

# Bazı İleri Ekmeklik ve Makarnalık Buğday Hatlarının Tarla Koşullarında Sarı Pas (*Puccinia striiformis f. sp. tritici*) Hastalığına Karşı Reaksiyonları

Mehmet ÖZBAYRAK<sup>1\*</sup>, İlker TOPAL<sup>1</sup>, Murat Nadi TAŞ<sup>1</sup>, Lütfi DEMİR<sup>2</sup>, Atalay KILINÇ<sup>1</sup>, Birol ERCAN<sup>1</sup>, Musa TÜRKÖZ<sup>1</sup>, Fatih ÖZDEMİR<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitü Müdürlüğü

<sup>2</sup>Sakarya Mısır Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü

**\* Sorumlu Yazar**

Tel.: -

[mehmet.ozbayrak@tarimorman.gov.tr](mailto:mehmet.ozbayrak@tarimorman.gov.tr)

**Yayın Bilgisi:**

Geliş Tarihi: 14.06.2024

Kabul Tarihi: 09.07.2024

**Anahtar kelimeler:** Buğday, sarı pas, dayanıklılık, *Puccinia striiformis*

**Keywords:** Wheat, stripe rust, resistance, *Puccinia striiformis*

**Özet**

Buğday (*Triticum spp.*) dünya nüfusunun beslenmesinde rol olan en önemli bitkilerin başında gelmektedir. Sarı pas (*Puccinia striiformis f. sp. tritici*), dünya genelinde buğday üretimini tehdit eden, ciddi verim ve kalite kayıplarına yol açan önemli hastalıkların başında gelmektedir. Bu çalışma, 2022-2023 üretim sezonunda Konya ve Sakarya illerinde gerçekleştirilmiştir. Konya ilinde "Warrior ırkı" ile yapay inokülasyon ile gerçekleştirilirken, Sakarya ilinde ise doğal inokülasyona maruz bırakılmıştır. Söz konusu çalışmada bölge verim denemesi kademesine kadar yükseltilmiş 24 adet sulu ekmeklik, 12 adet kuru ekmeklik, 24 adet kuru makarnalık, 12 adet sulu makarnalık genotipleri testlenmiştir. Testlenen genotiplerin sarı pas hastalığına karşı göstermiş oldukları enfeksiyon tipleri ve hastalık şiddeti değerlendirilmiş ve Enfeksiyon Katsayısı (EK) hesaplanmıştır. Genotipler dayanıklılık seviyesine göre dört gruba ayrılmıştır: Dayanıklı, Orta dayanıklı, Orta hassas ve Hassas. Araştırmanın bulguları, denemede kullanılan genotipler arasında sarı pas hastalığına karşı farklı dayanıklılık seviyelerinin olduğunu ortaya koymuştur. 2023 yılında yoğun yağış ve serin hava koşulları nedeniyle sarı pas hastalığının daha şiddetli bir şekilde geliştiği tespit edilmiştir. Denemede kullanılan genotipler arasında 5 ekmeklik genotip (%14) ve 6 makarnalık genotip (%17) dayanıklı olarak değerlendirilmiş, bu genotiplerin ıslah programlarında sarı pas karşı dayanıklı bitki geliştirmede kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Geliştirecek olan bu genotiplerin kullanımı ile sarı pasın neden olduğu verim ve kalite kayıplarının azaltılmasıyla, buğday üretiminin sürdürülebilirliği sağlanacaktır.

## Reactions of Some Advanced Bread and Durum Wheat Lines to Stripe Rust (*Puccinia striiformis f. sp. tritici*) Disease Under Field Conditions

**Abstract**

Wheat (*Triticum spp.*) is one of the most important crops globally, playing a crucial role in feeding the world population. Stripe rust (*Puccinia striiformis f. sp. tritici*) is among the significant diseases threatening wheat production worldwide, leading to serious yield and quality losses. This study was conducted during the 2022-2023 production seasons in Konya and Sakarya provinces of Turkey. In Konya, artificial inoculation was performed using the 'Warrior' strain, while in Sakarya, natural inoculation occurred. A total of 24 soft bread wheat, 12 hard bread wheat, 24 durum wheat, and 12 soft durum wheat genotypes were tested up to the regional yield trial stage. The infection types and disease severity of tested genotypes against stripe rust were evaluated, and the Infection Coefficient (IC) was calculated. Based on their resistance levels, genotypes were classified into four groups: Resistant, Moderately Resistant, Moderately Susceptible, and Susceptible. The findings revealed varying levels of resistance among the tested genotypes against stripe rust. It was observed that in 2023, due to heavy rainfall and cool weather conditions, stripe rust developed more severely. Among the genotypes used in the trial, 5 bread wheat genotypes (14%) and 6 durum wheat genotypes (17%) were identified as resistant, suggesting their potential use in breeding programs aimed at developing wheat plants resistant to stripe rust. The utilization of these developed genotypes is expected to mitigate yield and quality losses caused by stripe rust, ensuring the sustainability of wheat production.

## 1.GİRİŞ

Dünya nüfusunun önemli bir kısmı için temel gıda maddesi olan buğday (*Triticum* spp.), gıda güvenliği ve beslenmenin sağlanmasında çok önemli bir rol oynamaktadır (Devate ve ark., 2022; Pal ve ark., 2022; Shewry ve Hey, 2015). Kişilerin günlük kalori ve protein gereksinimlerini karşılama açısından Avrupa Birliği ülkelerinin buğdaya bağımlılığı ortalama %20, ülkemizde ise %40'ın üstünde olup, kırsal kesimde %75'in üzerine çıkabilmektedir. 2022 yılı buğday üretimi dünya da yaklaşık 790 milyon ton olarak gerçekleşmiş olup, ülkemizde ise üretim miktarı yaklaşık 22 milyon tondur (Anonim, 2022a, 2022b). Küresel ısınma, iklim değişikliği, tarım yapılan arazilerin azalması ve nüfus artışı hızının fazla olması gibi nedenler buğdayın gıda güvenliği açısından önemini artırmaktadır.

Buğday üretim miktarı ve verimi birçok biyotik ve abiyotik faktörlerle sınırlanmaktadır. Bitkilerde biyotik faktörlerden (hastalık, zararlı ve yabancı otlar) kaynaklı ürün kayıpları yaklaşık %35 olup; bunların %13'ü zararlılar, %12'si hastalıklar ve %10'u ise yabancı otlardan oluşmaktadır (Agrios, 2005). Buğday yaprak hastalıkları, buğday üretimi ve mahsul verimi üzerindeki önemli etkileri nedeniyle büyük önem taşımaktadır. Bu hastalıklar buğday yapraklarına saldırarak ürün kalitesinin ve veriminin düşmesine neden olabilir. Özellikle sarı pas etmeni (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*), çevresel koşullar, patojenin virülensliği ve konukçu genotipinin dayanıklılık durumuna göre %50'nin üzerinde verim kaybına neden olabilmekte ve buğdayda kalite parametrelerini azaltmaktadır (A. Palabıyık ve Poyraz, 2022; Younas ve ark., 2023). Sarı pas patojeninin genetik olarak farklı ırklarının olması ve bu ırkların küresel olarak hızla yayılması, buğday verimini korumadaki zorlukları daha da artırmıştır (Hayit et al., 2023). Sarı pas hastalığının, mutasyon, rekombinasyon ve seçilim baskısı gibi genetik mekanizmalar yoluyla evrimleşmesi sonucu, yeni ırkları ortaya çıkabilir. Mutasyonlar, genetik materyaldeki rastgele değişikliklerdir ve patojenin buğdaydaki mevcut dayanıklılık genlerini aşmasını sağlayarak yeni virülenslik özelliklerine sebep olmaktadır (Chen, 2005). Özellikle alternatif konakçı bitkilerde eşeysel üreme yoluyla gerçekleşen rekombinasyon, ebeveyn suşlarından farklı genetik materyallerin karışmasıyla genetik çeşitliliğe katkıda bulunmakta ve yeni genetik kombinasyonlar oluşturmaktadır (McDonald ve Linde 2002). Dayanıklılık buğday çeşitlerinin ve fungusitlerin yaygın kullanımı, mücadele yöntemleri etkisiz hale getiren ırkların ortaya çıkmasını teşvik ederek patojene seçilim baskısı uygulamaktadır (Wellings 2011). Sonuç olarak, farklı virülans profillerine sahip yeni sarı pas ırklarının ortaya çıkması, hastalıkla mücadeleyi zorlaştırmaktadır.

Buğdayda sarı pas hastalığına karşı dayanıklılık genellikle fide dayanıklılığı ve ergin bitki dayanıklılığı olarak iki tip dayanıklılık mevcuttur. Fide dayanıklılığı (ASR), tüm evre direnci olarak da bilinmekte ve genellikle majör genler tarafından kontrol edilmektedir ve buğday bitkisine erken büyüme aşamalarında koruma sağlamaktadır. Bu tür dayanıklılık genellikle ırka özgüdür (Chen, 2005; Gebrewahid ve ark., 2019). Öte yandan, ergin bitki dayanıklılığı (APR) genellikle çok genle kontrol edilmekte olup, ırka özgü değildir. Fide döneminden sonra, bitki büyüdükçe etkinliği artarak daha güçlü bir dayanıklılık sağlar. Bu tür dayanıklılığın, mutasyonu yoluyla kırılma olasılığı daha düşük olduğundan, daha uzun bir dayanıklılık sağlamaktadır (Hou ve ark., 2024).

Moleküler markör teknolojilerinin yaygınlaşmasıyla birlikte, hastalıklara dayanıklı buğday çeşitlerinin ıslahında giderek artan sayıda moleküler markör kullanılmaktadır. Buğdayda sarı pas dayanıklılık genlerini belirlemek ve haritalamak için kullanılan temel moleküler markörler arasında Basit Dizi Tekrarları (SSR'ler), Tek Nükleotid Polimorfizmleri (SNP'ler), Dizi Etiketli Yerler (STS), Kesilmiş Amplifiye Polimorfik Sekanslar (CAPS), Çeşitlilik Dizileri Teknolojisi (DART), Dayanıklılık Gen Analogu Polimorfizmi (RGAP) ve Sekanslama ile Genotipleme (GBS) ve Kompetitif alele özgü polimeraz zincir reaksiyonları (KASP) bulunmaktadır (Song ve ark., 2023; Ren ve ark., 2024). Bu markörler kullanılarak tanımlanan direnç genleri arasında Yr5, Yr10 ve Yr15 (SSR markörleri), Yr18 (SNP markörleri), Yr26 (SSR ve STS markörleri) ve Yr36 (RGAP markörleri) bulunmaktadır (Bansal ve ark., 2014; Li ve ark., 2014). Etkili dayanıklılık genlerini içeren çeşitlerin tanımlanması, yüksek dayanıklılık için seçici ıslaha izin vermekte ve hastalıklara uzun süre dayanıklı çeşitler oluşturmak için çoklu genlerin kümelenmesine olanak sağlamaktadır (Luo ve ark., 2023). Bu hastalıkla mücadele de kimyasal mücadele mümkün olsa da ekonomik olmamakta, çevre ve insan sağlığı üzerine olumsuz etkilere neden olmaktadır. Bu nedenle, dayanıklı buğday çeşitlerinin geliştirilmesi ve kullanılması sarı pas hastalığının kontrolü için kritik öneme sahiptir (Demir ve ark., 2017; Özasan, 2023).

Ülkemizde sarı pas hastalığına karşı dayanıklı genotipleri ve bu genotiplerde dayanıklılık genlerini belirlemek için birçok çalışma yapılmıştır. İpek ve ark. (2023) yaptıkları çalışmada, 2019-2020 yılları arasında doğal inokülasyon koşulları altında yapılan tarla çalışmalarında, makarnalık çeşitlerinin sarı pasa karşı reaksiyonları belirlenmiştir. Moleküler analizler sonucunda, hiçbir makarnalık çeşitte Yr5 dayanıklılık geni bulunmadığı, ancak 12 genotipte Yr10 ve 17 genotipte Yr15 dayanıklılık geninin tespit edildiği rapor edilmiştir. Fide ve tarla denemelerinin test sonuçları karşılaştırıldığında, çeşitlerin %31'inin düşük düzeyde ergin bitki dayanıklılığı ve %6'sının orta düzeyde ergin bitki dönemi dayanıklılığı

gösterdiği tespit edilmiştir. Çalışmada, yüksek düzeyde ergin bitki dönemi dayanıklılığına sahip herhangi bir çeşidin bulunmadığı sonucuna varılmıştır. Çalışmada kullanılan çeşitlerin sarı pas dayanıklılık genlerinin bulunma oranları Yr5 (%30), Yr10 (%22), Yr17 (%5), Yr18 (%23), YrSp (%24) ve Yr15 (%0) olarak tespit edilmiştir. İleri hatlarda ise bu genlerin bulunma oranları Yr5 (%28), Yr10 (%18), Yr17 (%73), Yr18 (%7), YrSp (%18) ve Yr15 (%0) olarak belirlenmiştir (Ölmez, 2023). 2021-2023 yılları arasında yaptıkları çalışmada kullanılan çeşitlerin sadece %12'sinin denemenin 2. Yılında dayanıklılık göstermiş, genotiplerin %50'sinden fazlasının sarı pasa hassas olduğunu sonucuna varmıştır (Cat, 2024).

Bu çalışmanın amacı, Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne ıslah edilerek bölge verim kademesine yükseltilecek ekmeçlik ve makarnalık

buğday çeşitlerinin tarla koşullarında sarı pas hastalığına karşı dayanıklılık durumlarını test ederek sarı pasa karşı dayanıklılık durumlarını belirlemek ve sarı pasa tolerant-dayanıklı çeşitler piyasaya sürmektedir.

## 2. Materyal ve Metot

Çalışma 2022-2023 buğday üretim sezonunda, iki farklı lokasyonda ve tarla koşullarında Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü-Konya hastalık deneme bahçesi ve Sakarya Mısır Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne ait tarlalarda yürütülmüştür. Çalışma, bölge verim denemesi kademesine kadar yükseltilmiş 24 adet sulu ekmeçlik, 12 adet kuru ekmeçlik, 24 adet kuru makarnalık, 12 adet sulu makarnalık ve sarı pasa hassas olduğu bilinen kontrol çeşidi (Morocco) ile gerçekleştirilmiştir (Ercan ve ark, 2015).

## Deneme Lokasyonlarının İklim Özellikleri

Çizelge 1. Konya ili 2022-2023 buğday üretim sezonu iklim verileri

İklim Verileri	Aylar (2022)					Aylar (2023)						
	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
Ortalama Sıcaklık °C	25,5	21,3	16,0	14,1	11,5	9,9	7,7	10,5	13,9	16,5	21,6	25,2
En yüksek Sıcaklık °C	31,3	28,7	21,6	19,7	15,7	14,6	12,3	15,3	19,4	21,7	27,1	39,4
En Düşük Sıcaklık °C	21,0	16,0	12,2	10,1	8,4	6,3	4,2	7,3	19,1	13,0	17,1	19,4
Yağış Miktarı mm	61,7	26,9	77,3	23,4	42,9	23,1	86,1	114,2	96,2	64,2	167,4	77,7

Çizelge 2. Sakarya ili 2022-2023 buğday üretim sezonu iklim verileri

İklim Verileri	Aylar (2022)					Aylar (2023)						
	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
Ortalama Sıcaklık °C	24,8	19,5	12,6	7,6	5,9	1,4	-0,5	7,9	10,3	14,74	19,34	24,3
En yüksek Sıcaklık °C	36,5	34,7	34,4	20,0	16,6	17,3	19,8	21,8	24,7	28,8	33,10	38,9
En Düşük Sıcaklık °C	6,3	0,5	-4,7	-5,9	-5,1	-12,3	-15,7	-6,9	-2,9	-0,9	8,9	10,4
Yağış Miktarı mm	5,6	8,8	31,0	13,8	8,6	16,2	2,0	60,8	25,2	52,2	85,0	4,0

Deneme lokasyonlarının Ağustos 2022-Temmuz 2023 yılına ait aylık ortalama iklim verileri (Anonim, 2023) Çizelge 1 ve 2' de verilmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü dönemde Konya lokasyonunda aylık ortalama yağış 24,09 mm ve ortalama sıcaklık 13,40 °C, Sakarya lokasyonunda ise aylık ortalama yağış 71,08 mm ve ortalama sıcaklık 16,00 °C olarak ölçülmüştür. Çizelge verilen sıcaklık ve yağış verileri, denemenin yapıldığı illerdeki buğday üretim sezonu içinde sarı pas gelişimi için gerekli olan optimum çevre koşullarının uygun olduğunu ve yıl içerisinde bu değerlere ulaşıldığını göstermektedir.

### Deneme Yerlerinin Hazırlanması ve Ekim

Deneme parsellerinin büyüklüğü her genotip için 6 m<sup>2</sup> (1,2 m \* 5 m) olarak belirlenmiş olup, denemeler tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denemelerde sıra arası mesafe 20 cm, sıra uzunluğu ise 6m olarak belirlenmiştir. Buğday ekimleri Kasım 2022 tarihinde yapılmıştır ve ekim öncesinde 17 kg Diamonyum fosfat (DAP) ile toprak gübrelenmiş ve sürüm yapılmıştır. Tohumlar deneme mibzeri yardımıyla her çeşit için 150 g tohum kullanılarak ekilmiştir. Kontrol çeşidi, hastalığın yayılması için denemenin kenarlarına ve genotiplerin arasına ekilmiştir. Konya lokasyonunda Nisan ayında bir kez, daha önce Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü tarafından teşhisi yapılarak gönderilen "Warrior ırkı (Virülenslik deseni- Yr1, Yr2, Yr6, Yr7, Yr9, Yr17, Yr27, Yr32, Sp, Su ve avirülenslik deseni- Yr5, Yr10, Yr15, Yr24)" ile yapay inokülasyon ile güneş battıktan sonra gerçekleştirilmiş olup, Sakarya lokasyonunda ise genotipler doğal pas inokülasyonunda gerçekleştirilmiştir. Sakarya bölgesinde ise yaygın

ırkın "Warrior" olduğu bildirilmiştir (Demir et al., 2017). Konya lokasyonunda hastalık baskısını arttırmak amacıyla sapa kalkma dönemi sonrası 1 sulama çiçeklenme öncesi 1 sulama (8'er saat olacak şekilde) 1 sulama Toplamda 2 kez sulama yapılmıştır.

### Dayanıklılık Durumlarının Belirlenmesi

Kontrol bitkilerinde hastalık şiddeti %100'e vardığında sarı pas hastalığı değerlendirmeleri yapılmıştır. Gözlemler Modifiye edilmiş Cobb skalasına göre alınmış ve genotiplerin göstermiş oldukları hastalık şiddetine (%0-100) göre değerlendirilmiş ve reaksiyon tipleri (R, MR, MS ve S) olarak göre kaydedilmiştir (Roelfs, 1992). Sarı pas hastalık şiddeti ve enfeksiyon tipi için belirlenen katsayılar çarpılarak Enfeksiyon Katsayısı (EK) bulunmuş (Peterson et al., 1948) ve değerlendirmelerde bu katsayı esas alınmıştır. Reaksiyon tiplerine ait sabit değerler (0: İmmune; R: 0,1; MR: 0,25; M: 0,50; MS:0,75; S:1) olarak alınmıştır. Hastalık şiddetini belirlemede (Chen ve Kang, 2017) dan faydalanılmıştır. Genotiplerin sahip olduğu EK değeri ile yapılan gruplandırma; EK=0-20 Dayanıklı (D), EK=21-40 Orta Dayanıklı (OD), EK=41-60 Orta Hassas (OH) ve EK>60 Hassas (H) olacak şekilde 4 grup oluşturulmuştur (Ali ve ark., 2009; Pathan ve Park, 2006; Ölmez, 2023). Değerlendirmede iki lokasyona ait enfeksiyon katsayılarının ortalaması alınarak sınıflandırma yapılmıştır.

### 3. Bulgular

Konya ve Sakarya lokasyonlarında elde edilen enfeksiyon katsayısı değeri verileri ekmeklik hatlar için Çizelge 3'de makarnalık hatlar için Çizelge 4'de verilmiştir.

**Çizelge 3.** Konya ve Sakarya Lokasyonu SEBVD ve KEBVD'ne hat ve genotipler, enfeksiyon katsayıları ve dayanıklılık grupları

		Konya Lokasyonu			Sakarya Lokasyonu			
		Sulu Ekmeklik Bölge Verim Denemesi (SEBVD)						
Hat/Genotip		Sarı Pas Hastalık Şiddeti (%)*	Reaksiyon Tip Değeri**	Sarı Pas Enf. Kat.	Sarı Pas Hatalık Şiddeti (%)*	Reaksiyon Tip Değeri	Sarı Pas Enf. Kat.	Dayanıklılık Grubu
1	SEBVD1	60MS	0.75	45	60S	1	60	OH
2	SEBVD2	60MS	0.75	45	80S	1	80	H
3	SEBVD3	100S	1	100	10S	1	10	OH
4	SEBVD4	40S	1	40	60S	1	60	OH
5	SEBVD5	10MR	0.25	2,5	20S	1	20	D
6	KONYA 2002	10R	0.1	1	100S	1	100	OH
7	SEBVD7	40MS	0.75	30	100S	1	100	H
8	SEBVD8	20MR	0.25	5	100S	1	100	OH
9	SEBVD9	10R	0.1	1	40S	1	40	OD
10	SEBVD10	60S	1	60	40S	1	40	OH
11	SEBVD11	60S	1	60	60S	1	60	OH-H
12	ALTINDANE	60MS	0.75	45	20S	1	20	OD
13	SEBVD12	40S	1	40	80S	1	80	OH
14	SEBVD14	40S	1	40	0	0	0	D

15	SEBVD15	80S	1	80	100S	1	100	H
16	SEBVD16	20MS	0.75	30	30S	1	30	OD
17	SEBVD17	20MS	0.75	30	100S	1	100	H
18	ESPERİA	20MS	0.75	30	60S	1	60	OH
19	SEBVD19	10MR	0.25	2,5	100S	1	100	OH
20	SEBVD20	60MS	0.75	45	20S	1	20	OH
21	SEBVD21	40MS	0.75	30	100S	1	100	H
22	SEBVD22	10R	0.1	1	0	0	0	D
23	SEBVD23	100S	1	100	20S	1	20	H
24	HALİS	20MR	0.25	5	20S	1	20	D
<b>Kuru Ekmeklik Bölge Verim Denemesi (KEBVD)</b>								
1	KEBVD1	10MS	0.75	7,5	80S	1	80	OH
2	KEBVD2	100S	1	100	100S	1	100	H
3	KARAHAN	10MR	0.25	2.5	100S	1	100	OH
4	KEBVD4	100S	1	100	80S	1	80	H
5	KEBVD5	60S	1	60	100S	1	100	H
6	TANER	10MR	0.25	2,5	80S	1	80	OH
7	KEBVD7	100S	1	100	100S	1	100	H
8	KEBVD8	60MS	0.75	45	100S	1	100	H
9	ESPERİA	40MS	0.75	30	10S	1	10	D
10	KEBVD10	40MS	0.75	30	80S	1	80	OH
11	KEBVD11	80S	1	80	60S	1	60	H
12	BAYRAKTAR	80S	1	80	100S	1	100	H

**Çizelge 4.** Konya ve Sakarya Lokasyonu SMBVD ve KMBVD'ne hat ve genotipler, enfeksiyon katsayıları ve dayanıklılık grupları

Konya Lokasyonu				Sakarya Lokasyonu				
Kuru Makarnalık Bölge Verim Denemesi (KMBVD)								
Hat/Genotip	Sarı Pas Hastalık Şiddeti (%)*	Reaksiyon Tipi**	Sarı Pas Enf. Kat.	Sarı Pas Hastalık Şiddeti (%)*	Reaksiyon Tipi**	Sarı Pas Enf. Kat.	Dayanıklılık Grubu	
1	KMBVD1	20MR	0.25	5	20S	1	20	D
2	KMBVD2	60MS	0.75	45	0	0	0	OD
3	KMBVD3	60S	1	60	60S	1	60	H
4	KMBVD4	20MR	0.25	5	20S	1	20	D
5	KMBVD5	20MR	0.25	5	20S	1	20	D
6	TÜRKÖZ	60S	1	60	20S	1	20	OD
7	KMBVD7	20MS	0.75	30	10S	1	10	D
8	KMBVD8	100S	1	100	80S	1	80	H
9	KMBVD9	100S	1	100	80S	1	80	H
10	KMBVD10	100S	1	100	80S	1	80	H
11	KMBVD11	60MS	0.75	45	0	0	0	OD
12	KIZILTAN	60S	1	60	100S	1	100	H
13	KMBVD12	20MS	0.75	15	20S	1	20	D
14	KMBVD14	20MS	0.75	15	100S	1	100	H
15	KMBVD15	100S	1	100	100S	1	100	H
16	KMBVD16	100S	1	100	60S	1	60	H
17	KMBVD17	80S	1	80	100S	1	100	H

18	EMİNBEY	60S	1	60	0	0	0	OD
19	KMBVD19	60MS	0.75	45	60S	1	60	OH
20	KMBVD20	60S	1	60	60S	1	60	OH
21	KMBVD21	20MS	0.75	15	10S	1	10	D
22	KMBVD22	20MS	0.75	15	40S	1	40	OD
23	KMBVD23	10MR	0.25	2,5	20S	1	20	D
24	Ç-1252	80MS	0.75	60	40S	1	40	OH
<b>Sulu Makarnalık Bölge Verim Denemesi (SMBVD)</b>								
1	SMBVD1	60S	1	60	80S	1	80	H
2	SMBVD2	10MR	0.25	2,5	40S	1	40	OD
3	SMBVD3	100S	1	100	100S	1	100	H
4	SMBVD4	100S	1	100	40S	1	40	H
5	SMBVD5	10MR	0.25	2,5	80S	1	80	OH
6	Ç-1252	60S	1	60	80S	1	80	H
7	SMBVD7	40S	1	40	60S	1	60	OH
8	SMBVD8	60S	1	60	60S	1	60	OH
9	SMBVD9	60S	1	60	80S	1	80	H
10	SMBVD10	60MS	0.75	45	40S	1	40	OH
11	SMBVD11	40S	1	40	80S	1	80	OH
12	EMİNBEY	40MS	0.75	30	50S	1	50	OD

Her iki lokasyonda elde edilen enfeksiyon katsayısı verilerinin ortalamaları göz önüne alındığında;

SEBVD'nde testlemesi yapılan 24 genotipin %21' i hassas (5 genotip), %46'si orta hassas (11 genotip), %17'si orta dayanıklı (4 genotip) ve %16'sı dayanıklı (4 genotip) olarak bulunmuştur. KEBVD'nde değerlendirmesinde 12 genotipten sadece 1 genotip dayanıklı bulunmuş, genotiplerin %58'i hassas (7 genotip) ve %34 ise orta hassas (4 genotip) olarak kaydedilmiştir (Çizelge 3).

KMBVD'nde testlemesi yapılan 24 genotipin %29 i dayanıklı (7 genotip), %21'i orta dayanıklı (5 genotip), %12 orta hassas (3 genotip) ve %38 i hassas (9 genotip) olarak sınıflandırılmıştır. SMBVD'nde değerlendirilen 12 genotipten dayanıklı grubuna giren genotip olmamakla birlikte, genotiplerin %16'si orta dayanıklı (2 genotip), %42'si hassas (5 genotip) ve %42 orta hassas (5 genotip) olarak gruplandırılmıştır (Çizelge 4).

Çalışmada kullanılan 36 genotip genel bir değerlendirmeye tabi tutulduğunda ekmeçlik genotipler de sadece 5 genotip (%14) yüksek düzeyde dayanıklılık gösteren gruba girmiş, Makarnalık genotiplerde ise 6 genotip (%17) bu grupta yer almıştır.

#### 4.Sonuç ve Tartışma

Ülkemizde farklı buğday hat ve çeşitleri kullanılarak pas hastalıklarına karşı çok sayıda çalışma yapılmış ve farklı dayanıklılık seviyelerindeki hat ve çeşitler belirlenmiştir. (Akan, 2019; Aydoğdu ve Akan, 2023; Demir ve ark., 2017; Mert ve ark., 2016; Özasan M., 2023.; Ölmez, 2023; Urin, 2015). Bu çalışmada kullanılan materyallerde hat-verim kademesinden önceki kademelerde sarı pas

hastalığına karşı yapılan seleksiyon yüksek olmasına rağmen, yüksek dayanıklılık grubuna giren genotip sayısı beklenilenden az olmuştur. Bunun sebebinin ise Türkiye'de özellikle serin ve nemli koşullarda sarı pas hastalığının etkisinin artmasından dolayı olduğu bilinmektedir (Akan, 2019). 2023 yılı Nisan-Haziran dönemi önceki yıllara göre daha fazla yağışlı ve serin bir yıl olduğundan hastalığın gelişimi ve şiddeti önceki yıllara göre artmıştır.

İleri hatların tarla koşullarında sarı pasa karşı sergilemiş olduğu dayanıklılık kümülatif (majör ve minör gen dayanıklılığı) olarak hesaplanmıştır. Ergin bitki dönemi dayanıklılığının belirlenmesi için, fide testlemelerinin yapılmasına ve tarla koşullarında ortaya çıkan dayanıklılık sonuçları ile karşılaştırılmasına ihtiyaç vardır. Ayrıca, aynı genotiplerin deneme lokasyonlarında farklı sonuç vermesinin sebebinin mevcut lokasyonlarda farklı sarı pas ırk veya ırkların mevcut olabileceğini de göstermektedir. Farklı lokasyonlarda arazi koşullarında sarı pas hastalığına dayanıklı olduğu belirlenen bu genotiplerin dayanıklılık genlerine sahip olup olmadığı moleküler markırlar kullanılarak belirlenmesi ve farklı sarı pas ırklarına karşı göstereceği reaksiyonlarında belirlenmesi sonraki çalışmaların konusu olacaktır.

Sarı pas hastalığının verim üzerine etkisi bu gibi epidemiy yıllarında daha da arttığından, tolerant ve dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi verim kayıplarını önleme açısından önemli olacaktır. Bu çalışma sonucunda dayanıklı olarak değerlendirilen 5 ekmeçlik ve 6 makarnalık buğday genotipi sarı pas hastalığına dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi amacıyla ıslah programlarında ebeveyn olarak kullanılabilir.

## 5. Kaynaklar

- Agrios N. (2005). *Plant Pathology* (5th ed.).
- Akan, K. (2019). Sarı Pas (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) Hastalığına Dayanıklı Makarnalık Buğday Hatlarının Geliştirilmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(4), 661–670. <https://doi.org/10.30910/turkjans.633548>
- Akgören Palabıyık, G., Poyraz, İ. (2022). The Efficacy Investigation for Some Markers Detecting Yellow Rust Resistance Genes in Bread Wheat Varieties. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9(2), 1026–1034. <https://doi.org/10.35193/bseufbd.1167790>
- Ali, S., Hussain, I., Khyber, K. (2009). Partial resistance to yellow rust in introduced winter wheat germplasm at north of Pakistan. <https://www.researchgate.net/publication/26575918>
- Anonim. (2022a). 1bugdayeuva. Anonim. [www.tmo.gov.tr](http://www.tmo.gov.tr)
- Anonim. (2022b). Tarım Ürünleri Piyasaları Agricultural Products Market. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge>
- Anonim. (2023). İklim Verileri. <https://www.mgm.gov.tr/>
- Aydoğdu, M., Akan, K. (2023). Bazı ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin farklı fenolojik dönemlerinde sarı pas (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) hastalık şiddeti değişiminin çok bantlı (Hyperspectral) veriler kullanılarak İncelenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 27(2), 189–206. <https://doi.org/10.29050/harranziraat.1244516>
- Bansal, U. K., Bariana, H. S., Wong, D., Randhawa, M. (2014). Molecular mapping of an adult plant stripe rust resistance gene Yr18 in common wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, 127(1), 123–129.
- Cat, A. (2024). Phenotypic and genotypic evaluation of Turkish bread wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties to stripe rust (*Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*). *Journal of Phytopathology*, 172, e13285. <https://doi.org/10.1111/jph.13285>
- 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., & Kang Z. (2017). Stripe rust research and control: Conclusions and perspectives. In *Stripe Rust* (pp. 601–630). Springer.
- Demir, L., Orhan, Ş., Özseven, İ., Canigeniş, G. (2017). Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Sakarya Koşullarında Doğal Epidemide Altında Sarı ve Kahverengi Pas Etmenlerine Karşı Reaksiyonlarının Belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 131–137. <https://doi.org/10.21566/tarbitderg.359402>
- Devate, N. B., Krishna, H., Sunilkumar, V. P., Manjunath, K. K., Mishra, C. N., Jain, N., Singh, G. P., Singh, P. K. (2022). Identification of genomic regions of wheat associated with grain Fe and Zn content under drought and heat stress using genome-wide association study. *Frontiers in Genetics*, 13. <https://doi.org/10.3389/fgene.2022.1034947>
- Gebrewahid, T. W., Zhang, P., Zhou, Y., Yan, X., Xia, X., He, Z., et al. (2020). QTL mapping of adult plant resistance to stripe rust and leaf rust in a Fuyu 3/Zhengzhou 5389 wheat population. *Crop J.* 8 (4), 655–665. doi:10.1016/j.cj.2019.09.013
- Hayıt, T., Erbay, H., Varçın, F., Hayıt, F., Akci, N. (2023). The classification of wheat yellow rust disease based on a combination of textural and deep features. *Multimedia Tools and Applications*, 82(30), 47405–47423. <https://doi.org/10.1007/s11042-023-15199-y>
- Hou, F.; Jin, Y.; Hu, J.; Kong, L.; Liu, X.; Xing, L.; Cao, A.; Zhang, R. (2024). Transferring an Adult-Plant Stripe-Rust Resistance Gene Yr7VS from Chromosome 7V of *Dasypyrum villosum* (L.) to Bread Wheat. *Plants* 13, 1875.
- Ipek, 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.
- Li, Z., Lan, C., He, Z., Singh, R. P. (2014). Overview and application of QTL for adult plant resistance to leaf rust and stripe rust in wheat. *Field Crops Research*, 157, 28-37.
- Luo, K., He, D. J., Guo, J., Li, G. W., Li, B. L., Chen, X. L. (2023). Molecular advances in breeding for durable resistance against pests and diseases in wheat: opportunities and challenges. *Agronomy*. 13, 628. doi: 10.3390/agronomy13030628
- McDonald, B.A., Linde, C. (2002) Pathogen population genetics, evolutionary potential and durable resistance. *Annu. Rev. Phytopathology*, 40, 349–379.
- Mert, Z., Nazari, K., Karagöz, E., Akan, K., Öztürk, 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. <https://doi.org/10.1094/PDIS-07-15-0827-PDN>
- Özaslan, M. (2023). İç Anadolu Bölgesi'nde Bazı Buğday Çeşitlerinin *Puccinia Striiformis* F.Sp. *Tritici*'ye Karşı Dayanıklılıklarının Değerlendirilmesi.
- Pal, N., Saini, K., Kumar, S. (2022). Breaking Yield Ceiling in Wheat: Progress and Future Prospects. [www.intechopen.com](http://www.intechopen.com)
- Pathan, A. K., Park, R. F. (2006). Evaluation of seedling and adult plant resistance to leaf rust in European wheat cultivars: Leaf rust resistance in European wheat cultivars. *Euphytica*, 149(3), 327–342. <https://doi.org/10.1007/s10681-005-9081-4>
- Peterson, R. F., Campbell, A. B., Hannah, A. E. (1948). A Diagrammatic Scale For Estimating Rust Intensity On Leaves And Stems Of Cereals. *Canadian Journal of Research*, 26c(5), 496–500. <https://doi.org/10.1139/cjr48c-033>
- Ren, R., Zhou, J., Wang, Y. (2024). Identification and molecular mapping of resistance genes for adult-plant resistance to stripe rust in spring wheat germplasm line PI660076. *Food Prod Process and Nutr* 6, 6. <https://doi.org/10.1186/s43014-023-00180-x>
- Roelfs, A. P. (1992). Barley Stripe Rust in Texas. *Plant Disease*, 76(5), 538C. <https://doi.org/10.1094/PD-76-0538C>
- Song, L. Q., Wang, R. H., Yang, X. J., Zhang, A. M., Liu, D. C. (2023). Molecular markers and their applications in marker-assisted selection (MAS) in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Agriculture*. 13, 642. doi: 10.3390/agriculture13030642

- Ölmez Ş. (2023). Güneydoğu Anadolu Bölgesi Buğday Ekiliş Alanlarında Görülen Sarı Pas (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) Irklarının Tespiti, Bazı Buğday Çeşit ve Hatlarının Klasik ve Moleküler Yöntemlerle Dayanıklılık Durumlarının Belirlenmesi.
- Shewry, P. R., Hey, S. J. (2015). The contribution of wheat to human diet and health. In *Food and Energy Security* (Vol. 4, Issue 3, pp. 178–202). Wiley-Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1002/FES3.64>
- Urin, V. (2015). Sakarya İlinde Buğdayda Kahverengi Pas Hastalığının Yaygınlığının ve Bazı Çeşit ve Hatların Reaksiyonlarının Belirlenmesi.
- Wellings, C. R. (2011). Global status of stripe rust: A review of historical and current threats. *Euphytica*, 179(1), 129-141.
- Younas, M. T., Najeeb, M., Bashir, A. (2023). Virulence analysis of wheat yellow rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) pathogen at adult plant stage under Rawalakot conditions. *Jammu Kashmir Journal of*