77, 79, 82, 108 numaralı genotipler) hassas reaksiyon göstermiştir.

Çizelge 5.5 Genotiplerin *Warrior* ve *Yr27* ırklarına karşı ergin dönem reaksiyon sonuçlarına ait genel veriler

Bilimsel adı	Immune	Dayanıklı	Orta Dayanıklı	Orta Hassas	Hassas
<i>Triticum boeoticum</i>	31	6	7	1	4
<i>Triticum monococcum</i>	14	3	1	-	-
<i>Aegilops speltoides</i>	9	-	-	2	2
<i>Aegilops tauschii</i>	-	-	-	-	4
<i>Triticum dicoccoides</i>	-	-	-	-	1
Toplam	54	9	8	3	11

Genotiplerin fide ve ergin dönem sonuçlarına ait genel değerlendirme Çizelge 5.6'da sunulmuştur.

Çizelge 5.6 Genotiplerin *Warrior* ve *Yr27* ırklarına karşı fide ve ergin dönem reaksiyon sonuçlarına ait genel veriler

Bilimsel Adı	Fide Dönemi Dayanıklı	Ergin Dönem Dayanıklı	Fide Dönemi Hassas	Ergin Dönem Hassas
<i>Triticum boeoticum</i>	35	44	9	5
<i>Triticum monococcum</i>	17	18	2	-
<i>Aegilops speltoides</i>	12	9	-	4
<i>Aegilops tauschii</i>	3	-	1	4
<i>Triticum dicoccoides</i>	-	-	1	1
Toplam	67	71	13	14

Triticum dicoccoides (103 numaralı genotip) hem fide döneminde hem de ergin dönemde her iki ırk izolatına karşı hassas rekasiyon göstermiştir (Çizelge 5.6).

Aegilops tauschii'nin 77, 82, 108 numaralı genotipleri sera koşullarında her iki ırka karşı dayanıklı reaksiyon gösterirken, tarla koşullarında ergin dönemde doğal ve yapay epidemi altında gerçekleşen ortamda sarı pas hastalığına karşı hassas reaksiyon göstermişlerdir. *Aegilops tauschii*'nin 79 numaralı genotipi sera koşullarında çıkış gösterememiş olup bu nedenle her iki ırka karşı reaksiyon sonuçları tespit edilememiştir. Ancak ergin dönemde bu genotip tarla koşullarında çıkış sağlamış olup sarı pas hastalığına karşı hassas reaksiyon göstermiştir.

Triticum boeoticum'un 2, 3, 35, 44, 45, 49, 53, 54, 55, 57, 59, 60, 64, 65, 66, 74, 81, 83, 84, 87, 95, 99, 100, 110, 114, 116, 117 ve 119 numaralı genotipleri fide döneminde her iki ırka karşı dayanıklı reaksiyon göstermiş olup aynı zamanda ergin dönemde de sarı pas hastalığına karşı dayanıklı reaksiyon göstermişlerdir. *Triticum boeoticum*'un 46 numaralı genotipi her iki ırka karşı fide döneminde hassas rekasiyon almış olup aynı zamanda bu genotip ergin dönemde de hassas reaksiyon göstermiştir. *Triticum boeoticum*'un 4 ve 56 numaralı genotipleri her iki ırka karşı fide döneminde dayanıklı iken, bu genotipler tarla koşullarında ergin dönemde hassas reaksiyon göstermişlerdir. *Triticum boeoticum*'un 61, 71, 93 ve 94 numaralı genotipleri tarla koşullarında çıkış gösteremedikleri için ergin dönem reaksiyonları değerlendirilememiştir.

Triticum monococcum genotiplerinin hepsi ergin dönemde dayanıklı reaksiyon göstermişlerdir. *Triticum monococcum*'un 63, 67 ve 70 numaralı genotipleri tarla koşullarında çıkış gösteremedikleri için ergin dönem reaksiyonları değerlendirilememiştir.

Aegilops speltoides'in 30, 32, 34, 50, 58, 75, 76 ve 91 numaralı genotipleri fide dönemi testinde her iki ırka karşı dayanıklı reaksiyon göstermiş olup ergin dönemde de sarı pas hastalığına karşı dayanıklı reaksiyon göstermişlerdir. *Aegilops speltoides*'in 29, 31, 52 ve 80 numaralı genotipleri her iki ırka karşı fide döneminde dayanıklılık göstermiştir. Bu genotipler ergin dönemde ise hassas reaksiyon göstermişlerdir.

Bu çalışmanın materyali *Triticum monococcum*, *Triticum boeoticum*, *Aegilops speltoides*, *Aegilops tauschii* ve *Triticum dicoccoides*'den oluşan ve büyük çoğunluğunu Türkiye coğrafyasından toplanan popülasyonlardan oluşmuştur. Bu türlerin toplanmış popülasyonları tarlaya ekilmiş, hasat olgunluğuna eriştiğinde tek başak seçimi yapıp ertesi yıl tarlaya ekilmiş ve sarı pas hastalığına karşı *Warrior* ve *Yr 27* ırklarına karşı reaksiyonlarının fide ve ergin dönemlerindeki dayanıklılıkları tespit edilmiştir.

Bu çalışmada toplamda 95 adet genotip fide ve ergin dönemde sarı pasa dayanıklılıklarının ortaya konulması için test edilmişlerdir. Bu genotiplerden 17 adet *Triticum monococcum*, 35 adet *Triticum boeoticum*, 12 adet *Aegilops speltoides* ve 3 adet *Aegilops tauschii* genotiplerinde fide dönemi; 18 adet *Triticum monococcum*, 44 adet *Triticum boeoticum* ve 9 adet *Aegilops speltoides* genotipinde ise ergin dönem dayanıklılığı bulunmuştur.

Hussain vd. (1999) buğday genotipleri arasında sarı pasa karşı direnç için genetik varyasyon olduğunu belirtmişlerdir. Bu tez çalışmasında dayanıklı hatlar bulunmasına rağmen, sarı pas hastalığına orta hassas ve hassas reaksiyon gösteren hatlar da bulunmuştur. Sarı pasa dirençli buğday genotiplerini belirlemek için bazı çalışmalar yürütülmüş olsa da (Khan vd. 1998, Hussain vd. 1999, Pasquini vd. 1998), buğday genotipleri pasa sürekli olarak dirençli olmadığından ve yeni pas ırkları ortaya çıktığından (Chen, 2005; Chen vd. 2014), ıslah için yeni sarı pas dirençleri taşıyan genotipleri bulmaya hala acil ihtiyaç duyulmaktadır. Birçok dirençli yabani ve yerel buğday hatlarının, *P. striiformis* f. sp. *tritici*'nin neden olduğu buğday sarı pasına karşı önemli bir direnç kaynağı olarak kullanılabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Akar, T. ve Yıldız, M., 2017. Sarı pasa dayanıklılık sağlayan genler bakımından ülkemizde tescilli ekmeklik buğday çeşitleri ve bazı hatların gen kompozisyonların belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Projesi, Proje No: FYL-2016-1661, Yayınlanmamış. Antalya.
- Aktaş, H. 2001. Önemli hububat hastalıkları ve survey yöntemleri. T.C. Tarım ve Köy işleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, 74s, Ankara.
- Ali, S., Gladieux, P., Leconte, M., Gautier, A., Justesen, A.F., Hovmöller, M.S., Enjalbert, J. and de Vallavieille-Pope, C. 2014. Origin, migration routes and worldwide population genetic structure of the wheat yellow rust pathogen *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*. Plos Pathogens, 10(1).
- Altın, N., Güngör, H. ve Yıldırım İ. 2017. Batı Karadeniz bölgesi Düzce ekolojik koşulları altında bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin yaprak hastalıklarına karşı reaksiyonlarının belirlenmesi. Türk Tarım- Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5(6); 653-659.
- Anikster, Y., Manisterski, J., Long, D. L., and Leonard, K. J. 2005. Resistance to leaf rust, stripe rust, and stem rust in *Aegilops* spp. in Israel. Plant Dis. 89:303-308.
- Anonim 2004. Ülkesel Serin İklim Tahılları Projesi, Hububat Hastalıkları Dayanıklılık Çalışmaları. Yıllık Rapor, TAGEM, Yayınlanmamış. Ankara.
- Anonim 2024. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2024-53447#:~:text=Bir%20%C3%B6nceki%20y%C4%B1la%20g%C3%B6re%2C%20bu%C4%9Fday,8%2C1%20milyon%20ton%20oldu>.
- Atak, M. 2017. Buğday ve Türkiye buğday köy çeşitleri. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(2); 71-88.
- Ayliffe M., Singh R. and Lagudah E. 2008. Durable resistance to wheat stem rust needed. Curr Opin Plant Biol, 11(2);187-192.
- Bariana H. S. and McIntosh R. A. 1995. Genetics of adult plant stripe rust resistance in four Australian wheats and the French cultivar “Hybridede-Bersee”. Plant Breed, 114; 485-491.
- Bariana, H. S., Brown, G. N., Bansal, U. K., Miah, H., Standen, G. E. and Lu, M. 2007. Breeding triple rust resistant wheat cultivars for Australia using conventional and marker-assisted selection technologies. Australian Journal of Agricultural Research, 58; 576-587.

- Beddow, J. M., Pardey, P. G., Chai, Y., Hurley, T. M., Kriticos, D. J., Braun, H. J., Park, R. F., Cuddy, W. S. and Yonow, T. 2015. Research investment implications of shifts in the global geography of wheat stripe rust. *Nature Plants*, 1(10); 1-5.
- Berlin, A., Djurle, A., Samils, B. and Yuen, J., 2012. Genetic variation in *Puccinia graminis* collected from oats, rye, and *Barberry*. *Phytopathology*, 102(10); 1006-1012.
- Bolat N., Keser M., Altay F., Çetinel T.M., Çolak N. ve Sever L. 1999. Sarı pas hastalığının buğday verimine etkisi. Orta Anadolu" da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu, 8 - 11 Haziran 1999, Konya, 697-699.
- Bolton, M. D., Kolmer, J. A. and Garvin, D. F. (2008). Wheat leaf rust caused by *Puccinia triticina*. *Molecular Plant Pathology*, 9(5); 563-575.
- Boshoff, W. H. P., Pretorius, Z. A. and van Niekerk, B. D. 2002. Establishment, distribution, and pathogenicity of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* in South Africa. *Plant Dis*, 86(5); 485-492.
- Brasier, C. L. and Buck, K. W. 2001. Rapid evolutionary changes in a globally invading fungal pathogen (Dutch elm disease). *Biological Invasions*, 3; 223-233.
- Braun, H. J. and Saari, E. E. 1992. An assesment of the potential of *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici* to cause yield losses in wheat on the Anatolian Plateau of Turkey. *Vortrage Pflanzenzucht*, 24; 121-123.
- Briggle, L. W. and Curtis, B. C. 1987. Wheat worldwide, In: Wheat and wheat improvement. Heyne, E. G. (ed.), American Society of Agronomy, 1-31, Madison.
- Brown, J. K. and Hovmöller, M. S. 2002. Aerial dispersal of pathogens on the global and continental scales and its impact on plant disease. *Science*, 297(5581); 537-541.
- Cabi, E. ve Doğan, M. 2012. Poaceae. In: Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. ve Babaç, M. T. (eds). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, 690-756. İstanbul.
- Calonnec, A., Johnson, R. and de Vallavieille Pope, C. 2002. Genetic analyses of resistance of the wheat differential cultivars carstens v and spaldings prolific to two races of *Puccinia striiformis*. *Plant Pathology*, 51(6); 777-786.
- Chantret, N., Salse, J., Sabot, F., Rahman, S. and Bellec, A. (2005). Molecular basis of evolutionary events that shaped the hardness locus in diploid and polyploid wheat species (*Triticum* and *Aegilops*). *The Plant Cell*, 17(4); 1033-1045.

- Chen, W., Wellings, C., Chen, Kang, Z. and Liu, T. 2014. Wheat stripe (yellow) rust caused by *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*. *Molecular Plant Pathology*, 15(5); 433-446.
- Chen, X. M. 2005. Epidemiology and control of stripe rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) on wheat. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 27(3); 314-337.
- Chen, X., Soria, M.A, Yan, G., Sun, J. and Dubcovsky, J. 2003. Development of sequence tagged site and cleaved amplified polymorphic sequence markers for wheat stripe rust resistance gene Yr5. *Crop Science*, 43(6); 2058-2064.
- Çat, A., Tekin, M., Çatal, M., Akan, K. and Akar, T. 2017. Wheat stripe rust and breeding studies for resistance to the disease. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 30(2); 97-105.
- Dean, R., Van Kan, J., Pretorius, Z. A., Hammond Kosack, K. E., Pietro, A., Spanu, P. D., Rudd J. J., Dickman, M., Kahmann, R., Ellis, J. and Foster G. D. 2012. The top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology. *Mol. Plant Pathol*, 13(4); 414-430.
- Develey-Riviere M. P. and Galiana, E. 2007. Resistance to pathogens and host developmental stage: a multifaceted relationship within the plant kingdom. *New Phytol*, 175; 405-416.
- Diamond, J. 1997. *Guns, germs, and steel: the fates of human societie*. W. W. Norton & Company inc., New York.
- Dreisigacker, S., Kishii, M., Lage, J. and Warburton, M. 2008. Use of synthetic hexaploid wheat to increase diversity for CIMMYT bread wheat improvement. *Austarlian Journal of Agricultural Research*, 59; 413-420.
- Eriksson, J. 1894. Über die Spezialisierung des Parasitismus bei den Getreiderostpilzen. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*, 12; 292-331.
- Flor, H. H. 1956. The complementary gene systems in flax and flax rust. *Advances in Genetics* 8; 29-54.
- Geçit, H. H. 2016. *Tarla Bitkileri*. Yayın no: 1640. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın No: 1640. 822 s.
- Gerechter-Amitai, Z. K., Van Silfhout, C. H., Grama, A. and Kleitman, F. 1989. Yr15-a new gene for resistance to *Puccinia striiformis* in *Triticum dicoccoides* sel. g-25. *Euphytica* 43(1-2); 187-190.
- Gladieux, P., Byrnes, E., Fisher, M. C., Aguleta, G., Heitman, J. and Giraud, T. 2011. Epidemiology and evolution of fungal pathogens in plants and animals. In: *Genetics and Evolution of Infectious Diseases* (Tibayrenc, M., ed.). Elsevier, pp. 59-132.

- Goyeau, H., Park, R., Schaeffer, B. and Lannou, C. 2006. Distribution of pathotypes with regard to host cultivars in french wheat leaf rust populations. *Plant Pathol*, 96(3); 264-273.
- Hassebrauk, K. 1965. Nomenklatur, geographische Verbreitung und Wirtsbereich des Gelbrostes, *Puccinia striiformis* West. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem, (116); 1-75.
- Hawkesford, M. J., Araus, J.-L., Park, R. F., Calderini, D., Miralles, M., Shen, T., Zhang, J. and Parry, M. A. J. 2013. Prospects of doubling global wheat yields. *Food and Energy Security*, 2(1); 34-48.
- Heun, M., Schäfer-Pregl, R., Klawan, D., Castagna, R., Accerbi, M., Borghi, B. and Salamini, F. 1997. Site of Einkorn wheat domestication identified by DNA fingerprinting. *Science*, 278(5341); 1312-1314.
- Hocaoğlu, O. and Akçura, M. 2014. Evaluating yield and yield components of pure lines selected from bread wheat landraces comparatively along with registered wheat cultivars in canakkale ecological conditions. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences Special Issue*: 2; 1528-1534.
- Hovmøller, M. S. and Justesen, A. F. 2007. Rates of evolution of avirulence phenotypes and DNA markers in a northwest European population of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*. *Molecular Ecology*, 16(21); 4637-4647.
- Hovmøller, M. S., Justesen, A. F. and Brown, J. K. M. 2002. Clonality and long-distance migration of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* North-West Europe. *Plant Pathol*, 51(1); 24-32.
- Hovmøller, M. S., Walter, S., Bayles R. A., Hubbard, A., Flath, K., Sommerfeldt, N., Leconte, M., Czembor, P., Rodriguez-Algaba, J., Thach, T., Hansen, J. G., Lassen, P., Justesen, A. F., Ali, S. and de Vallavieille-Pope, C. 2016. Replacement of the European wheat yellow rust population by new races from the centre of diversity in the Near-Himalayan region. *Plant Pathol*, 65(3); 402-411.
- Hovmøller, M.S., Sørensen, C.K, Walter, S., Justesen, A.F., 2011. Diversity of *Puccinia striiformis* on cereals and grasses. *Annual Review of Phytopathology* 49: 197-217.
- Hussain, M., Khan, M.A., Irsdhad, M. and Hussain, M., 1999. Screening of wheat germplasm against leaf and stripe rust epidemics for the identification of resistant sources against these diseases. *Pakistan. J. Phytopathol*, 11(1); 93-99.
- İpek, E., Tekin, M., Cat, A. and Akar, T. 2023. Resistance to stripe rust in Turkish durum wheat varieties and wild emmer genotypes. *Cereal Research Communications*, 51, 147–154.

- İren, S. 1964. Türkiye’de 1963 yılı hububat pas türleri ve zarar ve yayılışları üzerinde araştırmalar. Bitki Koruma Bülteni, 4;141-159.
- Jin, Y., Szabo, L. J. ve Carson, M. 2010. Century-old mystery of *Puccinia striiformis* life history solved with the identification of *Berberis* as an alternate host. Phytopathology, 100(5), 432-435.
- Johnson, R. 1988. Durable resistance to yellow (stripe) rust in wheat and its implications in plant breeding. p. 63–75. In N.W. Simmonds and S. Rajaram (ed.).Breeding strategies for resistance to the rusts of wheat. CIMMYT, Mexico.
- Johnson, R.1992. Reflections of a plant pathologist on breeding for disease resistance, with emphasis on yellow rust and eyespot of wheat. Plant Pathology, 41; 239-254.
- Johnson, R. 2000. Classical plant breeding for durable resistance to diseases. Journal of Plant Pathology, 82(1); 3-7.
- Johnson, R., Stubbs, R. W., Fuchs, E. and Chamberlain, N. H. 1972. Nomenclature for physiologic races of *Puccinia striiformis* infecting wheat. Transactions of the British Mycological Society, 58(3); 475-480.
- Kan, M., Küçükçongar, M., Keser, M., Morgounov, A., Muminjanov, H., Özdemir, F. and Qualset, C., 2015. Wheat landraces in farmers’ fields in Turkey: national survey, collection and conservation, 2009-2014. FAO Publication, 178, Ankara.
- Karabak, S., Taşcı, R., Ceyhan, V., Özbek, K., Yüce Arslan H. 2019. İhsangazi tarlalarından soframıza kültür mirası siyez buğdayı. Toprak Su Dergisi, Özel Sayı: 86-93.
- Karagöz, A. 1996. Agronomic practices and socioeconomic aspects of emmer and einkorn cultivation in Turkey. Proceedings of the First International Workshop on Hulled Wheats. 21-22 July 1995, Padulosi, S., Hammer K., and Heller J. (eds.), 172-177, Castelvecchio Pascoli.
- Karagöz ,A., Özberk, İ.,2014. Türkiye’de buğday genetik kaynakları ve ıslahta kullanımı. Uluslararası Mezapotamya Tarım Kongresi, 22-25 Eylül s: 236-243. Diyarbakır.
- Khan, M. A., Yaqub, M. and Nasir, M. A. 1998. Slow rusting response of wheat genotypes against *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* in relation environmental conditions. Pakistan J. Phytopathol, 10(2); 78-85.
- Knott, D. R. 1989. The wheat rust-breeding for resistance. Monographs on Theoretical and Applied Genetics 12. Springer-Verlag, 201, Berlin.
- Kolmer, J. A. 2005. Tracking wheat rust on a continental scale. Current Opinion in Plant Biology, 8(4); 441-449.

- Kuraparthi, V., Chhuneja, P., Dhaliwal, H. S., Kaur, S., Bowden, R. L. and Gill, B. S. 2007. Characterization and mapping of cryptic alien introgression from *Aegilops geniculata* with new leaf rust and stripe rust resistance genes *Lr57* and *Yr40* in wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, 114(8); 1379-1389.
- Leonard, K. J. and Szabo, L. J. 2005. Stem rust of small grains and grasses caused by *Puccinia graminis*. *Molecular Plant Pathology*, 6(2); 99-111.
- Lev-Yadun, S., Gopher, A. and Abbo, S. 2000. Archaeology. The cradle of agriculture. *Science*, 288(5471); 1602-1603.
- Li, Z.Q. and Zeng, S. M. 2003. Wheat rusts in China. Chinese Agricultural Press, Beijing.
- Line, R. F. 2002. Stripe rust of wheat and barley in North America: a retrospective historical review. *Annual Review of Phytopathology*, 40; 75-118.
- Line, R. F. and Chen, X. M. 1995. Successes in breeding for and managing durable resistance to wheat rusts. *Plant Disease*, 79(12); 1254-1255.
- Line, R. F. and Qayoum, A. 1992. Virulence, aggressiveness, evolution, and distribution of races of *Puccinia striiformis* (the cause of stripe rust of wheat) in North America, 1968–1987. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, 44, Maryland.
- Liu, M. and Hambleton, S. 2010. Taxonomic study of stripe rust, *Puccinia striiformis sensu lato*, based on molecular and morphological evidence. *Fungal Biology*, 114(10); 881-899.
- Liu, M., Zhang, C., Yuan, C., Zhang, L., Wu, J., Wang, J., Zheng, Y., Zhang, H., Liu, D. and Fu, D. 2013. Stripe rust resistance in *Aegilops tauschii* germplasm. *Crop Science*, 53(5); 2014-2020.
- Lupton, F. G. H. and Macer, R. C. F. 1962. Inheritance of resistance to yellow rust (*Puccinia glumarum* Erikss. & Henn.) in seven varieties of wheat. *Transactions of the British Mycological Society*, 45(1); 21-45.
- Macer, R. C. F. 1975. Plant pathology in a changing world. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 65; 351-374.
- Mamluk, O. F., Çetin, L., Braun, H. J., Bolat, N., Bertschinger, L., Makkouk, K. M., Yıldırım, A. F., Saari, E. E., Zencirci, N., Albustan, S., Çalı, S., Beniwal, S. P. S. and Düşünceli, F. 1997. Current status of wheat and barley diseases in the Central Anatolia Plateau of Turkey. *Phytopathologia Mediterranea*, 36; 167-181.
- Markell, S. G. and Milus, E. A. 2008. Emergence of a novel population of 982 *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* in Eastern United States. *Phytopathology*, 98(6); 632-639.

- Mc Fadden, E. S. and Sears E. R. 1944. The artificial synthesis of *Triticum spelta*. Records of the Genetics Society of America, 13; 26-27.
- McDonald, B. A. and Linde, C. 2002. Pathogen population genetics, evolutionary potential, and durable resistance. Annual Review of Phytopathology, 40; 349-379.
- McIntosh, R. A., Hart, G. E., Devos, K. M., Rogers, W. J., Morris, C. F., Appels, R. and Anderson, O. D. 2007. Catalogue of gene symbols for wheat: 2007 supplement.
- McIntosh, R. A., Wellings, C. R. and Park, R. F. 1995. Wheat rusts: an atlas of resistance genes. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization Publishing, 200, Dordrecht.
- McIntosh, R. A., Yamazaki, Y., Devos, K. M., Dubcovsky, J., Rogers, W. J. and Appels, R. 2003. Catalogue of gene symbols for wheat. Proceedings of the 10th International Wheat Genetic Symposium, (Pogna N.E., Romanò M., Pogna E.A., Galterio G., eds.), 4, SIMI, Rome, Italy.
- McIntosh, R. A. 2009. History and status of the wheat rusts. In: McIntosh R. A. (ed.), Proceedings of the Borlaug Global Rust Initiative 2009 Technical Workshop, BGRI, Obregon, Mexico, Pp. 11-23.
- McIntosh, R. A., Dubcovsky, J., Rogers, W. J., Morris, C., Appels, R. and Xia, X. C. 2015. Catalogue of gene symbols for wheat: 2015-2016 supplement.
- McNeal, F. H., Konzak, C. F., Smith, E. P., Tate, W. S. and Russell, T. S. 1971. A uniform system for recording and processing cereal research data. US Agric Res Serv, 42; 34-121.
- Mert, Z. 2010. Ülkesel Serin İklim Tahıl Hastalıkları Araştırmaları Projesi. Serin İklim Tahılları Araştırmaları Program Değerlendirme Toplantısı, Yayınlanmamış, Antalya.
- Mert, Z., Nazari, K., Karagöz, E., Akan, K., Öztürk, İ. and Tülek, A. 2016. First incursion of the warrior race of wheat stripe rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) to Turkey in 2014. Plant Disease, 100(2); 528.
- Milus, E. A., Krstensen, K. and Hovmöller, M. S. 2009. Evidence for increased aggressiveness in a recent widespread strain of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* causing stripe rust of wheat. Phytopathology, 99(1); 89-94.
- Moldenhauer, J., Moerschbacher, B. M. and Westhuizen, A. 2006. Histological investigation of stripe rust (*Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*) development in resistant and susceptible wheat cultivars. Plant Pathology, 55; 469-474.
- Mujeeb-Kazi, A., Rosas, V. and Roldan, S. 1996. Conservation of the genetic variation of *Triticum tauschii* (coss.) *schmalh.* (*Aegilops squarrosa* auct. non l.) in

- synthetic hexaploid wheats (*T. turgidum* l. s. lat. x *T. tauschii*; 2n=6x=42, AABBDD) and its potential utilization for wheat improvement. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 43;129-134.
- Nevo, E. 2009. Ecological genomics of natural plant populations: the Israeli perspective. *Methods in Molecular Biology*, 513; 321-344.
- Norman, M., Bariana, H., Bansal, U. and Periyannan, S. 2023. The keys to controlling wheat rusts: identification and deployment of genetic resistance. *Phytopathology*, 113(4); 667-677.
- Nuttonson, M. Y. 1955. Wheat-climate relationships and the use of phenology in ascertaining the thermal and photothermal requirements of wheat-Based on data of North America and of some thermally analogous areas of North America in the Soviet Union and in Finland. American Institute of Crop Ecology, Washington, D. C.
- Özgen, M., ve Kınacı, E. 1985. Bitkilerde hastalıklara dayanıklılık, dayanıklılık ıslahı yöntemleri ve yeni gelişmeler. Buğday ve Mısır Hastalıkları Semineri, Ankara : Orta Anadolu Bölge Ziraî Araştırma Enstitüsü, s. 69-86.
- Panter, S. N. and Jones, D. A. 2002. Age-related resistance to plant pathogens. *Advances in Botanical Research*, 38; 251-280.
- Pardey, P. G., Beddow, J. M., Kriticos, D. J., Hurley, T. M., Park, R. F., Duveiller, E., Sutherst R. W., Burdon, J. J. and Hodson, D. 2013. Right-sizing stem-rust research. *Science*, 340(6129); 147-1478.
- Parlevliet, J. E. 2002. Durability of resistance against fungal, bacterial and viral pathogens; present situation. *Euphytica*, 124; 147-156.
- Pasquini, M., Sereni, L., Casulli, F., Siniscalco, A., Mameli, L., Gallo, G., Prima, G., Spina, A., Liotta, C., Invernizzi, C., Padovan, S. and Minoia, C., 1998. Reaction of durum and bread wheats to some fungal diseases. *Inf.Agrari* 54 (38); 63-73.
- Peng, J. H., Sun, D. and Nevo, E. 2011. Domestication evolution, genetics and genomics in wheat. *Molecular Breeding*, 28; 281-301.
- Peterson, R. F., Campbell, A. B., Hannah, A. E. 1948. A diagrammatic scale for rust intensity on leaves and stems of cereals. *Can J Res* 26:496–50.
- Poethig, R. S. 1990. Phase change and regulation of shoot morpho genesis in plants. *Science*, 250(4983); 923-930.
- Rapilly, F. 1979. Yellow rust epidemiology. *Annual Review of Phytopathology*, 17; 59-73.

- Reynolds, M., Dreccer, F. and Trethowan, R. 2007. Drought-adaptive traits derived from wheat wild relatives and landraces. *Journal of Experimental Botany*, 58(2); 177-186.
- Rodriguez Algaba, J., Hovmøller, M.S. and Justesen, A.F. 2020. Sexual recombination within the “Kranich” race of the yellow rust fungus *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* on berberis vulgaris. *European Journal of Plant Pathology*, 156(4); 1169-1173.
- Roelfs, A. P., Singh, R. P. and Saari, E. E. 1992. Rust diseases of wheat: concepts and methods of disease management. CIMMYT, 89, Mexico.
- Saari, E. E. and Prescott, J. M. 1985. World distribution in relation to economic losses. In: Roelfs AP, Bushnell WR (Eds), *The Cereal Rusts*. Academic Press, Orlando, pp. 259-298.
- Schwessinger, B. 2017. Fundamental wheat stripe rust research in the 21st century. *New Phytologist*, 213; 1625-1631.
- Sharma-Poudyal, D., Chen, X. M., Wan, A. M., Zhan, G. M., Kang, Z. S., Cao, S. Q., Jin, S., L., Morgounov, A., Akin, B., Mert Z., Shah, S., J., A., Bux, H., Ashraf, M., Sharma, R. C., Madariaga, R., Puri, K. D., Wellings, C., Xi, K. Q., Wanyera, R., Manninger, K., Ganzález, M. I., Koyda, M., Sanin, S. and Patzek, L. J. 2013. Virulence characterization of international collections of the wheat stripe rust pathogen, *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*. *Plant Disease*, 97(3); 379-386.
- Singh, R. P., Singh, P. K., Rutkoski, J., Hodson, D., He, X., Jørgensen, L. N., et al. 2016. Disease impact on wheat yield potential and prospects of genetic control. *Annu. Rev. Phytopathol.* 54, 303–322.
- Singh, D., Park, R. F., McIntosh, R. A. and Bariana, H. S. 2008. Characterisation of stem rust and stripe rust seedling resistance genes in selected wheat cultivars from the United Kingdom. *Journal of Plant Pathology*, 90(3); 553-562.
- Singh, R. P. 1992. Genetic association of leaf rust resistance gene *Lr34* with adult plant resistance to stripe rust in bread wheat. *Phytopathology*, 82(8); 835-838.
- Singh, R. P., William, H. M., Huerta-Espino, J. and Rosewarne, G. 2004. Wheat rust in Asia: meeting the challenges with old and new technologies. In: *New directions for a diverse planet: Proceedings of 4th International Crop Science Congress*, (1-13), Australia.
- Solh, M., Nazari, K., Tadesse, W. and Wellings, C. R. 2012. The growing threat of stripe rust worldwide. Borlaug Global Rust Initiative (BGRI) conference, (1-4), Beijing.

- Stubbs, R. W. 1985. Stripe Rust. In: A. P. Roelfs and W. R. Bushnell (eds), Cereal Rusts. Volume II. Disease, Distribution, Epidemiology, and Control, Academic Press, (61-101), New York.
- Sufyan, M., Mirza, J. I., Saeed, M., Fayyaz, M., Khanzada, K. A., Rattu, A. R. and Kakar, M. Q. 2021. Yellow rust races found in 2018-19 collection from wheat growing areas of Pakistan. *Pure Appl. Biol.*, 10(4); 1063-1069.
- Tadesse, W., Amri, A., Ogbonnaya, F. C., Sanchez-Garcia, M., Sohail, Q., Baum, M. 2016. Wheat. pp. 81-124 in: Singh, M., Upadhyaya, H. D. (eds.) Genetic and Genomic Resources for Grain Cereals Improvement, Elsevier. Academic Press.
- Thach, T., Ali, S., de Vallavieille-Pope, C., Justesen, A. F. and Hovmøller, M. S. 2016. Worldwide population structure of the wheat rust fungus *Puccinia striiformis* in the past. *Fungal Genetics and Biology*, 87; 1-8.
- Trethowan, R. M. and Mujeeb-Kazi, A. 2008. Novel germplasm resources for improving environmental stress tolerance of hexaploid wheat. *Crop Science*, 48(4); 1255-1265.
- Uysal, A. ve Dumlupınar, Z. 2022. Yurtdışı ve Türkiye kaynaklı yerel ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinin hastalıklara dayanıklılık ve kalite yönünden fonksiyonel markörler ile karakterizasyonu. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 4(25); 766-777.
- Valkoun, J., Hammer, K., Kučerová, D. and Bartoš, P. 1985. Disease resistance in the genus *Aegilops* L.-stem rust, leaf rust, stripe rust, and powdery mildew. *Die Kulturpflanze*, 33; 133-153.
- Van Ginkel, M. and Ogbonnaya, F. 2007. Novel genetic diversity from synthetic wheats in breeding cultivars for changing production conditions. *Field Crops Research*, 104; 86-94.
- Vanderplank, J. E. 1963. Plant disease: epidemics and control. Academic Press, 349, New York,
- Von Broembsen, S. L. 1989. Invasions of natural ecosystems by plant pathogens. In: Biological Invasion: A Global Perspective, Drake J. A. (ed), John Wiley & Sons Ltd., 77-83, New Jersey.
- Walter, S., Ali, S., Kemen, E., Nazari, K., Bahri, B. A., Enjalbert, J., Hansen, J. G., Brown, J. K. M., Sicheritz-Ponten, T., Jones, J., de Vallavieille-Pope, C., Hovmøller, M. S. and Justesen, A. F. 2016. Molecular markers for tracking the origin and worldwide distribution of invasive strains of *Puccinia striiformis*. *Ecology and Evolution*, 6(9); 2790-2804.
- Wan, A. M, Zhao, Z. H., Chen, X. M., He, Z. H., Jin, S. L., Jia, Q. Z., Yao, G., Yang, J., Wang, B., Li, G., Bi, Y. and Yuan, Z. 2004. Wheat stripe rust epidemic and

- virulence of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* in China in 2002. *Plant Disease*, 88: 896-904.
- Wellings, C. R. 2007. *Puccinia striiformis* in Australia, a review of the incursion, evolution and adaptation of stripe rust in the period 1979-2006. *Australian Journal of Agricultural Research*, 58; 567-575.
- Wellings, C. R. and Kandel, K. R. 2004. Pathogen dynamics associated with historic stripe (yellow) rust epidemics in Australia in 2002 and 2003. In: *Proceedings of the 11th International Cereal Rusts and Powdery mildews Conference*. 22-27 August 2004, John Innes Centre, Norwich, UK.
- Wellings, C. R., Boyd, L. A. and Chen, X. M. 2012. Resistance to stripe rust in wheat: pathogen biology driving resistance breeding. In: *Disease Resistance in Wheat* (Sharma, I. Ed.), 63-83, Wallingford.
- Wellings, C. R., Singh, R. P., McIntosh, R. A. and Pretorius, Z. A. 2004. The development and application of nearisogenic lines for the stripe (yellow) rust pathosystem. In *Proceedings of the 11th International Cereal Rusts and Powdery Mildews Conference*. 22-27 August 2004, John Innes Centre, Norwich, UK.
- Wellings, C. R. and McIntosh, R. A. 1990. *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* in Australasia: pathogenic changes during the first 10 years. *Plant Pathology*, 39; 316-325.
- Whalen, M. C. 2005. Host defence in a developmental context. *Molecular Plant Pathology*, 6(3); 347-360.
- Xia, C., Li, Z. F., Li, G. Q., He, Z. H. and Singh, R. P. 2007. Stripe rust resistance in Chinese bread wheat cultivars and lines. *Wheat Production in Stressed Environments*, *Proceedings of the 7th International Wheat Conference*, Buck (eds.), 27 November - 2 December 2005, Mar del Plata, Argentina. pp. 77-82. Springer.
- Xu, L. S., Wang, M. N., Cheng, P., Kang, Z. S., Hulbert, S. H. and Chen, X. M. 2013. Molecular mapping of Yr53, a new gene for stripe rust resistance in durum wheat accession PI 480148 and its transfer to common wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, 126(2); 523-33.
- Zencirci, N., Birsin, M. 2004. From Wheat in Turkey to Bread of World. *Agronomy and Crop Science Society Meeting*, 8 - 10 February 2014
- Zohary, D. and Hopf, M. 2000. *Domestication of plants in the Old World*. Oxford University Press, 316, New York.
- Maver, R. C. F. 1966. The formal and monosomic genetic analysis of stripe rust (*Puccinia striiformis*) resistance in wheat. In: Mackey J (Ed), *Proceedings of 2nd International Wheat Genetics Symposium*, Lund, Sweden.