

Tescilli Makarnalık Buğday (*Triticum durum*) Çeşitlerinin Sarı Pas (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) Hastalığına Karşı Dayanıklılığının Belirlenmesi

Ahmet ÇAT*

Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki, Koruma Bölümü, Siirt, TÜRKİYE

Geliş Tarihi/Received: 23.12.2021

Kabul Tarihi/Accepted: 14.07.2022

ORCID ID

orcid.org/0000-0002-5638-0319

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: ahmetcat@siirt.edu.tr

Öz: *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* (*Pst*)'nin neden olduğu sarı pas hastalığı, buğday bitkisinin en yıkıcı hastalığı olup, bu hastalık ile mücadelede en etkili kontrol yöntemi dayanıklı bitki kullanılmasıdır. Bunun için yaygın olarak yetiştirilen çeşitlerin mevcut hastalık popülasyonuna karşı veya virülensliği yüksek olan *Pst* ırk/ırklarına karşı test edilmesi gerekmektedir. Çalışma kapsamında, Türkiye'de tescilli 54 adet makarnalık buğday çeşidinde doğal şartlarda gerçekleşen sarı pas enfeksiyonu değerlendirilmiştir. Çalışma, 2017 ve 2018 yıllarında Akdeniz Üniversitesi yerleşkesinde iki tekerrür olarak gerçekleştirilmiştir. Hastalık değerlendirmesinde "modifiye Cobb" skalası kullanılmış ve ardından belirlenen hastalık reaksiyona göre enfeksiyon katsayısı hesaplanmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, her iki yılda da çeşitlerin çoğunun sarı pas enfeksiyonuna orta derecede hassas olduğu belirlenmiştir. İlave olarak, Kızıltan 91, Altın 40/98, Yılmaz 98, İmren, Çeşit 1252 ve Kunduru 1149 makarnalık buğday çeşitleri mevcut hastalık popülasyonuna karşı tarla koşullarında dayanıklılık reaksiyonu göstermiştir. Yürütülecek ileri ki çalışmalarda bu çeşitlerde bulunan direnç geni veya genlerinin moleküler yöntemlerle belirlenmesi gerekmektedir. Ayrıca, Türkiye'de tespit edilen sarı pas ırklarına karşı ıslah programlarında geliştirilen yeni çeşitlerin test edilmesi hastalığın kontrolü açısından önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Makarnalık buğday, sarı pas, *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*, doğal enfeksiyon, dayanıklılık

Assessment of Registered Durum Wheat (*Triticum durum*) Cultivars for Resistance to Yellow Rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) Disease

Abstract: Yellow rust disease caused by *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* (*Pst*) is the most destructive disease of wheat and the most effective control method against the disease is the use of resistant plants. For this reason, the cultivars commonly grown should be tested against the current disease population or *Pst* race/races of high virulence. In this study, the infection of yellow rust on 54 durum wheat cultivars registered in Türkiye was evaluated under natural conditions. This study was carried out with two replicates on the campus of Akdeniz University during the 2017-2018 years. For the disease assessment, the modified Cobb scale was used and the infection of the coefficient was calculated according to the disease reaction determined. Based on the results of this study, it was found that most of the varieties were moderately susceptible and susceptible to the natural yellow rust infection in both years. Additionally, Kızıltan 91, Altın 40/98, Yılmaz 98, İmren, Çeşit 1252, and Kunduru 1149 varieties were resistant to the current disease population under field conditions. In further studies, it is necessary to determine the resistance gene or genes found in these cultivars by molecular methods. Additionally, it is important that new varieties developed in breeding programs were analyzed for *Pst* races identified in our country for the control of the disease.

Keywords: Durum wheat, yellow rust, *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*, natural infection, resistance

1. Giriş

Dünyada tahıl üretimi son yıllarda artmasına rağmen, hastalıklardan dolayı meydana gelen ürün kayıpları neticesinde istenilen düzeyde verimde artış sağlanamamaktadır. Dünya Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO)'nın 2019 yılı verilerine göre buğday, 215.9 milyon hektar ekim alanı ve 765.7 milyon ton üretim miktarı ile tahıllar arasında ikinci sırada yer almaktadır (Anonymous, 2021). Türkiye'de ise 2020 yılında buğday 20.5 milyon ton üretim ile tahıllar içerisinde ilk sırada yer almaktadır (Anonim, 2021). İçerdiği çeşitli vitamin ve mineral maddelerden dolayı temel bir besin maddesi olan buğday, insanın günlük kalori ihtiyacının % 20'sini karşılamakta olup, yüksek protein içeriğine de sahiptir (Braun ve ark., 2010). Diğer yandan, artan nüfus ile birlikte buğdayda yürütülen ıslah çalışmaları ile verim ve kalite artırılmaya çalışılmakta; ancak, çeşitli canlı ve cansız stres faktörlerinden dolayı her yıl istenilen miktarda ürün elde edilememektedir. Canlı stres faktörleri içerisinde, buğdayda önemli verim kayıplarına sebep olan etmen sarı pas hastalığı *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* (*Pst*)'dir. *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*'nin sebep olduğu sarı pas hastalığı buğdayın en önemli fungal hastalıklarından birisi olup, mücadele edilmediği takdirde önemli verim ve kalite kayıplarına sebep olmaktadır. Hastalık etmeni Türkiye'de ilk olarak 1991 yılında tespit edilmiş ve o zamandan beri her yıl iklim koşullarına bağlı olarak hastalık görülmektedir. Ayrıca bu hastalıktan dolayı *Yr9* dayanıklılık genine sahip olan ve Türkiye'de yaygın bir şekilde ekilen Seri-82 çeşidinde yoğun enfeksiyon sonucunda çok büyük verim kayıpları ortaya çıkmış; bu nedenle bu çeşit, üretimden kalkmıştır (Braun ve Saari, 1992; Mamluk ve ark., 1997). Benzer şekilde sarı pas hastalığı ile ilgili Orta Anadolu'da (Düşünceli ve ark., 1999) ve yine Orta Anadolu ve geçit bölgelerinde yoğun pas enfeksiyon meydana geldiği rapor edilmiştir. Enfeksiyon zamanı genellikle nemin yüksek olduğu ve sıcaklığın 10-15 derece olduğu dönemlerdir.

Hastalık ile mücadelede yoğun şekilde fungusit kullanılmaktadır. Fakat ekonomik açıdan ve çevreye olumsuz etkilerinden dolayı bu mücadele yöntemi pratik değildir. Diğer bir mücadele yöntemi ise dayanıklı çeşit kullanımıdır. Bu doğrultuda yaygın olarak kullanılan çeşitlerin, ileri ıslah hatlarının ve köy çeşitlerinin sarı pas hastalığına karşı dayanıklılık durumları birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Tabassum ve ark., 2010; Afshari, 2013; Zeng ve ark., 2014; Li ve ark., 2016; Zheng ve ark., 2017; Gebreslasie ve

ark., 2020; Ghanbarnia ve ark., 2021). Dünya genelinde, *Pst* ile ilgili yeni virulent ırklar ortaya çıkmakta ve bu ırkların belirlenmesine yönelik her yıl düzenli olarak survey çalışmaları yapılmaktadır (Chen ve ark., 2009; Bahri ve ark., 2011; Zhan ve ark., 2012; Wan ve Chen, 2014; Wan ve ark., 2016). Türkiye'de ise sarı pas hastalığı ile ilgili sınırlı düzeyde çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda genellikle ırk ayırıcı setler kullanılarak sarı pas ırkları belirlenmeye çalışılmıştır (Mamluk ve ark., 1997; Çetin ve ark., 2000; Zeybek ve Yiğit, 2004; Mert ve ark., 2012, 2016). Son yıllarda ise Akdeniz ve Ege Bölgeleri'nde *Yr10* virulent sarı pas ırkları tespit edilmiş ve bu ırkların frekansının % 25 olduğu belirlenmiştir (Cat ve ark., 2021). Benzer şekilde Türkiye'de son yıllarda *Yr10* virulent ırk içeren ME2018 ve PstS13 genetik gruplarının da görüldüğü bildirilmiştir (Hovmöller ve ark., 2020). Ek olarak, küresel düzeyde dayanıklılık sağlayan genlerden birisi olan *Yr5* dayanıklılık genini kıran ırklar rapor edilmiştir (Nagarajan, 1986; Welling ve McIntosh, 1990; Zhang ve ark., 2020; Tekin ve ark., 2021). Yukarıda bahsedilen bu çalışmalar doğrultusunda son yıllarda *Pst* ile ilgili ırk değişimlerinin olduğu görülmektedir. Bu yüzden hem mevcut hastalık popülasyonuna karşı hemde belirlenen sarı pas ırklarına karşı mevcut çeşitlerin test edilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de tescilli 54 adet makarnalık buğday (*T. turgidum* var. *durum*) çeşidinin 2017 ve 2018 üretim döneminde doğal koşullarda meydana gelen sarı pas (*P. striiformis* f. sp. *tritici*) enfeksiyonuna karşı gösterdiği reaksiyonu belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Genetik materyal ve tarla denemesinin kurulması

Çalışmada 54 adet tescilli makarnalık buğday (*T. turgidum* var. *durum*) çeşidi genetik materyal olarak kullanılmıştır (Tablo 1). Makarnalık buğday çeşitlerine ait tohumlar; Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü deneme arazisinde 2017 ve 2018 üretim döneminde Kasım ayı içerisinde, 1 metre uzunluğundaki parsellere 2 sıra halinde iki tekerrürlü olarak ekimi gerçekleştirilmiştir. İlave olarak; sarı pas hastalığına karşı hassas olduğu bilinen ekmeklik buğday çeşidi "Morocco", sarı pas hastalığının gelişimini gözlemlemek ve yayılmasını sağlamak amacıyla her parselde kenar tesiri olarak ekilmiştir. Buğday bitkilerinin optimum gelişimi için toprak analizlerine göre önerilen dozlarda gübreleme ve sulama işlemleri de yapılmıştır.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan tescilli makarnalık buğday çeşitleri
Table 1. Registered durum wheat varieties used in this study

No	Çeşit/Melez	No	Çeşit/Melez	No	Çeşit/Melez
1	Akbaşak 073/144	19	Selçuklu-97	37	Şölen 2002
2	Kunduru 414/44	20	Meram-2002	38	Tüten 2002
3	Berkmen 469	21	Tunca 79	39	GAP
4	Çakmak 79	22	Gökgöl 79	40	Turabi
5	Kızıltan 91	23	Diyarbakır-81	41	Sham-1
6	Altın 40/98	24	Ceylan 95	42	Amanos-97
7	Yılmaz 98	25	Sarı çanak 98	43	Fuatbey 2000
8	Ankara 98	26	Altın toprak 98	44	Sarı Başak
9	Çeşit-1252	27	Aydın-93	45	Akçakale-2000
10	Mirzabey 2000	28	Fırat-93	46	Gündaş
11	Eminbey	29	Artuklu	47	Özberk
12	İmren	30	Eyyubi	48	Pınar-2001
13	Kunduru 1149	31	Şahinbey	49	Zenit
14	Altıntaş 95	32	Zühre	50	Svevo
15	Kümbet 2000	33	Güney Yıldızı	51	Levante
16	Yelken 2000	34	Gediz-75	52	Saragolla
17	Dumlupınar	35	Ege 88	53	Maestrale
18	Fata Sel	36	Salihli 92	54	Bisante

2.2. Tarla koşullarında hastalık reaksiyonun değerlendirilmesi

Çalışmada kullanılan tescilli makarnalık buğday çeşitlerinin doğal koşullar altında gerçekleşen sarı pas hastalığının gelişimi izlenmiştir. Hastalık ile ilgili gözlemler, iklim koşullarına bağlı olarak hastalık belirtilerinin görülmeye başlandığı Nisan ayından Mayıs ayına kadar olan dönemde yapılmıştır. Hastalık baskısını arttırmak için yağmurlama sulama yapılmış ve hastalık skorlaması, hassas çeşit olan “Morocco” üzerinde sarı pas enfeksiyonunun yoğun olduğu (70S-100S) zaman gerçekleştirilmiştir. Skorlama işlemi tamamlanmaya kadar hassas çeşit üzerinde hastalık gelişimi teşvik edilmiştir. Hastalık şiddetinin değerlendirilmesinde modifiye Cobb skalası kullanılmıştır (Peterson ve ark., 1948). Hastalık şiddetinin belirlenmesinde okumalar birer hafta arayla yapılmış ve enfeksiyon tipleri; R= Dayanıklı (kloroz veya nekrozla çevrili küçük spor), MR= Orta derecede dayanıklı (kloroz veya nekrozla çevrili orta boy püstül), MS= Orta derecede hassas (kloroz ve nekroz içermeyen orta büyüklükte püstül), S= Hassas (kloroz ve nekroz içermeyen çok sayıda püstül) şeklinde sınıflandırılmıştır. Enfeksiyon katsayısının hesaplanmasında, enfeksiyon tipi ile enfeksiyon şiddeti değerleri kullanılmış olup; her bir belirlenen enfeksiyon tipi için 0:0; R:0.2; MR:0.4; MS:0.6 ve S:1.0 değerleri kullanılarak enfeksiyon katsayısı hesaplanmıştır (Pathan ve Park, 2006).

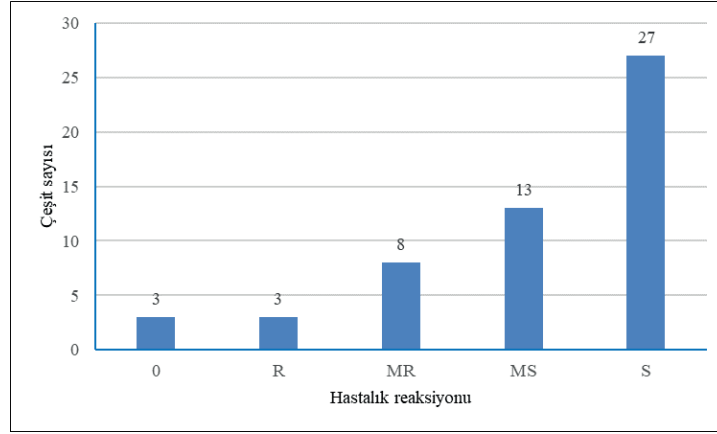
3. Bulgular ve Tartışma

Sarı pas (*P. striiformis* f.sp. *tritici*) hastalığı buğdayda dünya genelinde verim ve kaliteyi etkileyen en ciddi hastalık etmenidir. Hastalık

sebebiyle meydana gelen ürün kayıplarını azaltmak dayanıklı buğday çeşitleri ya da dayanıklılık genlerinin kullanılması ile mümkün olmaktadır. Bu çalışma ile Türkiye’de tescilli 54 makarnalık buğday çeşidinin doğal koşullarda sarı pasa karşı reaksiyonu belirlenmiştir. Çalışmada, 2017 üretim döneminde test edilen 54 çeşidin 27’si hassas (S), 13’ü orta hassas (MS), 8’i orta dayanıklı (MR) ve 3 çeşit dayanıklılık (R) reaksiyonu gösterirken, 3 çeşit de ise hastalık enfeksiyonu gözlenmemiştir (Şekil 1).

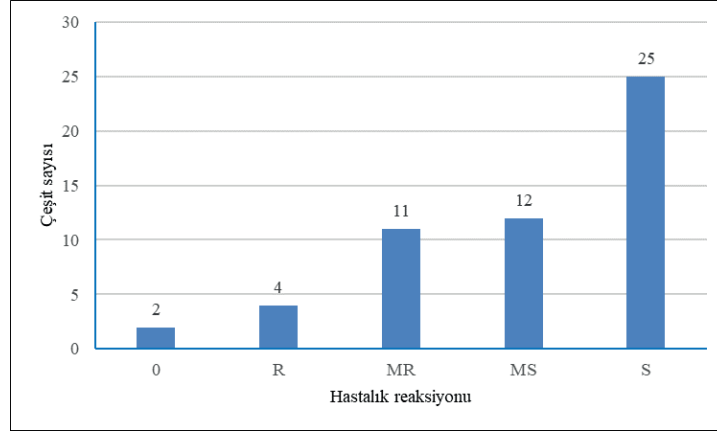
Çalışmanın 2018 yılında alınan hastalık gözlem sonuçlarına göre; 25 çeşit hassas, 12 çeşit orta hassas, 11 çeşit orta dayanıklı, 4 çeşit dayanıklı ve 2 çeşit de ise hastalık gözlenmemiştir (Şekil 2). Elde edilen sonuçlara göre 2018 yılında en yüksek enfeksiyon katsayısına sahip çeşidin 70 katsayı değeri ile Zenit olduğu, diğer yüksek olan çeşitlerin ise sırasıyla; Ceylan 95, Kunduru 414/44, Yelken 2000, Aydın-93, Fırat-93, Güney Yıldızı, Tüten 2002, Akçakale-2000, Özberk ve Levante makarnalık buğday çeşitleri şeklinde sıralandığı belirlenmiştir. En düşük enfeksiyon katsayısına sahip olan çeşitler ise İmren ve Kunduru 1149 olarak saptanmıştır (Tablo 2).

Farklı buğday çeşitlerinde doğal koşullar altında gerçekleşen sarı pas enfeksiyonu ile ilgili son yıllarda çok sayıda çalışma yapılmıştır (Gad ve ark., 2019; Kasa ve Negash, 2021; Sandhu ve ark., 2021; Shewaye ve Mohammed, 2021). Iqbal ve ark. (2020) tarafından yürütülen çalışma kapsamında, test edilen 29 buğday hattının tarla koşullarında genotip-çevre etkileşimine bağlı olarak dayanıklılık durumlarında önemli farklılıklar gözlemlendiği rapor edilmiştir. Hastalık şiddeti ve enfeksiyon oranı; konukçu, patojen virülensliği, genotip



Şekil 1. Makarnalık buğday çeşitlerinin 2017 üretim döneminde doğal koşullarda oluşan sarı pas enfeksiyonuna gösterdiği reaksiyonlar

Figure 1. Reactions of durum wheat varieties to yellow rust infection under natural conditions in the 2017 growing season



Şekil 2. Makarnalık buğday çeşitlerinin 2018 üretim döneminde doğal koşullarda oluşan sarı pas enfeksiyonuna gösterdiği reaksiyonlar

Figure 2. Reactions of durum wheat varieties to yellow rust infection under natural conditions in the 2018 growing season

dayanıklılık ve iklim gibi birçok etkenin etkileşimi sonucunda değişkenlik göstermektedir (Agrios, 2004; de Vallavieille-Pope ve ark., 2012; Cat ve ark., 2021; Kasa ve Negash, 2021; Shewaye ve Mohammed, 2021). Farklı bölgelerdeki yaygın olan ırkların yapısı bu bölgelerdeki dayanıklılık genlerinin etkinliğine göre değişkenlik gösterdiği bildirilmiştir (Perronne ve ark., 2017). Benzer şekilde, dayanıklılık göstergesi de iklim faktörünü bağlı olarak farklılık ortaya çıkmaktadır. Ergin dönemde dayanıklılık genlerinin ifadesi sıcaklıktan etkilendiği için bu durum kısmi dayanıklılık durumunda daha da önemli bir etkiye sahiptir (Sun ve ark., 2002; Chen, 2005). Bu nedenle, tarla koşullarında hastalık oluşumu ve konukçu dayanıklılık düzeylerindeki değişkenlikler, patojen popülasyonu ve iklim değişiklikleri ile açıklanabilir. İlave olarak, serin hava koşulları ile

birlikte yüksek nemin ve düşük sıcaklığın sarı pas hastalığına ait üredesporların oluşumunu teşvik etmektedir (Chen, 2005). Yapılan bu çalışmada da benzer şekilde çeşitler üzerinde görülen sarı pas enfeksiyonunda farklılıklar olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 2 incelendiğinde 2017 yılında test edilen Kızıltan 91, Altın 40/98 ve Yılmaz 98 çeşitlerinde ise hastalık reaksiyonu gözlenmediğinden dolayı enfeksiyon katsayısı değeri sıfır olarak hesaplanmıştır. Benzer durum, 2018 yılında İmren ve Kunduru 1149 çeşitlerinde de belirlenmiştir. Her iki yıl birlikte değerlendirildiğinde, enfeksiyon katsayısı 20'den az olan çeşitlerin; Berkmen 469; Kızıltan 91, Altın 40/98, Yılmaz 98, İmren, Kunduru 1149, Çeşit 1252, Mirzabey 2000, Eminbey, Fata Sel, Selçuklu-97, Meram-2002, Tunca 79, Gököl 79, Şölen 2002, Sham-1, Pınar-2001 ve Maestrale olduğu belirlenmiştir.

Tablo 2. Makarnalık buğday çeşitlerinde 2017 ve 2018 üretim döneminde doğal koşullarda gerçekleşen sarı pas hastalık şiddeti ve enfeksiyon katsayıları

Table 2. Coefficient of infection and rust severity of the evaluated durum wheat varieties to yellow rust under natural conditions during 2017 and 2018 growing seasons

No	Çeşit/Melez	2017 yılı		2018 yılı	
		Hastalık şiddeti*	Enfeksiyon katsayısı	Hastalık şiddeti*	Enfeksiyon katsayısı
1	Akbaşak 073/144	70S	70	60S	60
2	Kunduru 414/44	80S	80	60S	60
3	Berkmen 469	10MR	4	20MR	8
4	Çakmak 79	40MS	24	30MS	18
5	Kızıltan 91	0	0	30R	6
6	Altın 40/98	0	0	10R	2
7	Yılmaz 98	0	0	20R	4
8	Ankara 98	60S	60	50S	50
9	Çeşit-1252	20R	4	10R	2
10	Mirzabey 2000	20MS	12	30MR	12
11	Eminbey	20MR	8	30MS	18
12	İmren	10R	2	0	0
13	Kunduru 1149	5R	1	0	0
14	Altıntaş 95	40MS	24	50MS	30
15	Kümbet 2000	60S	60	50S	50
16	Yelken 2000	70S	70	60S	60
17	Dumlupınar	30MS	18	40MS	24
18	Fata Sel	20MS	12	30MR	12
19	Selçuklu-97	20MR	8	40MR	16
20	Meram-2002	30MR	12	20MR	8
21	Tunca 79	10MS	6	30MR	12
22	Gökgöl 79	30MR	12	40MR	16
23	Diyarbakır-81	50S	50	40MS	24
24	Ceylan 95	60S	60	50MS	30
25	Sarı çanak 98	60S	60	50S	50
26	Altın toprak 98	50S	50	40S	40
27	Aydın-93	60S	60	60S	60
28	Fırat-93	50S	50	60S	60
29	Artuklu	50MS	30	30MS	18
30	Eyyubi	40S	40	40MS	24
31	Şahinbey	50MS	30	40S	40
32	Zühre	60S	60	50S	50
33	Güney Yıldızı	50S	50	60S	60
34	Gediz-75	60S	60	60MS	36
35	Ege 88	60MS	36	50MS	30
36	Salihli 92	50S	50	40S	40
37	Şölen 2002	30MR	12	40MR	16
38	Tüten 2002	60S	60	60S	60
39	GAP	60S	60	40S	40
40	Turabi	50S	50	50MS	30
41	Sham-1	20MR	8	30MR	12
42	Amanos-97	60S	60	40S	40
43	Fuatbey 2000	60MS	36	50S	50
44	Sarı Başak	70S	70	50S	50
45	Akçakale-2000	70MS	42	60S	60
46	Gündaş	60S	60	40S	40
47	Özberk	70S	70	60S	60
48	Pınar-2001	30MS	18	20MS	12
49	Zenit	60S	60	70S	70
50	Svevo	30MS	18	30MR	12
51	Levante	50S	50	60S	60
52	Saragolla	60S	60	50S	50
53	Maestrade	30MR	12	20MR	8
54	Bisante	50S	50	60S	60

*: 0-70 değeri hastalık şiddeti, R: Dayanıklı, MR: Orta dayanıklı, MS: Orta hassas, S: hassas

Hesaplanan enfeksiyon katsayısı verilerinin farklı bölgelerdeki enfeksiyon katsayısı değerleri göz önüne alındığında, ergin dönem bitki dayanıklılığı olarak değerlendirilebileceğini rapor edilmiştir (Ali ve ark., 2009).

Doğal koşullarda meydana gelen sarı pas enfeksiyonunu belirlemek amacıyla 2019 yılında Etiyopya'da yürütülen bir çalışmada, 375 ekmeklik buğday hattı ve dayanıklı olduğu bilinen çeşitler (Danda'a, Wane ve Kingbird Daka) ile hassas çeşitler (Kekeba ve Lemu) kullanılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, kullanılan çeşitlerde dayanıklı (R) ve dayanıklı-orta dayanıklı (RMR) reaksiyon gösteren çeşit tespit edilememiş, çeşitlerin % 50'ye yakınının sarı pasa karşı hassas olduğu belirlenmiştir (Kasa ve Negash, 2021). Literatürdeki bu çalışmanın aksine, bu çalışmada hem 2017 hem de 2018 yılında dayanıklı ve orta dayanıklı reaksiyon veren çeşitler tespit edilmiştir. Öte yandan, çalışmada kullanılan çeşitlerin ortalama % 50'sinin doğal koşullardaki sarı pas enfeksiyonuna karşı hassas reaksiyon gösterdiği belirlenmiştir. Yine Etiyopya'da 2015 yılında yürütülen başka bir çalışmada ise; 192 ekmeklik buğday çeşidi doğal koşullarda oluşan sarı pas enfeksiyonuna karşı fide ve ergin dönemde analiz edilmiş; elde edilen bulgulara göre, Kulumsa bölgesinde % 72.5 ve Meraro bölgesinde ise % 42.5 dayanıklılık tespit edilmiştir. Aynı çalışmada ayrıca, her iki bölgedeki 72 çeşidin doğal koşullarda oluşan sarı pas enfeksiyonuna karşı dayanıklı olduğu rapor edilmiştir (Shewaye ve Mohammed, 2021). Çin'de 2016-2018 yılları arasında doğal koşullarda 47 buğday çeşidinde sarı, kahverengi ve kara pas enfeksiyonu değerlendirilmiştir. Çalışmada test edilen 47 çeşidin 17'si dayanıklı, diğer kalan 30 çeşidin enfeksiyon tiplerinin orta dayanıklı, orta hassas ve hassas olarak belirlenmiştir (Gad ve ark., 2019). Hindistan'da 2018 ve 2019 yıllarında yürütülen çalışmada farklı kuruluşlardan toplanan 41 buğday çeşidi, doğal koşullarda meydana gelen sarı pasa karşı ergin dönemde test edilmiş ve 15 çeşidin dayanıklı reaksiyon gösterdiği rapor edilmiştir (Sandhu ve ark., 2021).

4. Sonuçlar

Çalışma sonuçlarına göre, doğal koşullarda gerçekleşen sarı pas enfeksiyonuna karşı Kızıltan 91, Altın 40/98, İmren, Kunduru 1149, Yılmaz 98 ve Çeşit 1252 tescilli makarnalık buğday çeşitlerinin mevcut hastalık popülasyonuna karşı dayanıklılık gösterdiği belirlenmiştir. Bununla birlikte, bu çalışmada kullanılan tescilli makarnalık buğday çeşitlerinin hangi dayanıklılık genlerini içerdiğine yönelik olarak moleküler düzeyde, daha ileri çalışmaların yapılması gerektiği

düşünülmektedir. Türkiye'de yaygın olarak yetiştirilen bazı makarnalık buğday çeşitlerinin sarı pas hastalığına karşı hassas olduğu bilinmektedir. Bu yüzden mevcut hastalık popülasyonunun takip edilmesi hastalık ile mücadelede katkı sağlayacaktır.

Finansman

Bu araştırma, hiçbir dış finansman almamıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

Kaynaklar

- Afshari, F., 2013. Race analysis of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* in Iran. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 46(15): 1785-1796.
- Agrios, G.N., 2004. *Plant Pathology*. Academic Press, New York.
- Ali, S., Rahman, H., Shah, S.J.A., Shah, S.M., 2009. Assessment of field resistance using host-pathogen interaction phenotype for wheat yellow rust. *African Crop Science Journal*, 17(4): 213-221.
- Anonim, 2021. Bitkisel Üretim İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu, (<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2020-33737>), (Erişim tarihi: 19.12.2021).
- Anonymous, 2021. Crops and Livestock Products. Food and Agriculture Organization of the United Nations, (<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>), (Erişim tarihi: 19.12.2021).
- Bahri, B., Shah, S.J.A., Hussain, S., Leconte, M., Enjalbert, J., de Vallavieille-Pope, C., 2011. Genetic diversity of the wheat yellow rust population in Pakistan and its relationship with host resistance. *Plant Pathology*, 60(4): 649-660.
- Braun, H.J., Atlin, G., Payne, T., 2010. Multi location testing as a tool to identify plant response to global climate change. In: M.P., Reynolds (Ed.), *Climate Change and Crop Production*, CABI, Oxfordshire, UK, pp. 115-138.
- Braun, H.J., Saari, E.E., 1992. An assessment of the potential of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* to cause yield losses in wheat on the Anatolian plateau of Turkey. *Vortrage fur Planzenzucht*, 24(8): 121-123.
- Cat, A., Tekin, M., Akan, K., Akar, T., Catal, M., 2021. Races of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* identified from the coastal areas of Turkey. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 43(Sup2): 323-332.
- Chen, W.Q., Wu, L.R., Liu, T.G., Xu, S.C., Jin, S.L., Peng, Y.L., Wang, B.T., 2009. Race dynamics, diversity, and virulence evolution in *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*, the causal agent of wheat stripe rust in China from 2003 to 2007. *Plant Disease*, 93(11): 1093-1101.

- 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.
- Çetin, L., Düşünceli, F., Albustan, S., Bolat, N., Yıldırım, A.F., Hekimhan, H., Camcı, H., Ekiz, H., 2000. 1995-1998 yılları arasında Orta Anadolu buğday alanlarında sarı pas (*Puccinia striiformis*) virulanslarının dört lokasyonda kapan norserileriyle belirlenmesi. *Orta Anadolu'da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu*, 8-11 Haziran, Konya, s. 414-417.
- de Vallavieille-Pope, C., Ali, S., Leconte, M., Enjalbert, J., Delosand, M., Rouzet, J., 2012. Virulence dynamics and regional structuring of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* in France between 1984 and 2009. *Plant Disease*, 96(1): 131-140.
- Gad, M.A., Li, H., Alam, M.A., Sajjad, M., Li, M., 2019. Geographical distribution and virulence phenotypes of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* from wheat in Yunnan, China. *ScienceAsia*, 45(6): 572-580.
- Gebreslasie, Z.S., Huang, S., Zhan, G.M., Badebo, A., Zeng, Q.D., Wu, J.H., Wang, Q.L., Liu, S. J., Huang, L.L., Wang, X.J., Kang, Z.S., Han, D.J., 2020. Stripe rust resistance genes in a set of Ethiopian bread wheat cultivars and breeding lines. *Euphytica*, 216(2): 1-14.
- Ghanbarnia, K., Gourlie, R., Amundsen, E., Aboukhaddour, R., 2021. The changing virulence of stripe rust in Canada from 1984 to 2017. *Phytopathology*, 111(10): 1840-1850.
- Hovmöller, M.S., Patpour, M., Rodriguez-Algaba, J., Thach, T., Justesen, A.F., Hansen, J.G., 2020. Global Rust Reference Center (GRRC) Annual Report 2019: Stem- and Yellow Rust Genotyping and Race Analyses. (https://agro.au.dk/fileadmin/www.grcc.au.dk/International_Services/Pathotype_YR_results/GRRC_annual_report_2019.pdf), Aarhus University, Denmark, (Erişim tarihi: 18.11.2021).
- Iqbal, A., Khan, M.R., Ismail, M., Khan, S., Jalal, A., Imtiaz, M., Ali, S., 2020. Molecular and field-based characterization of yellow rust resistance in exotic wheat germplasm. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 57(6): 1457-1467.
- Kasa, D., Negash, T., 2021. Evaluation of ethiopian wheat germplasm against yellow rust (*Puccinia striiformis*) disease under field condition. *Agriculture, Forestry and Fisheries*, 10(2): 61-65.
- Li, Q., Wang, B., Chao, K., Guo, J., Song, J., Yue, W., Li, Q., 2016. Molecular detection of stripe rust resistance gene (s) in 115 wheat cultivars (lines) from the Yellow and Huai River valley wheat region. *Journal of Phytopathology*, 164(11-12): 946-958.
- Mamluk, O.F., Cetin, L., Braun, H.J., Bolat, N., Bertschinger, L., Makkouk, K.M., Yildirim, A.F., Saari, E.E., Zencirci, N., Albustan, S., Cali, S., Beniwal, S.S., Dusunceli, F., 1997. Current status of wheat and barley diseases of Central Anatolia Plateau of Turkey. *Phytopathologia Mediterranea*, 36(3): 167-181.
- Mert, Z., Düşünceli, F., Akan, K., Cetin, L., Yazar, S., Bolat, N., Yorgancılar, A., Ünsal, R., Ercan, B., Özseven, I., Demir, L., Dinçer, N., Ay, H., Tekdal, S., Kılıç, H., Bayramoğlu, H., Sermet, C., Öztürk, I., Tülek, A., Küçüközdemir, U., İlkhan, A., 2012. An overview of the network for important cereal diseases management research in Turkey between 2003 and 2011. *The Proceedings of 13th International Cereal Rusts and Powdery Mildews Conference*, 28 August-01 September, Beijing, China, pp. 208-209.
- Mert, Z., Nazari, K., Karagoz, E., Akan, K., Ozturk, I., Tulek, A., 2016. First incursion of the warrior race of wheat stripe rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) to Turkey in 2014. *Plant Diseases*, 100(2): 528.
- Nagarajan, S., 1986. Race 13 (67S8) of *Puccinia striiformis* virulent on *Triticum spelta* var. *album* in India. *Plant Disease*, 70(2): 173.
- Pathan, A.K., Park, R.F., 2006. Evaluation of seedling and adult plant resistance to leaf rust in European wheat cultivars. *Euphytica*, 149(3): 327-342.
- Perronne, R., Diguët, S., de Vallavieille-Pope, C., Leconte, M., Enjalbert, J., 2017. A framework to characterize the commercial life cycle of crop varieties: Application to the case study of the influence of yellow rust epidemics on French bread wheat varieties. *Field Crop Research*, 209: 159-167.
- Peterson, R.F., Campbell, A.B., Hannah, A.E., 1948. A diagrammatic scale for rust intensity on leaves and stems of cereals. *Canadian Journal of Research*, 26(5): 496-500.
- Sandhu, R., Singh, B., Dey, T., Pandey, M.K., 2021. Assessment of some Indian wheat genotypes and breeding lines for adult plant resistance (APR) against stripe rust. *International Journal of Chemical Studies*, 9(2): 31-35.
- Shewaye, Y., Mohammed, H., 2021. Screening and evaluation of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes resistance to stripe rust. *African Journal of Agricultural Research*, 17(5): 766-779.
- Sun, Q., Wei, Y., Ni, Z., Xie, C., Yang, T., 2002. Microsatellite marker for yellow rust resistance gene Yr5 in wheat introgressed from spelt wheat. *Plant Breeding*, 121(6): 539-541.
- Tabassum, S., Ashraf, M., Chen, X., 2010. Evaluation of Pakistan wheat germplasms for stripe rust resistance using molecular markers. *Science. China Life Sciences*, 53(9): 1123-1134.
- Tekin, M., Cat, A., Akan, K., Akar, T., Catal, M., 2021. A new virulent race of wheat stripe rust pathogen (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) on the resistance gene Yr5 in Turkey. *Plant Disease*, 105(10): 3292.
- Wan, A.M., Chen, X.M., 2014. Virulence characterization of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* using a new set of Yr single-gene line differentials in the United States in 2010. *Plant Disease*, 98(11): 1534-1542.
- Wan, A.M., Chen, X.M., Yuen, J., 2016. Races of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* in the United States in 2011 and 2012 and comparison with races in 2010. *Plant Disease*, 100(5): 966-975.
- Wellings, C.R., McIntosh, R.A., 1990. *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* in Australasia: pathogenic

- changes during the first 10 years. *Plant Pathology*, 39(2): 316-325.
- Zeng, Q.D., Han, D.J., Wang, Q.L., Yuan, F.P., Wu, J.H., Zhang, L., Wang, X.J., Huang, L.L., Chen, X.M., Kang, Z.S., 2014. Stripe rust resistance and genes in Chinese wheat cultivars and breeding lines. *Euphytica*, 196(2): 271-284.
- Zeybek, A., Yiğit, F., 2004. Determination of virulence genes frequencies in wheat stripe rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) populations during natural epidemics in the regions of Southern Aegean and Western Mediterranean in Turkey. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7(11): 1967-1971.
- Zhan, G., Chen, X., Kang, Z., Huang, L., Wang, M., Wan, A., Cheng, P., Cao, S., Jin, S., 2012. Comparative virulence phenotypes and molecular genotypes of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*, the wheat stripe rust pathogen in China and the United States. *Fungal Biology*, 116(6): 643-653.
- Zhang, G.S., Zhao, Y.Y., Kang, Z.S., Zhao, J., 2020. First report of a *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* race virulent to wheat stripe rust resistance gene *Yr5* in China. *Plant Disease*, 104(1): 284.
- Zheng, S.G., Li, Y.F., Lu, L., Liu, Z., Zhang, C., Ao, D.H., Li, L.R., Zhang, C.Y., Liu, R., Luo, C.P., Wu, Y., Zhang, L., 2017. Evaluating the contribution of *Yr* genes to stripe rust resistance breeding through marker-assisted detection in wheat. *Euphytica*, 213(2): 1-16.

ALINTI: Çat, A., 2022. Tescilli Makamalık Buğday (*Triticum durum*) Çeşitlerinin Sarı Pas (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) Hastalığına Karşı Dayanıklılığının Belirlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 9(2): 136-143.

CITATION: Çat, A., 2022. Assessment of Registered Durum Wheat (*Triticum durum*) Cultivars for Resistance to Yellow Rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) Disease. *Turkish Journal of Agricultural Research*, 9(2): 136-143. (In Turkish).