



Bazı ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin farklı fenolojik dönemlerinde sarı pas (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) hastalık şiddeti değişiminin çok bantlı (Hyperspectral) veriler kullanılarak incelenmesi

Investigation of yellow rust (Puccinia striiformis f. sp. tritici) disease severity variation in different phenological periods of some bread and durum wheat varieties

Metin AYDOĞDU^{1*} , Kadir AKAN² 

^{1*}Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü, Coğrafi Bilgi Sistemleri Merkezi-Toprak ve Bitki Besleme Bölümü, Yenimahalle/Ankara

²Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Kırşehir

¹<https://orcid.org/0000-0001-6920-1976>; ²<https://orcid.org/0000-0002-1612-859X>

To cite this article:

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 incelenmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(2): 189-206.
DOI: 10.29050/harranziraat.1244516

*Address for Correspondence:

Metin AYDOĞDU

e-mail:

metin.aydogdu@tarimorman.gov.tr

Received Date:

30.01.2023

Accepted Date:

23.05.2023

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

Öz

Sarı pas hastalığı (Etmen, *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*), epidemiyolojik şartlarının oluştuğu yetiştiricilik sezonlarında tüm dünyada verim ve kalite kayıplarına neden olan önemli fungal hastalıklar arasındadır. Bu araştırma, bazı ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin farklı fenolojik dönemlerinde sarı pas hastalığına yapay epidemiyolojik şartlarda farklı hastalık uygulama dozlarında hastalık şiddetinin değişiminin incelenmesi amacıyla 2018-2019 üretim sezonunda yürütülmüştür. Çalışmada test materyalleri olarak sarı pas hastalığına farklı reaksiyonları olduğu bilinen ekmeklik Bayraktar 2000, Demir 2000, Eser ve Kenanbey ile Çeşit-1252, Eminbey, Kızıltan 91 ve Mirzabey 2000 makarnalık çeşitleri kullanılmıştır. Materyaller, Ekim ayı içerisinde 1 m. uzunluğundaki sıralara 33-35 cm. sıra arası mesafeye 3 tekerrürlü olarak elle ekilmiştir. Taze olarak toplanmış hastalık ürediosporları mineral yağ (Soltrol 170®) içerisinde homojenize edilerek %0, %25, %50, %100 hastalık uygulama dozlarında materyale inokule edilmiştir. Hastalık değerlendirmeleri Mayıs (25)-Haziran (06, 15, 23) ayları içerisinde Modifiye Edilmiş Cobb skalası kullanılarak yapılmış ve enfeksiyon katsayıları hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda tüm fenolojik dönemler birlikte değerlendirildiğinde; ekmeklik çeşitlerden Eser, hastalığa dayanıklı reaksiyon belirlendiği, negatif kontrol grubu ile karşılaştırıldığında Bayraktar 2000, Kenanbey, Demir 2000 çeşitlerinin ise ilerleyen fenoloji ile birlikte hastalık şiddetinde önemli artışlar belirlenmiştir. Hastalıktan çiçeklenme (Feekes 10.5.1) (25 Mayıs 2019), dane bağlama (Feekes 10.5.3) (06 Haziran 2019) ve süt olum (Feekes 10.5.4) (15 Haziran 2019) döneminde en fazla etkilenen çeşidin Bayraktar 2000 olarak belirlenmiş olup, bu çeşidi Demir 2000 çeşidinin izlediği değerlendirilmiştir. Makarnalık çeşitlerin tümünde de ilerleyen fenoloji ile birlikte hastalık şiddetinde önemli artışlar belirlenmiştir. Negatif kontrol grubu ile karşılaştırıldığında çiçeklenme başlangıcı olan dönemde Eminbey ve Mirzabey 2000 çeşitlerinin, sararma (Feekes: 11.1) döneminde ise Kızıltan 91 ve Çeşit-1252 çeşitlerinin hastalıktan daha fazla etkilendiği belirlenmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucu ekmeklik ve makarnalık çeşitler için özellikle dane bağlama dönemindeki hastalık şiddeti artışlarının istatistiki olarak önemli olduğu saptanmıştır. Elde edilen sonuçlar, verim tahmin çalışmalarında kullanılan modeller için olası ürün kayıplarının erken tahmin edilmesi ve hasat öncesi referans bilgilerin edinilmesi amacıyla yönelik faydalar sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Buğday, Fenolojik dönem, Sarı Pas (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*), Hastalık şiddeti

ABSTRACT

Yellow rust disease (caused, *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) is among the important fungal diseases that cause significant yield and quality losses all over the world during the growing seasons when epidemic conditions occur. This research was carried out in the 2018-2019 production season in order to examine the change in the severity of yellow rust disease in different phenological periods of some bread and durum wheat varieties under artificial epidemic conditions at different disease application doses. In the study, Bayraktar 2000, Demir 2000, Eser and Kenanbey, and Ceşit-1252 bread, Eminbey, Kızıltan 91 and Mirzabey 2000 durum wheat varieties, which are known to have different reactions to yellow rust disease, were used as test materials. Materials were sown manually with 3 replications in the spacing 1 m. between rows 33-35 cm in long rows in October. Freshly collected disease urediospores were homogenized in mineral oil (Soltrol 170®) and inoculated into the material at 0%, 25%, 50%, 100% disease application doses. Disease assessments were made between May (25) and June (06, 15, 23) using the Modified Cobb scale and the infection coefficients were calculated. As a result of the study, when all phenological periods are evaluated together; The bread variety Eser showed a disease resistant reaction, and when compared with the negative control group, Bayraktar 2000, Kenanbey, Demir 2000 varieties showed significant increases in the disease reaction with progressive phenology. Bayraktar 2000 variety was the most affected during the flowering (Feekes 10.5.1) (25 May 2019), grain binding (Feekes 10.5.3) (06 June 2019) and milking (Feekes 10.5.4) (15 June 2019) period from the disease, it was evaluated that this variety was followed by the Demir 2000 cultivar. Significant increases in disease severity were determined with progressive phenology in all of the durum wheat varieties. When compared with the negative control group, it was determined that Eminbey and Mirzabey 2000 varieties were affected more by the disease at the beginning of flowering period, and Kızıltan 91 and Cevsit-1252 varieties were more affected during the yellowing period (Feekes: 11.1). As a result of the evaluations, the increase in disease severity, especially in the grain setting period, was found to be statistically significant for bread and durum varieties. The results obtained will provide benefits for the models used in yield estimation studies for early estimation of possible product losses and for obtaining reference information before harvest.

Key Words: Wheat, Disease severity (%DS), Phenological period, Yellow rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*)

GİRİŞ

Buğday (*Triticum* spp.) insan beslenmesi için en çok kullanılan, karbonhidrat, protein, vitamin, mineral, lif kaynağı olan kültür bitkileri arasındadır. Genel anlamda buğday ekim alanları ile birlikte ilerleyen zamanla üretim miktarının arttığı bilinmektedir. Birleşmiş Milletler Tarım ve Gıda Örgütü (FAO) verilerine göre, son 50 yıllık üretim dönemi incelendiğinde dünya buğday üretiminin yaklaşık 2 kata yakın arttığı bildirilmektedir. Dünya yıllık toplam buğday üretim miktarı 750 milyon tonu geçmiştir. Hindistan, Çin, Rusya, ABD ve Avustralya başlıca buğday ekilişinin ve üretimin yapıldığı ülkeler arasındadır (FAO, 2022). Türkiyede ise 2022 yılı yıllık buğday üretimi 19.8 milyon ton olarak rapor edilmiştir. (TUIK, 2022). Dünyada buğday üretilen ekolojilerde değişen düzeylerde verim ve kalite kayıplarına sebep olan buğday hastalıklarının arasında, fungal obligat parazit olan *Puccinia* etmenlerinin neden olduğu pas hastalıkları önemli yer tutmaktadır (Samborski, 1985 ; Roelfs, 1978). Pas hastalık etmenlerinden olan *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*'nin (*Pst*) neden olduğu sarı (çizgili) pas hastalığı değişen düzeylerde ekonomik kayıplara neden

olabilmektedir. Hastalığın dünya buğday üretiminin %88'ini tehdit ettiği bildirilmekle birlikte verim kayıplarının küresel düzeyde 5 milyon ton olduğu (Schwessinger, 2017), Türkiye'de ise hastalık epidemileri nedeniyle 1992 üretim yılında %26,5 (568 milyon dolar), 2000 üretim yılında 53 milyon dolar ve 2010 üretim yılında 10 milyon dolar civarında kayıplarının olduğu tahmin edilmektedir (Solh ve ark. 2013). Hastalık rüzgar ve insan faktörleriyle uzun mesafelere hızla yayılabilmekte (Hovmøller ve ark., 2008) ve hastalığın biyolojik sürecinde yeni ırklar (ırklar/patotipler) oluşturma kapasiteleri, küresel düzeyde buğday üretimi için potansiyel tehdidi katlayarak arttırmaktadır (Kolmer 2005). Hastalığın ilerleyen süreçte artmasını, konukçunun hastalığa gösterdiği reaksiyon ve hastalığın ilk görüldüğü dönemde bitkinin fenolojik evresi gibi faktörler oluşabilecek verim kayıplarını değişen düzeylerde etkileyebilmektedir. Sarı pas hastalığı nedeniyle oluşan kayıplarda bitkinin fenolojik dönemi ve epideminin şiddeti oldukça önemlidir. Örneğin hastalık epidemisi nedeniyle, kardeşlenme ve tohum bağlama dönemleri arasında kayıplar %95, sapa kalkma döneminde %70, dane bağlama döneminde %50, çiçeklenme

döneminde %35, süt olum döneminde %20 ve hamur olum döneminde %10'a ulaştığı bildirilmiştir (Chester, 1946). Verimdeki kayıplar genellikle tanenin dolmamasından kaynaklanır, ancak sapa kalkma döneminden önce şiddetli epidemlerde kardeş sayısı da azalabilir (Roelfs ve ark., 1992).

Buğday üretimin sürdürülebilirliği ve gıda güvenliği yönüyle sarı pas hastalığının erken dönemde belirlenmesinin ve mücadele için planlama yapılmasının oluşabilecek kayıpları en düşük seviyede tutacağı açıktır.

Bu çalışmada; farklı büyüme evrelerinde olan ekmeçlik çeşitlerden Bayraktar 2000, Demir 2000, Eser, Kenanbey, ve makarnalık çeşitlerden Çeşit-1252, Eminbey, Kızıltan 91 ve Mirzabey 2000 ' e sarı pas hastalığının yapay olarak inokule edilen farklı dozları (%0 (negatif kontrol), %25, %50, %100) uygulanmış olup, test materyalleri üzerinde oluşan hastalık reaksiyonlarının gelişimi değerlendirilmiş ve test materyallerinin hastalık şiddeti karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucu elde

edilen sonuçlar, verim tahmin çalışmalarında kullanılan modeller için (Bitki büyüme modelleri DSSAT-AQUACROP) ürün kayıplarının erken dönemde tahmin edilerek referans bilgileri edinilmesi amacıyla yönelik olarak faydalar sağlayabilecektir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Deneme Alanının İklim ve Toprak Özellikleri

Çalışma Ankara ili Yenimahalle ilçesinde yerleşik Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü (TARM) araştırma ve uygulama alanlarında 2018-2019 üretim sezonunda yürütülmüştür. Lokasyonun Ağustos 2018- Temmuz 2019 yılı aylık ortalama iklim verileri (Anonim, 2019) Çizelge 1' de verilmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü dönemde aylık ortalama yağış 33.2 mm, ortalama sıcaklık 12.08°C olarak ölçülmüştür. Çalışmanın yürütüldüğü arazinin toprak tekstürü killi-tınlı olarak belirlenmiştir.

Çizelge 1. Yenimahalle lokasyonu (Ankara) 2018-2019 dönemi aylık ortalama iklim verileri (Anonim, 2019)

Table 1. Monthly average climate data for Yenimahalle district (2018-2019) (Anonymous, 2019)

İklim verileri Cimatic data	Aylar (2018 Yılı) Months					Aylar (2019) Yılı Months							Ortalama
	XIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	
Ortalama sıcaklık (°C) Average temperature (°C)	25.0	20.0	14.94	9.0	3.3	2.0	4.8	7.2	10.8	18.2	22.4	23.1	12.08
En yüksek sıcaklık (°C) Highest temperature (°C)	32.0	33.2	21.65	23.5	12.6	10.8	15.8	20.4	25.5	34.2	33.4	34.9	24.43
En düşük sıcaklık (°C) Lowest temperature (°C)	18.0	8.1	9.43	-2.3	-10.2	-10.4	-2.4	-3.3	-0.9	6.1	11.7	10.7	0.71
Yağış (mm) Rainfall (mm)	10.0	7.4	1.57	24.9	60.4	40.6	33.2	38.0	28.9	30.8	37.4	30.4	33.2
Nispi nem (%) Relative humidity (%)	37.0	46	69.83	65	81	79	70.2	55.4	42.5	47.2	52.1	42.0	58.04
Rüzgar hızı, m/s ⁻¹ (2 m) Wind speed m/s ⁻¹ (2 m)	2.0	2.1	2.2	1.6	1.5	1.7	2.0	2.1	1.3	1.3	1.6	1.8	1.7

Bitki materyali

Araştırma sonuçlarının anlaşılabilir olması, yorumlanabilmesi ve sonuçlarının doğruluğunun test edilmesi amacıyla Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından tescil ettirilmiş 4 ekmeçlik (Eser, Kenanbey, Bayraktar 2000, Demir 2000) ve 4 makarnalık (Kızıltan 91, Çeşit-1252, Eminbey, Mirzabey 2000) çeşidi

çalışma materyali olarak seçilmiştir (Çizelge 2). Çalışma yapay epidem şartlarında yürütülmüş olup hastalık reaksiyonlarının değerlendirme zamanının belirlenmesi ve reaksiyonların doğruluğunun test edilmesi için hassas kontrol genotipi olarak "Little Club" (LC) kullanılmıştır (Akan, 2019).

Çizelge 2. Araştırmada kullanılan çeşitler, tescil yılları ve hastalık reaksiyonları
Table 2. Varieties used in the study, registration years and disease reactions

Ekmeklik Grup Bread Group			Makarnalık Grup Durum Group		
Çeşit Adı Variety	Tescil yılı Registration year	Hastalık reaksiyonu Disease reaction	Çeşit Adı Variety	Tescil yılı Registration year	Hastalık reaksiyonu Disease reaction
Bayraktar 2000	28.04.2000	Orta Hassas	Çeşit-1252	26.04.2000	Orta Hassas
Demir 2000	28.04.2000	Hassas	Eminbey	06.04.2009	Dayanıklı
Eser	02.05.2003	Dayanıklı	Kızıltan 91	26.04.1991	Orta Hassas
Kenanbey	06.04.2009	Hassas	Mirzabey 2000	28.04.2000	Orta Hassas

*Little Club (LC) genotipi hassas kontrol olarak kullanılmıştır.
Little Club (LC) genotype was used as a susceptible control.*

Yöntem

Test materyalinin ekimi

Araştırma materyali olan 4 ekmeklik ve 4 makarnalık çeşit, dört farklı hastalık uygulama dozu (%0, %25, %50, %100) için üç tekerrürlü olarak tesadüf blokları deneme desenine göre ekilmiştir. Test çalışması, hastalık inokulasyonu yapılmamış 2 blok (negatif kontrol veya %0 dozu) ve %25, %50, %100 hastalık uygulama dozlarında hastalık inokulasyon uygulanmış altı blok olmak üzere toplam 8 bloktan oluşmaktadır. Her blok 3 tekerrürlü olarak ekilmiştir. Her çeşit 1 metre uzunluğunda ve 33-35 cm sıra aralığı olacak şekilde 3 sıra olarak elle ekilmiştir. Little Club genotipi ekilişleri test materyali ile benzer şekilde olacak şekilde aynı zamanda yapılmıştır. Tekerrürler arası mesafe inokulasyon sırasında hastalık bulaşmanın engellenmesi için 50 cm. olarak belirlenmiştir.

Hastalık inokulasyon uygulaması

Her blokta yer alan 4 ekmeklik ve 4 makarnalık çeşit için 4 farklı hastalık dozu uygulaması yapılmıştır. Hastalık inokulasyonu için yeni toplanmış hastalık ürediosporları %0 (Negatif

Kontrol Grubu), 3 mg/200 mL (%25), 6 mg/200 mL (%50), 12 mg/200 mL (%100) dozlarında mineral yağ (Soltrol® 170) içerisinde homojenize edilerek ULV+ cihazıyla uygulanmıştır. İnokulasyon uygulamaları uygun sıcaklık ve nem koşullarında rüzgarsız bir zamanda yapılmış olup, uygulama dozunun diğer parsele bulaşmasının engellenmesi için bloklar arasında plastik bariyerler kullanılmıştır.

Bitki fenolojisi ile ilgili tüm gözlemler, aynı gün içinde farklı fenolojik gelişme dönemleri için Feekes skalası kullanılarak alınmıştır (Large, 1954). Fenolojik gözlemler (Feekes, Zadoks skalalarına göre) hastalık reaksiyonlarının değerlendirilmesi aşağıda şekilde;

25 Mayıs 2019 tarihinde “Çiçeklenme Başlangıcı (Erken Dönem; Feekes: 10.5.1, Zadoks:60)”,

06 Haziran 2019 tarihinde “Dane Bağlama (Erken-Orta Dönem; Feekes: 10.5.3, Zadoks:69)”,

15 Haziran 2019 tarihinde “Süt Olum Dönemi (Orta-Geç Dönem; Feekes: 10.5.4, Zadoks:71)”

23 Haziran 2019 tarihinde “Sararma Dönemi (Geç Dönem; Feekes: 11.1, Zadoks:75)” tarihlerinde (Çizelge 3) yapılmıştır (Fowler, 2018).

Çizelge 3. Yaprak örneklerinin alındığı tarih ve fenolojik dönemler (Fowler, 2018)
Table 3. Date and phenological periods of leaf samples (Fowler, 2018)

Gelişme Dönemi Growing period	Gözlem Tarihleri Observation dates	Devre Period	Sınıflandırma Scala	
			Feekes	Zadoks
Erken	25 Mayıs 2019	Çiçeklenme Başlangıcı (Erken Dönem)	10.5.1	60
	06 Haziran 2019	Dane Bağlama (Erken-Orta Dönem)	10.5.3	69
Geç	15 Haziran 2019	Süt Olum Dönemi (Orta-Geç Dönem)	10.5.4	71
	23 Haziran 2019	Sararma Dönemi (Geç Dönem)	11.1	75

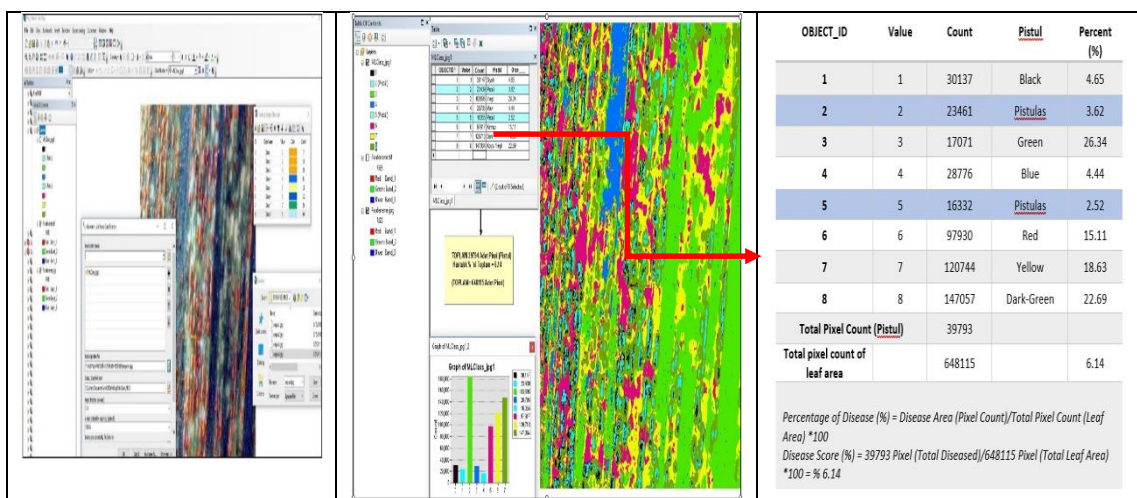
Hastalık reaksiyonlarının değerlendirilmesi

Hastalık reaksiyon değerlendirmeleri; sarı pas hastalığının son inokulasyonundan (06 Mayıs 2019) 19 gün sonra 7 günde bir olmak üzere (25 Mayıs 2019, 06 Haziran 2019, 15 Haziran 2019, 23 Haziran 2019) yapılmıştır. Reaksiyon değerlendirmeleri “Modifiye Cobb” skalası kullanılarak sarı pas hastalığının şiddeti (Peterson ve ark., 1948) ve sarı pas hastalığına karşı bitkilerin reaksiyon tipleri (Roelfs ve ark., 1992) birlikte kullanılarak belirlenmiştir. Little Club genotipinin hastalık reaksiyon 100S olarak gözlenmiş olup yapılan bu değerlendirme sonucunda “reaksiyon test sonuçlarının güvenilir” olduğu yorumu yapılmış ve tüm materyal değerlendirilmiştir. Tüm reaksiyon değerlendirmeleri sonrasında Enfeksiyon Katsayısı (EK) hesaplanmıştır. Değerlendirmelerde pas şiddeti ve enfeksiyon tipi kaydedilmiştir. Pas hastalığının şiddeti (hastalığın yaprakta kapladığı alan (%)) ve enfeksiyon tipi için bildirilen katsayılarla (R:0,2; MR:0,4, MR-MS:0,6; MS:0,8; S: 1) çarpılarak Enfeksiyon Katsayısı (EK) hesaplanmış (Peterson ve ark., 1948) ve hastalık reaksiyonun gruplandırmasında hesaplanan katsayı dikkate alınmıştır. Enfeksiyon Katsayısına göre yapılan değerlendirmede 5 grup oluşturulmuş olup; EK= 0; Immün, EK ≤ 0,1-5; Dayanıklı, EK ≤ 5.1-20; Orta Dayanıklı, EK ≤ 20.1-40; Orta Hassas, EK ≤ 40.1-100; Hassas olarak belirlenmiştir. Genel değerlendirme de EK= 0-20; Dayanıklı, EK ≤ 20.1-

100 hassas olarak belirlenmiştir (Akan ve ark., 2019).

Veri analizi

Buğdayda yaprak üst yüzeyinde ve kanopi seviyesinde sarı pas hastalığının şiddetinin hesaplanması, bitkinin sarı pas hastalığına reaksiyonlar sonucu oluşan farklı renk değişimlerine (belirtilerine) göre belirlenen hastalık şiddeti (HŞ%) değerlerindeki farklılıktan faydalanılarak çoklu korelasyon (multi correlation) tekniği uygulanarak yapılmıştır. Hastalığın ortalama “%” şiddetinin belirlenmesi için, her çeşitin her tekerrüründen 5 adet yaprak için 1 adet ortalama hastalık skoru hesaplanmıştır. Bu yöntem kullanılarak her bir çeşit ve her uygulama dozu için 1 adet ortalama hastalık şiddeti hesaplanmıştır. Hastalık şiddetinin hesaplanmasında öncelikli olarak hastalık skorunun ortaya konulabilmesi için Hastalık İndeks (%Hi) değeri hesap edilmiştir. Hastalık indeksi (%Hi) aşağıdaki formülle (Huang ve ark., 2007) hesaplanmıştır [1]. Yaprak örneğinin dijital ve termal kamera ile çekilen resimleri ArcGIS 10.5.1 Programı® içerisinde “Image Classification” görüntü sınıflama modülünde kontrollü sınıflandırmaya (Unsupervised Classification) uygulaması sonrasında her bir çeşit için bir hastalık indeks değeri (% Hi) belirlenmiştir (Peterson ve ark., 1948) (Şekil 1).



Şekil 1. Hastalıklı alanların ortaya çıkarılması (ArcGIS 10.5.1®-unsupervised sınıflandırma)

Figure 1. Revealing diseased areas (ArcGIS 10.5.1®-unsupervised classification)

Hastalık şiddeti (% HŞ), değeri ile sarı pas alanın toplam yaprak alanına bölünmesi (%Hi) ve hastalığının yaprak üzerinde kapladığı hastalıklı enfeksiyon katsayısı ile çarpılmasıyla [2] elde

edilmiştir. Hastalık değerlendirilmesinde yaprakların, hastalıkla kaplı alanlarının hastalık şiddetine göre 9 sınıfa ayrılmıştır (%0, %1, %10, %20, %30, %45, %60, %80 ve %100). %0 değerinde herhangi bir hastalık reaksiyonu gözlenmezken, %100 değerinde yaprağın tamamen hastalıkla kaplı olduğunu sınıfı ifade etmektedir (Peterson vd. 1948).

$$HI(\%) = \frac{\sum xf}{n \sum f} \times 100 \quad [1]$$

HI(%)= Hastalık İndeksi

n= En yüksek hastalık şiddeti değeri

f= Her hastalık şiddeti derecesindeki yaprakların sayısı

$$HŞ (\%) = HI (\%) \times EK \quad [2]$$

HŞ (%)= Hastalık Şiddeti

EK = Enfeksiyon Katsayısı

Bütün fenolojik dönemler için temel istatistik Varyans analizleri (ANOVA) SPSS-24® versiyon istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır (IBM SPSS Statistics 2016). 24.0)

Bulgular ve Tartışma

Hastalığa reaksiyonları bilenen 4 farklı ekmeklik ve 4 farklı makarnalık çeşidine %0 (Negatif Kontrol Grubu), %25, %50, %100 inokulasyon uygulama dozlarının, bitkinin farklı fenolojik dönemleri üzerine etkilerini belirlenebilmesi için, her çeşit, hastalık şiddeti (%) ile, uygulanan hastalık dozu için ayrı ayrı gözlem alınarak değerlendirme için her fenolojik dönem de tek yönlü varyans analizi yapılmıştır. Bu şekilde, farklı hastalık uygulama dozlarının fenolojik dönemlere göre hastalık şiddeti üzerindeki değişiminin etkileri değerlendirilmiştir.

Ekmeklik buğday çeşitlerinde sarı pas hastalık değişiminin fenolojik dönemlere göre izlenmesi

Eser çeşidinin hastalık reaksiyonları üzerine farklı sarı pas hastalık uygulama dozları ile hastalık

şiddeti değerleri ve farklı fenolojik dönemler birlikte değerlendirildiğinde, çiçeklenme başlangıcı (Feeks 10.5.1) ve dane dolum döneminde (Feeks 10.5.3) tüm uygulama dozlarında hastalık şiddetinde +%12.46 'lık bir artış hesaplanmıştır. Diğer taraftan sararma (Feeks: 11.1) dönemin de ise hastalık şiddeti oranlarında önemli bir değişim belirlenmemiştir (Çizelge 4). Bayraktar 2000 çeşidi, farklı hastalık uygulama dozlarının etkisinin en fazla belirlendiği ekmeklik çeşittir. Bu çeşitte, özellikle çiçeklenme başlangıcı (Feeks 10.5.1) döneminde %25, %50 ve %100 hastalık uygulama dozlarında elde edilen hastalık şiddeti değerlerinin (%HŞ) hastalık inokule edilmeyen grup ile karşılaştırıldığında hastalık şiddeti değerleri farklı grupta yer aldığı değerlendirilmiş olup, sonuçta hastalık şiddetinde önemli değişiklikler olduğu saptanmıştır. Bu değişimler hastalık inokule edilmeyen grupla karşılaştırıldığında, hastalık şiddetinde, %25 hastalık uygulama dozunda +%250, %50 hastalık uygulama dozunda +%300 ve %100 hastalık uygulama dozunda +%350 düzeyinde artışlar şeklinde hesaplanmıştır (Çizelge 4). En fazla hastalık şiddeti artışı, dane dolum döneminde (Feeks 10.5.3) belirlenmiştir. Bu dönemde %100 hastalık uygulama dozunda hastalık şiddetindeki artış +%400 olarak hesaplanmış olup, bunu %25 ve %50 hastalık uygulama dozlarındaki +%350'lik artış oranlarının izlediği değerlendirilmiştir. Diğer taraftan süt olum (Feeks 10.5.4) dönemde bu artış tüm hastalık uygulama dozlarında +%20 düzeyinde artış belirlenmiştir (Çizelge 4).

Demir 2000 çeşidinde, Bayraktar 2000 çeşidinden sonra en yüksek hastalık şiddeti artışları belirlenmiştir. Demir 2000 çeşidin de erken çiçeklenme başlangıcı (Feeks 10.5.1) döneminde en yüksek hastalık şiddeti artışı %100 uygulama dozunda +%150 olarak belirlenmiş olup, bunu sırasıyla %50 uygulama dozunda +%112.50 'lik ve %25 uygulama dozunda +%40.28'lik artışların izlediği değerlendirilmiştir (Çizelge 4). Dane dolum (Feeks 10.5.3) döneminde, hastalık inokule edilmeyen grupla karşılaştırıldığında hastalık şiddetinde %100 hastalık uygulama dozunda +%51.14, %50 dozunda +%37.40 ve %25

dozunda ise +%3.05 artış belirlenmiştir.

Kenanbey çeşidinde, Demir2000 çeşidinden sonra hastalık dozuna bağlı olarak hastalık şiddetinde artışlar belirlenmiştir. Kenanbey çeşidinde çiçeklenme başlangıcı (Feekes 10.5.1) dönemde hastalık inokule edilmeyen grupla karşılaştırıldığında en yüksek hastalık artış oranına, %100 hastalık uygulama dozunda +%104.55, %50 hastalık uygulama dozunda +%53.41 artış olduğu tespit edilmiştir. Dane dolum (Feeks 10.5.3) döneminde bu artışlar sırasıyla %100 hastalık uygulama dozunda +%73.40, %50 dozunda +%48.63 ve %25 dozunda +%23.85 artış olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Tüm fenolojik dönemler birlikte değerlendirildiğinde; artan uygulama dozuna bağlı olarak ekmeklik çeşitlerin hastalık şiddetindeki genel artış oranları karşılaştırıldığında, Eser çeşidi hariç (dayanıklı) diğer tüm ekmeklik çeşitlerin sarı pas hastalığına olan dayanıklılık reaksiyonları sınırlı

düzyededir. Bayraktar 2000, Kenanbey, Demir 2000 çeşitlerinin tüm fenolojik dönemlerde birlikte değerlendirildiğinde; hastalık inokule edilmeyen gruplar ile karşılaştırıldığında; artan hastalık uygulama dozuyla birlikte hastalık şiddetinde önemli oranda artışlar belirlenmiştir. Hastalıktan en fazla etkilenen veya en hassas çeşidin erken (Feekes 10.5.1), dane bağlama (Feekes 10.5.3) ve süt olum (Feekes 10.5.4) dönemlerinde Bayraktar 2000 çeşidi olduğu ve bu çeşidi Demir 2000 çeşidinin izlediği belirlenmiştir. Hassas grubunda yer alan Kenanbey çeşidi ise tüm fenolojik dönemlerde hastalık şiddetinde önemli oranda artışlar gösterdiği belirlenmiştir. Eser çeşidinin ise hastalığa dayanıklı reaksiyon gösterdiği belirlenmiştir. Hastalık uygulama dozları arasındaki etkileşim incelendiğinde Bayraktar 2000, Kenanbey, Demir 2000 çeşitlerinde, farklı hastalık uygulama dozlarının hastalık şiddeti değişiminde önemli olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 4. Ekmeklik çeşitlerde uygulanan hastalık dozlarına göre farklı fenolojik dönemlerdeki hastalık şiddetinin oransal değişimi

Table 4. Proportional change of disease severity in different phenological periods according to disease doses applied in bread varieties

Ekmeklik Çeşitler Bread Varieties	Fenolojik Dönemler Phenological Periods								
	Çiçeklenme Başlangıcı Beginning of flowering 25 Mayıs 2019 May 25, 2019 (DAS-191)			Dane Dolum Grain Filling 06 Haziran 2019 June 06, 2019 (DAS-203)		Süt Olum Milking 15 Haziran 2019 July 15, 2019 (DAS-212)		Ortalama Mean	
	Uygulama Dozu Application doses	HŞ (%) DS (%)	% Değişim Change (%)	HŞ (%) DS (%)	% Değişim Change (%)	HŞ (%) DS(%)	% Değişim Change (%)	HŞ (%) DS(%)	% Değişim Change (%)
Eser	%0	10.67	0.00	10.67	0.00	12.00	0.00	11.11	0.00
	%25	12.00	+12.46	12.00	+12.46	12.00	0.00	12.00	+8.01
	%50	12.00	+12.46	12.00	+12.46	12.00	0.00	12.00	+8.01
	%100	10.67	0.00	12.00	+12.46	12.00	0.00	11.56	+4.05
Kenanbey	%0	29.33	0.00	36.33	0.00	75.33	0.00	47.0	0.00
	%25	29.33	0.00	45.00	+23.85	74.67	0.88	49.67	+5.68
	%50	45.00	+53.41	54.00	+48.63	86.67	+15.05	61.89	+31.68
	%100	60.00	+104.55	63.00	+73.40	93.33	+25.11	72.11	+53.43
Bayraktar 2000	%0	4.00	0.00	4.00	0.00	20.00	0.00	9.33	0.00
	%25	14.00	+250	18.00	+350	24.00	+20.0	18.67	+100.11
	%50	16.00	+300	18.00	+350	24.00	+20.0	19.33	+107.18
	%100	18.00	+350	20.00	+400	24.00	+20.0	20.67	+121.54
Demir 2000	%0	24.00	0.00	43.67	0.00	72.33	0.00	46.67	0.00
	%25	33.67	+40.28	45.00	+3.05	72.33	0.00	50.33	+7.84
	%50	51.00	+112.50	66.00	+37.40	81.00	+11.98	66.0	+41.42
	%100	60.00	+150.0	66.00	+51.14	81.00	+11.98	69.0	+47.85
LC Hassas Kontrol	%0	25.00	0.00	60.00	0.00	83.33	0.00	56.11	0.00
	%25	45.00	+75.0	70.00	+16.67	76.67	-8.00	63.89	+13.87
	%50	59.17	+125.0	80.00	+33.33	90.00	+8.00	76.39	+36.14
	%100	66.67	+150.0	80.00	+33.33	90.00	+8.00	78.89	+40.60

*DAS: Ekim sonrası toplam gün sayısı (Days after sowing)

Çizelge 5. Ekmeklik çeşitlerde hastalık uygulama dozlarına göre sarı pas hastalığının farklı fenolojik dönemlerde hastalık şiddeti (%HŞ) değişimi varyans analizi

Table 5. Changing of yellow rust disease severity (%DS) in different phenological periods according to disease application doses in bread cultivars (Variance Analysis)

Çeşit Varieties	Hastalık Uygulama Dozu Disease Application Doses	Tekerrür (+II+III) (Replication)	Erken Dönem	Erken-Orta Dönem	Orta-Geç Dönem
			Early Period	Early-Middle Period	Middle-Late Period
			Çiçeklenme Başlangıcı Beginning of flowering 25.05.2019 10.5.1	Dane Dolum Grain Filling 06.06.2019 10.5.3	Süt Olum Milking 15.06.2019 10.5.4
			Hastalık şiddeti (%) Disease severity (%)		
			Ort. ± SH Mean±SE	Ort. ± SH Mean±SE	Ort. ± SH Mean±SE
Eser	%0	12	10.67 ± 0.57a	10.67 ± 0.57b	12.00 ± 0.00a
	%25	12	12.00 ± 0.00a	12.00 ± 0.00a	12.00 ± 0.00a
	%50	12	12.00 ± 0.00a	12.00 ± 0.00a	12.00 ± 0.00a
	%100	12	10.67 ± 0.57a	12.00 ± 0.00a	12.00 ± 0.00a
	Sig		1.000	1.000	-
Kenanbey	%0	12	29.33 ± 2.27c	36.33 ± 1.85d	75.33 ± 3.28b
	%25	12	29.33 ± 1.14c	45.00 ± 0.00c	74.67 ± 1.14b
	%50	12	45.00 ± 2.22b	54.00 ± 2.22b	86.67 ± 1.42a
	%100	12	60.00 ± 1.28a	63.00 ± 0.00a	93.33 ± 1.42a
	Sig		1.000	1.000	0.995 / 0.102
Bayraktar 2000	%0	12	4.00 ± 0.00c	4.00 ± 0.00b	20.00 ± 1.71b
	%25	12	14.00 ± 2.95b	18.00 ± 1.48a	24.00 ± 0.00a
	%50	12	16.00 ± 2.95ab	18.00 ± 0.00a	24.00 ± 0.00a
	%100	12	18.00 ± 5.12a	20.00 ± 0.85a	24.00 ± 0.00a
	Sig		1.000 / 0.456	1.000 / 0.892	0.525
Demir 2000	%0	12	24.00 ± 1.97d	43.67 ± 2.72b	72.33 ± 2.09b
	%25	12	33.67 ± 2.61c	45.00 ± 2.22b	72.33 ± 2.09b
	%50	12	51.00 ± 1.28b	66.00 ± 1.28a	81.00 ± 0.00a
	%100	12	60.00 ± 1.28a	66.00 ± 1.28a	81.00 ± 0.00a
	Sig		0.505	0.797	0354
LC Hassas Kontrol	%0	12	25.00 ± 1.51d	60.00 ± 0.00c	83.33 ± 1.40b
	%25	12	45.00 ± 1.51c	70.00 ± 0.00b	76.67 ± 1.42c
	%50	12	59.17 ± 2.29b	80.00 ± 0.00a	90.00 ± 0.00a
	%100	12	66.67 ± 1.42a	80.00 ± 0.00a	90.00 ± 0.00a

Ort.: Ortalama Hastalık Şiddeti (%DI) **SH:** Ortalamanın Standart Hatası

Aynı sütun üzerinde birbirini takip eden küçük harfler aynı fenolojik dönem içinde dozlar arasındaki farklılıkları, ifade eder. Birbirini takip eden aynı küçük harfler istatistik açıdan % 5 seviyesinde önemlidir (Tukey Post hoc testi).

Mean: Mean Disease Severity (%DI) **SD:** Standard Error of Mean

Successive lowercase letters in the same column indicate differences between doses within the same phenological period. The same successive lowercase letters are statistically significant at the 5% level (Tukey Post hoc test).

Sarı pas hastalığının farklı fenolojik dönemlerde reaksiyon değişimi incelendiğinde; farklı hastalık uygulama dozlarında en fazla değişim, Bayraktar 2000 çeşidinde dane bağlama (Feekes 10.5.3) döneminde olduğu belirlenmiştir. Dane bağlama döneminde hastalık inokule edilmeyen ve hastalık inokule edilen gruplar karşılaştırıldığında; reaksiyon değişimi tüm hastalık uygulama dozlarında belirlenmiştir. En fazla hastalık şiddeti değişimi, %100 hastalık uygulama dozunda +%400 olarak belirlenmiştir. Bunu sırasıyla %50 dozunda, +%350 ve %25 dozunda +%300 artışın takip ettiği belirlenmiştir. Bu sonuca

benzer olarak çiçeklenme başlangıcı (Feekes 10.5.1) döneminde, Bayraktar 2000 çeşidinde hastalık uygulama dozları arasında dikkati çeken düzeyde hastalık reaksiyon değişimleri belirlenmiştir. En fazla değişim %100 hastalık uygulama dozunda +%350, %50 dozunda +%300, %25 dozunda +%250 oranında artışlar olarak belirlenmiştir. Süt olum (Feekes 10.5.4) döneminde en fazla değişim yine Bayraktar 2000 çeşidinde belirlenmiştir. Bu dönemde hastalık değişimleri %25, %50 ve %100 hastalık uygulama dozlarında +%20 olarak belirlenmiştir. Bayraktar 2000 çeşidinin yanı sıra Demir 2000 çeşidinde de benzer

şekilde çiçeklenme başlangıcı (Feekes 10.5.1) dönemde farklı hastalık uygulama dozlarından reaksiyonları en fazla değişen çeşit olmuştur. Demir 2000 çeşidi için bu dönemde hastalık inokule edilmeyen ve hastalık inokule edilen gruplar karşılaştırıldığında; en fazla reaksiyon değişimi %100 hastalık uygulama dozunda +%150 olarak belirlenmiştir. Bu durumu %50 hastalık uygulama dozu reaksiyonunda +%112,5 artışla izlediği belirlenmiştir. Kenanbey çeşidinde çiçeklenme başlangıcı (Feekes 10.5.1) dönemde özellikle %100 ve %50 hastalık uygulama dozlarında hastalık şiddetinde sırasıyla +%104.55 ve +%53.41 artışlar belirlenmiş bu artışların farklı gruplar içerisinde (Tukey's HSD test ($p<0.05$) yer aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 5).

Fenolojik dönemler birlikte değerlendirildiğinde; Demir 2000 çeşidinin hastalık reaksiyonları incelendiğinde %100 hastalık uygulama dozu çiçeklenme başlangıcı (Feekes 10.5.1) ve dane bağlama (Feekes 10.5.3) dönemlerinde istatistiki olarak %5 düzeyinde olduğu saptanmıştır. Özellikle dane bağlama (Feekes 10.5.3) dönemi grubu istatistiki açıdan

önemli ($F= 31.04$, $df= 3$, $p<0.000$) olarak değerlendirilmiştir. Kenanbey çeşidini hastalık reaksiyonları incelendiğinde Demir 2000 çeşidinin takip ettiği ve üç fenolojik dönemde de yüksek hastalık şiddeti belirlenmiştir. Kenanbey çeşidinin özellikle süt olum (Feekes 10.5.4) dönemdeki hastalık reaksiyonlarının istatistiki önemlilik düzeyi incelendiğinde ilk sıralarda yer alan grupta olduğu belirlenmiş ($F= 20.517$, $df= 3$, $p<0.000$) olup, bu yönüyle bu sonucu Demir 2000 çeşidi sonucu takip etmiştir ($F=11.422$, $df= 3$, $p<0.000$). %50 hastalık uygulama dozundaki farklılığın Demir 2000 çeşidinde çiçeklenme başlangıcı (Feekes 10.5.1) dönemde istatistiki olarak önemli olduğu ($F= 76.252$, $df= 3$, $p<0.000$) belirlenmiş olup, bu durumu Kenanbey çeşidinin çiçeklenme başlangıcı (Feekes 10.5.1) dönemdeki %50 hastalık uygulama dozunun izlediği belirlenmiştir ($F= 66.532$, $df= 3$, $p<0.000$). Kenanbey ve Demir 2000 çeşitleri bütün fenolojik dönemlerde hastalık şiddetinden en fazla etkilenen çeşitler olarak belirlenmiş olup, yüksek hastalık şiddeti (%) değerleri belirlenmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Ekmeklik çeşitlerin farklı fenolojik dönemlerin de hastalık şiddetinin (%) karşılaştırılması için yapılan varyans analiz sonuçları

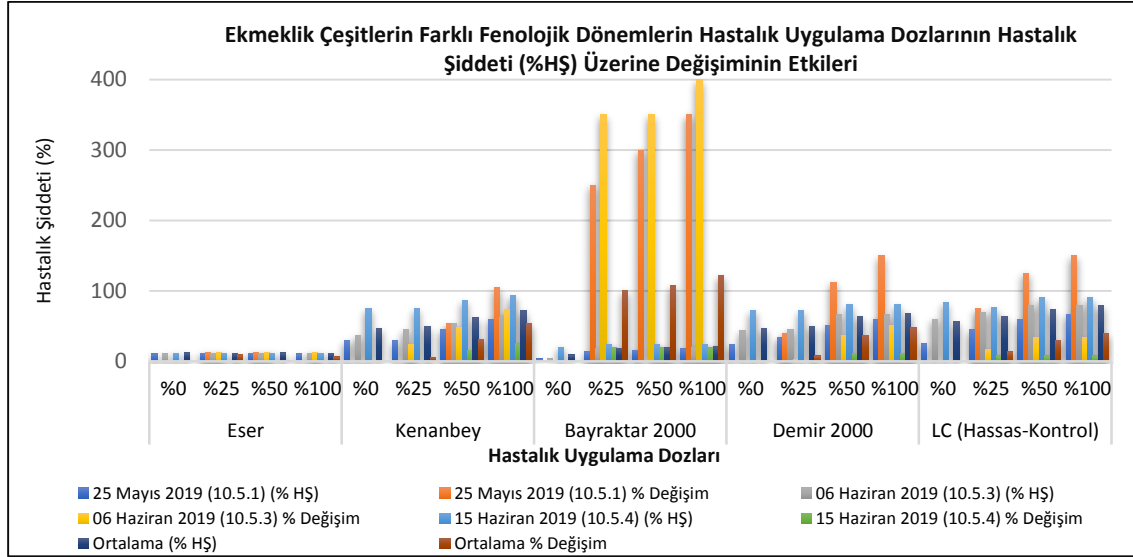
Table 6. Variance analysis results for comparison of disease severity (%) of bread varieties at different phenological periods

Çeşitler (Varieties)	Fenolojik Dönem (Feekes) (Phenological Periods)	HKT Error sum of squares	df	KO Mean of squares	F	Sig.(P)
Eser	10.5.1	21.333	3	7.111	3.667	0.019
	10.5.3	16.000	3	5.333	5.500	0.003
	10.5.4	0.000	3	0.000	-	-
Kenanbey	10.5.1	7790.333	3	2596.778	66.532	0.000
	10.5.3	4753.000	3	1584.333	63.450	0.000
	10.5.4	2969.333	3	989.778	20.517	0.000
Bayraktar 2000	10.5.1	2286.240	3	762.080	69.857	0.000
	10.5.3	1968.000	3	656.000	75.167	0.000
	10.5.4	144.000	3	48.000	5.500	0.003
Demir 2000	10.5.1	9580.000	3	3193.333	76.252	0.000
	10.5.3	4408.000	3	1469.333	31.04	0.000
	10.5.4	901.333	3	300.444	11.422	0.000
LC Hassas Kontrol	10.5.1	12089.583	3	4029.861	113.824	0.000
	10.5.3	3300.000	3	1100.000	-	-
	10.5.4	1466.667	3	488.889	40.333	0.000
HKT:Hata Kareler Toplamı		F: Örnek Ortalamalarının Karşılaştırma Tablo Değeri		df: Serbestlik Derecesi		
KO: Kareler Ortalaması		Sig.(p): Karşılaştırmada Anlamlılık Değerleri				
HKT: Error sum of squares		F: Comparison Table Value of Sample Means			df: Degrees of freedom	
KO: Mean of squares		Sig.(p): Significance Value in Comparison				

Demir 2000 çeşidi çiçeklenme başlangıcı edilmeyen ve hastalık inokule edilen gruplar (Feekes 10.5.1) döneminde hastalık inokule karşılaştırıldığında, istatistiki olarak hastalık

uygulama dozları arasındaki farklılığın önemli olduğu belirlenmiştir. Dane bağlama (Feekes 10.5.3) döneminde hastalık inokule edilmeyen grupla karşılaştırıldığında %50 ve %100 hastalık uygulama dozları arasında farklılıklar yine istatistiki olarak önemli tespit edilmiştir (Çizelge 5). Kenanbey çeşidinde hastalık inokule edilmeyen ve hastalık inokule edilen gruplar karşılaştırıldığında farklı hastalık uygulama dozları arasındaki fark, en

fazla dane bağlama (Feekes 10.5.3) dönemde belirlenmiştir. Çiçeklenme başlangıcı (Feekes 10.5.1) döneminde Kenanbey çeşidinde hastalık inokule edilmeyen ve hastalık inokule edilen gruplar karşılaştırıldığında %25 hastalık uygulama dozunun istatistiki olarak önemli olmadığı değerlendirilirken, %50 ve %100 dozları arasında farklılıkların istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Ekmeklik çeşitlerin farklı fenolojik dönemlerinde hastalık uygulama dozlarının hastalık şiddetine (%HŞ) olan değişiminin (%) incelenmesi

Figure 1. Investigation of the change (%) of disease application doses to disease severity (%DS) in different phenological periods of bread varieties

Makarnalık buğday çeşitlerinde sarı pas hastalık değişiminin fenolojik dönemlere göre izlenmesi

Hastalığın reaksiyonlarının fenolojik dönemlere göre gelişimi incelendiğinde; farklı hastalık uygulama dozlarının en fazla değişimi Eminbey çeşidinde çiçeklenme başlangıcı (Feekes 10.5.1) döneminde belirlenmiştir. Bu dönemde hastalık inokule edilmeyen grupla karşılaştırıldığında, değişen düzeylerde reaksiyon değişiminin bütün hastalık uygulama dozlarında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 7). Bu dönemde en fazla hastalık şiddeti (%) artışı değişimi, %100 hastalık uygulama dozunda +%335.52 olarak belirlenmiştir. Bu durumu sırasıyla %50 dozunda +%287.13 ve %25 dozunda +%141.95 hastalık artışı izlemiştir.

Kızıltan 91 çeşidinin süt olum (Feekes 10.5.4) dönemde farklı hastalık uygulama dozlarında hastalık inokule edilmeyen grupla karşılaştırıldığında, hastalık şiddetinde dikkati

çeken değişim oranları belirlenmiştir. Bu dönemde en yüksek değişimler %100, %25 ve %50 hastalık uygulama dozlarında sırasıyla +%287.13, +%238.74 ve +%206.48 artış olarak belirlenmiştir. Süt olum (Feekes 10.5.4) döneminde Çeşit-1252 çeşidinde %100, %50 ve %25 hastalık uygulama dozlarındaki değişimler sırasıyla +%63.25, +%14.28, ve -51.02 olarak belirlenmiştir. Eminbey çeşidinde dane dolum (Feekes 10.5.3) döneminde bütün hastalık uygulama dozlarında hastalık şiddetindeki artış +%58.83 olarak tespit edilmiştir. Süt olum (Feekes 10.5.4) dönemde hastalık artışları %50 ve %100 hastalık uygulama dozlarında +%25 olarak belirlenmiştir.

Mirzabey 2000 çeşidinde hastalık şiddetindeki değişim artış yönünde çiçeklenme döneminde (Feekes 10.5.1) %100 hastalık uygulama dozunda +%100, %50 hastalık uygulama dozunda +%66.67 ve %25 hastalık uygulama dozunda +%33.33 olarak

belirlenmiştir. Çeşit-1252 çeşidinde en fazla (Feekes 10.5.3) %25 hastalık uygulama dozunda hastalık şiddeti artışı dane dolum döneminde +%193.33 olarak belirlenmiştir (Çizelge 7).

Çizelge 7. Makarnalık çeşitlerde uygulanan hastalık dozlarına göre farklı fenolojik dönemlerdeki hastalık şiddetinin oransal değişimi

Table 7. Proportional change of disease severity in different phenological periods according to disease doses applied in durum varieties

Makarnalık Çeşitler Durum Varieties	Fenolojik Dönemler Phenological Periods								
	Uygulama Dozu Application doses	Çiçeklenme Başlangıcı Beginning of flowering 25 Mayıs 2019 May 25, 2019 (DAS-191)	Dane Dolum Grain Filling 06 Haziran 2019 June 06, 2019 (DAS-203)		Süt Olum Milking 15 Haziran 2019 July 15, 2019 (DAS-212)		Ortalama Mean		
	HŞ (%) DS (%)	% Değişim Change (%)	HŞ (%) DS(%)	% Değişim Change (%)	HŞ (%) DS(%)	% Değişim Change (%)	HŞ (%) DS(%)	% Değişim Change (%)	
	%0	6.13	0.00	4.13	0.00	10.93	0.00	7.07	0.00
	%25	8.00	+30.44	14.00	+238.74	10.67	-2.43	10.89	+54.10
	%50	8.00	+30.44	12.67	+206.48	12.00	+9.76	10.89	+54.10
	%100	10.00	+63.05	16.00	+287.13	14.67	+34.15	12.89	+82.41
Çeşit-1252	%0	6.80	0.00	10.00	0.00	8.17	0.00	8.32	0.00
	%25	6.13	-9.81	29.33	+193.33	4.00	-51.02	13.16	+58.07
	%50	8.00	+17.65	12.00	+20.0	9.33	+14.28	9.78	+17.50
	%100	8.00	+17.65	12.00	+20.0	13.33	+63.25	11.11	+33.51
Eminbey	%0	4.13	0.00	11.33	0.00	13.33	0.00	9.60	0.00
	%25	10.00	+141.95	18.00	+58.83	13.33	0.00	13.78	+43.52
	%50	16.00	+287.13	18.00	+58.83	16.67	+25.00	16.89	+75.93
	%100	18.00	+335.52	18.00	+58.83	16.67	+25.00	17.56	+82.88
Mirzabey 2000	%0	16.00	0.00	20.00	0.00	22.67	0.00	18.22	0.00
	%25	16.00	+33.33	33.33	+66.67	17.33	-23.53	22.22	+21.95
	%50	20.00	+66.67	33.00	+65.0	31.67	+39.71	28.22	+54.88
	%100	24.00	+100	24.00	+20.0	21.33	-5.89	23.11	+26.83
LC Hassas Kontrol	%0	28.50	0.00	60.00	0.00	82.50	0.00	54.44	0.00
	%25	50.00	+75.44	70.00	+16.67	88.33	+4.00	65.56	+20.41
	%50	62.50	+119.30	80.00	+33.33	90.00	+8.00	76.67	+40.82
	%100	62.50	+119.30	80.00	+33.33	89.17	+8.00	78.89	+44.90

*: HŞ : Hastalık Şiddeti (%) DS (%): Disease severity

Çizelge 7. Makarnalık çeşitlerde hastalık uygulama dozlarına göre sarı pas hastalığının farklı fenolojik dönemlerde yapraktaki hastalık şiddeti (%HŞ) değişimi varyans analizi

Table 7. Changing of yellow rust disease severity (%DS) on leaves in different phenological periods according to disease application doses in durum varieties (Variance Analysis)

Çeşit	Hastalık Uygulama Dozu Disease Application Doses	Tekerrür (I+II+III) Replication	Erken Dönem	Erken-Orta Dönem	Orta-Geç Dönem
			Early Period	Early-Middle Period	Middle-Late Period
			Çiçeklenme Başlangıcı Beginning of flowering 25.05.2019 10.5.1	Dane Dolum Grain Filling 06.06.2019 10.5.3	Süt Olum Milking 15.06.2019 10.5.4
			Hastalık Şiddeti (%) Disease severity (%)		
			Ort. ± SH Mean±SE	Ort. ± SH Mean±SE	Ort. ± SH Mean±SE
Kızıltan 91	%0	12	6.13 ± 1.43a	4.13 ± 0.80b	10.93 ± 2.16a
	%25	12	8.00 ± 0.85a	14.00 ± 0.85a	10.67 ± 2.50a
	%50	12	8.00 ± 0.85a	12.67 ± 1.24a	12.00 ± 0.98a
	%100	12	10.00 ± 0.85a	16.00 ± 0.85a	14.67 ± 0.00a
	Sig		0.680	1.000 / 0.078	0.834
Çeşit-1252	%0	12	6.80 ± 1.45a	10.00 ± 1.71b	8.17 ± 1.67b
	%25	12	6.13 ± 1.43a	29.33 ± 0.00a	4.00 ± 0.00c
	%50	12	8.00 ± 0.85a	54.00 ± 2.22b	86.67 ± 1.42b
	%100	12	8.00 ± 0.85a	12.00 ± 0.00b	13.33 ± 0.57a
	Sig		0.962	0.580	0.104
Eminbey	%0	12	4.14 ± 0.80c	11.33 ± 1.24b	13.33 ± 1.14b
	%25	12	10.00 ± 0.85b	18.00 ± 0.00a	13.33 ± 1.14b
	%50	12	16.00 ± 0.85a	18.00 ± 0.00a	16.67 ± 0.28a
	%100	12	18.00 ± 0.00a	18.00 ± 0.00a	16.667 ± 0.28a
	Sig		0.837	1.000	0.637
Mirzabey 2000	%0	12	16.00 ± 1.71b	20.00 ± 2.61a	22.667 ± 3.98a
	%25	12	16.00 ± 1.71b	33.33 ± 7.85a	17.333 ± 3.46a
	%50	12	20.00 ± 0.85ab	66.00 ± 1.28a	31.667 ± 6.68a
	%100	12	24.00 ± 0.00a	66.00 ± 1.28a	21.333 ± 1.14a
	Sig		0.136	0.866	0.750
LC Standart	%0	12	28.50 ± 5.00b	60.00 ± 0.00c	82.500 ± 1.31b
	%25	12	50.00 ± 1.51a	70.00 ± 0.00b	88.333 ± 1.12a
	%50	12	62.50 ± 2.29a	80.00 ± 0.00a	90.000 ± 0.00a
	%100	12	62.50 ± 1.40a	80.00 ± 0.00a	89.170 ± 0.83a

Ort.: Ortalama Hastalık Şiddeti (%DI) SH: Ortalamanın Standart Hatası

Aynı sütun üzerinde birbirini takip eden küçük harfler aynı fenolojik dönemde dozlar arasındaki farklılıkları, ifade eder. Birbirini takip eden aynı küçük harfler istatistik açıdan % 5 seviyesinde önemlidir (Tukey Post hoc testi).

Mean: Mean Disease Severity (%DI) SD: Standard Error of Mean

Successive lowercase letters in the same column indicate differences between doses within the same phenological period. The same successive lowercase letters are statistically significant at the 5% level (Tukey Post hoc test).

Tüm fenolojik dönemler birlikte değerlendirildiğinde; farklı hastalık uygulama dozu uygulamalarında, makarnalık buğday çeşitlerinin hastalık şiddetindeki artış oranları dikkate alınarak yapılan bir karşılaştırmada, hastalığın şiddetinin ilerleyen fenolojik dönemlerde artış eğilimi içinde olduğu saptanmıştır. Tüm makarnalık çeşitler için en fazla hastalık şiddeti artışlarının (Kızıltan 91 çeşidi hariç) mevsim içi erken dönem olan çiçeklenme başlangıcı (Feekes 10.5.1) döneminde gerçekleştiği belirlenmiştir. Eminbey çeşidinin çiçeklenme başlangıcı (Feekes 10.5.1) dönemde en

fazla etkilenen çeşit olduğu (F=75.272, df=3, p<0.000), Kızıltan 91 çeşidinin dane bağlama (Feekes 10.5.3) döneminde hastalık şiddetinde önemli artışlar (F=30.163, df=3, p<0.000) belirlenmiştir. Bu durumu yine bu dönemde Eminbey çeşidinde belirlenen hastalık şiddeti artışları (F=28.947, df=3, p<0.000) ve sararma (Feekes: 11.1) döneminde Çeşit-1252 çeşidinde hastalık şiddetinde artışların izlediği (F=13.379, df=3, p<0.000) belirlenmiştir (Çizelge 8).

Tüm fenolojik dönemler birlikte değerlendirildiğinde; en dikkat çekici hastalık

şiddeti artışları çiçeklenme başlangıcı (Feekes 10.5.1) döneminde Eminbey çeşidinde %100 hastalık uygulama dozunda +%335.52 olarak belirlenmiştir. Bu durumu dane bağlama (Feekes 10.5.3) döneminde +%58.83 ve süt olum (Feekes 10.5.4) döneminde +%25 artış olarak izlediği belirlenmiştir. Kızıltan 91 çeşidi, dane bağlama

(Feekes 10.5.3) döneminde hastalık şiddetinden önemli düzeyde etkilenmiş olup bu durumu Eminbey çeşidin de +%238.74 hastalık şiddeti artışının izlediği belirlenmiştir. Dane bağlama (Feekes 10.5.3) döneminde Mirzabey 2000 çeşidinde hastalık şiddetinde önemli artışlar belirlenmiştir (Çizelge 7).

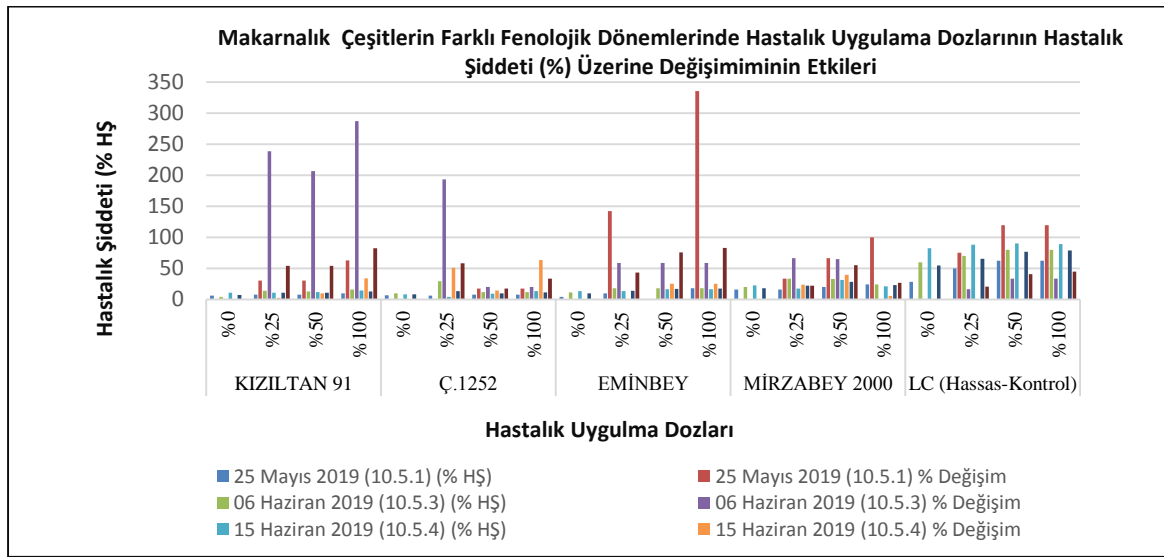
Çizelge 8. Makarnalık çeşitlerin farklı fenolojik dönemlerin de hastalık şiddetinin (%) karşılaştırılması için yapılan varyans analiz sonuçları

Table 8. Variance analysis results for comparison of disease severity (%) of durum varieties at different phenological periods

Çeşitler (Varieties)	Fenolojik Dönem (Feekes) (Phenological Periods)	HKT Error sum of squares	df	Kareler		Sig.(P)
				Ortalaması Mean of squares	F	
Kızıltan 91	10.5.1	89.760	3	29.920	2.363	0.084
	10.5.3	983.627	3	327.876	30.163	0.000
	10.5.4	120.107	3	40.36	1.623	0.198
Çeşit-1252	10.5.1	30.880	3	10.293	0.613	0.610
	10.5.3	2948.000	3	982.667	4.166	0.011
	10.5.4	530.917	3	176.972	13.379	0.000
Eminbey	10.5.1	1414.560	3	471.520	75.272	0.000
	10.5.3	400.000	3	133.333	28.947	0.000
	10.5.4	133.333	3	44.444	5.392	0.003
Mirzabey 2000	10.5.1	528.000	3	176.000	8.963	0.000
	10.5.3	1593	3	531.000	1.619	0.199
	10.5.4	1318.333	3	439.444	1.987	0.130
LC (Kontrol)	10.5.1	9260.250	3	3086.750	20.745	0.000
	10.5.3	3300.000	3	1100.000	-	-
	10.5.4	416.667	3	138.889	12.644	0.000
HKT: Hata Kareler Toplamı		F: Örnek Ortalamalarının Karşılaştırma Tablo Değeri		df:: Serbestlik Derecesi		
KO: Kareler Ortalaması		Sig.(p): Karşılaştırmada Anlamlılık Değeri				
HKT: Error sum of squares		F: Comparison Table Value of Sample Means			df: Degrees of freedom	
KO: Mean of squares		Sig.(p): Significance Value in Comparison				

Hastalıktan en fazla etkilenen çeşitlerin; çiçeklenme başlangıcı (Feekes 10.5.1) döneminde Eminbey ve Mirzabey 2000 olduğu, geç dönemde (Feekes 10.5.4) ise Kızıltan 91 ve Çeşit-1252 çeşitleri olarak belirlenmiştir. Hastalık reaksiyonu olarak, en hassas çeşidin Çeşit-1252 olduğu, bu

çeşidi Kızıltan 91 çeşidinin izlediği, Mirzabey 2000 çeşidinin orta-hassas, Eminbey çeşidinin ise hastalığa dayanıklı reaksiyon grubunda yer aldığı yorumu yapılmıştır (Tukey's HSD test ($p<0.05$) (Şekil 2).



Şekil 2. Makarnalık çeşitler için farklı fenolojik dönemlerde farklı sarı pas hastalık uygulama dozlarının hastalık şiddetine (%HŞ) olan değişiminin (%) incelenmesi

Figure 2. Investigation of the change (%) of different yellow rust disease application doses to disease severity (%HŞ) in different phenological periods for durum varieties

Eser çeşidi dışında, ekmeçlik çeşitlerin tüm fenolojik dönemleri birlikte değerlendirildiğinde, hastalık inokule edilmeyen gruplarla karşılaştırıldığında hastalık şiddetinde dikkati çeken düzeyde artışların olduğu belirlenmiştir. Bayraktar 2000 çeşidinin hastalık şiddeti artışından en fazla etkilenen çeşit olduğu çiçeklenme (Feekes 10.5.1), dane bağlama (Feekes 10.5.3) ve süt olum (Feekes 10.5.4) dönemlerinde, dikkat çekici düzeyde hastalık şiddeti artışı belirlenmiş, yine aynı dönemlerde benzer artışların Demir 2000 ' çeşidi içinde belirlenmiştir. Kenanbey çeşidinde de tüm fenolojik dönemlerde hastalık şiddetinde önemli artışlar belirlenmiştir.

Fenolojik dönemler birlikte değerlendirildiğinde, farklı hastalık uygulama dozlarında en fazla hastalık şiddeti (%), Bayraktar 2000 çeşidinde dane bağlama (Feekes 10.5.3) döneminde belirlenmiştir. Bu dönemde hastalık inokule edilmeyen grupta yapılan karşılaştırmalar da değişen düzeylerde reaksiyon ve hastalık şiddeti (%) farklılıkları bütün hastalık uygulama dozlarında belirlenmiştir. Bu dönemde en fazla hastalık değişim oranı %100 hastalık uygulama dozu yapılan grupta +%400 artış olarak belirlenmiştir. Bu durumu sırasıyla %50 ve %25 hastalık uygulama dozları +%350 hastalık şiddetinde artış şeklinde takip etmiştir. Bu dönemi Demir 2000 çeşidi erken dönemde (Feekes 10.5.1) hastalık inokule edilmeyen grup ile

karşılaştırıldığında, en fazla değişimi %100 hastalık uygulama dozunda +%150 artış oranı ile izlediği ve %50 hastalık uygulama dozunun takip (+%112.50) ettiği belirlenmiştir. Kenanbey çeşidinde çiçeklenme başlangıcı (Feekes 10.5.1) dönemde (25 Mayıs 2019) özellikle %100 ve %50 hastalık uygulama dozunda hastalık şiddetinde önemli değişimler gözlenmiş olup, sırasıyla +%104.55 ve +%53.41 artışların istatistiki olarak farklı gruplar içerisinde yer aldığı belirlenmiştir.

Bütün fenolojik gelişme dönemleri birlikte değerlendirildiğinde; Demir 2000 çeşidinin %100 hastalık uygulama dozu uygulamasında çiçeklenme başlangıcı (Feekes 10.5.1) (25 Mayıs 2019) ve dane bağlama (Feekes 10.5.3) (06 Haziran 2019) fenolojik gelişme döneminde yapılan istatistik değerlendirme sonucunda farklılığın önemli olduğu ve dikkat çekici düzeyde olduğu belirlenmiştir. Özellikle dane bağlama (Feekes 10.5.3) dönemi istatistiki değerlendirmelerinde yönüyle önemli olarak ($F=31.04$, $df= 3$; $p<0.000$) bulunmuştur. Demir 2000 çeşidini Kenanbey çeşidi takip etmiş olup, bütün fenolojik dönemlerde yüksek hastalık şiddeti değerleri belirlenmiştir. Özellikle süt olum (Feekes 10.5.4) dönemde (15 Haziran) yapılan istatistiki değerlendirmelerde oluşan farklılıkların önemli ve dikkat çekici ($F=20.517$, $df= 3$; $p<0.000$) olduğu tespit edilmiştir.

Kenanbey ve Demir 2000 çeşitleri bütün fenolojik dönemlerde hastalık şiddetinden en fazla

etkilenen çeşitler olarak belirlenmiş olup, yüksek hastalık şiddeti değerleri dikkat çekicidir. Çiçeklenme başlangıcı (Feekes 10.5.1) dönemin de, Demir 2000 çeşidinde hastalık inokule edilmeyen grupla karşılaştırıldığında istatistiki olarak hastalık uygulama dozları arasındaki farklılığın önemli olduğu, dane bağlama (Feekes 10.5.3) dönemde ise hastalık inokule edilmeyen grupla karşılaştırıldığında %50 ve %100 hastalık uygulama dozları ve hastalık şiddeti arasındaki istatistiki farkların önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4).

Genel olarak makarnalık çeşitlerin sarı pas hastalığına olan reaksiyonları değerlendirildiğinde; Fenolojik dönemler birlikte değerlendirildiğinde, farklı hastalık uygulama dozlarının hastalık reaksiyonları incelendiğinde, hastalık şiddetinin ilerleyen fenolojik dönemlerle birlikte artış eğilimi gösterdiği belirlenmiştir.

En fazla hastalık şiddeti artışının, Kızıltan 91 çeşidi dışındaki çeşitlerde mevsim içi erken dönem (25 Mayıs 2019) olan çiçeklenme başlangıcında (Feekes 10.5.1) gerçekleştiği belirlenmiştir. Eminbey, çiçeklenme başlangıcı (Feekes 10.5.1) dönemde hastalıktan en fazla etkilenen ($F=75.272$, $df= 3$; $p<0.000$) çeşit olarak belirlenmiştir. Kızıltan 91 çeşidinde dane bağlama (Feekes 10.5.3) döneminde (06 Haziran 2019) hastalık şiddetinde önemli artışlar ($F=30.163$, $df= 3$; $p<0.000$) belirlenmiştir. Bu durumu sırasıyla yine aynı dönemde artış gösteren Eminbey çeşidi ($F=28.947$, $df= 3$, $p<0.000$) ve sararma (Feekes 10.5.4) döneminde artışlar gözlenen Çeşit-1252 çeşidi ($F=13.379$, $df= 3$, $p<0.000$) takip etmiştir. Tüm fenolojik dönemler birlikte değerlendirildiğinde en dikkat çekici hastalık şiddeti artışları çiçeklenme başlangıcı (Feekes 10.5.1) döneminde Eminbey çeşidinde %100 hastalık uygulama dozunda +%335.52 artış olarak belirlenmiştir. Bu dönemi +%58.83 artışla dane bağlama (Feekes 10.5.3) dönemi ve +%25 artışla sararma (Feekes 10.5.4) döneminin takip ettiği saptanmıştır. Kızıltan 91 çeşidi, dane bağlama (Feekes 10.5.3) döneminde yüksek düzeyde hastalıktan etkilenmiş (+%238.74) olup, bu çeşidi Eminbey çeşidi takip etmiştir. Dane bağlama (Feekes 10.5.3) dönemin de Mirzabey

2000 çeşidinde hastalık şiddetinde önemli artışlar belirlenmiştir.

Bütün fenolojik gelişme dönemleri birlikte değerlendirildiğinde; Hastalık şiddetinden en fazla etkilenen ekmeklik çeşit Bayraktar 2000 olup, bu çeşidi yine aynı dönemlerde Demir 2000 çeşidi izlemektedir. Hastalık şiddetinden en fazla etkilenen makarnalık çeşitlerin çiçeklenme başlangıcı (Feekes 10.5.1) dönemde, Eminbey ve Mirzabey 2000 çeşitleri olduğu, sararma (Feekes: 10.5.4) döneminde ise Kızıltan 91 ve Çeşit-1252 çeşitleri olduğu belirlenmiştir. Hastalığın şiddetinin ilerleyen fenolojik dönemlerde artış eğilimi içinde olduğu saptanmıştır (Çizelge 8).

Sarı pas hastalığı ürediosporları buğdayın başağının çıkmasından çiçeklenme devresine kadar inokule edebilir ve belirtiler enfeksiyondan 10-20 gün sonra görülebilmektedir (Wellings, 2003). Bu bilgi ile yürütülen çalışma sonuçları örtüşmektedir.

Çiçeklenme zamanı ve morfolojik özellikler gibi çevre koşullarının sarı pas hastalığı enfeksiyonları üzerindeki etkilerinin sınırlı düzeyde bilgi olmakla birlikte, çiçeklenme evresindeki nem ve sıcaklık hastalığın ortaya çıkışında etkili faktörlerdir (Crome, 1989). Küresel iklim değişikliği nedeniyle, birçok buğday üretim alanından sıcaklıkların artması beklenilmektedir. Buğdayın gelişim dönemi sürecinde sapa kalkma, çiçeklenme ve dane bağlama dönemlerinde ortaya çıkan bu değişimler pas hastalıklarının artmasına ve beklenen verim düzeyine ulaşılmasında önemli tehditler oluşturabilir. Örneğin İngiltere’de sera şartlarında yürütülen bir çalışmada, buğdayda yapılan gaz emisyon çalışmaları buğdayda başak oluşumu süresinin 13-19 gün azalabildiği bildirilmiştir (Harkness vd., 2020). Erken bitki gelişme ile birlikte hastalığın daha erken görülmesi beklenebilir. Bu durum erken dönemde hastalığın doğru teşhis edilmesi için ve kontrol edilmesi için çalışmayı daha dikkat çekici olacağını düşündürmektedir.

Sonuçlar

Çalışma öncesinde bilindiği gibi Eser çeşidinin dayanıklı reaksiyon grubunda olduğu bu çalışma ile

yine belirlenmiştir. Hastalık uygulama dozları ile hastalık şiddeti arasındaki ilişki incelendiğinde, Bayraktar 2000, Kenanbey, Demir 2000 çeşitlerinin (Eser çeşidi hariç) artan hastalık uygulama dozu uygulamalarının hastalık şiddetinde değişen düzeylerde artışa neden olduğu belirlenmiştir. Bu durum bir genelleme olarak artan patojen miktarı veya sayısı ile hastalığın görülebilme ve epideminin şiddetinin artması ile uyumludur.

Eser çeşidi dışındaki diğer diğer test edilen tüm çeşitlerin sarı pas hastalığına reaksiyonlarının hassas grupta yer aldığı belirlenmiştir. Akan vd. (2012) tarafından Ankara lokasyonunda yapay epidemide yürütülen bir araştırma da aynı etmene karşı yürütülen çalışma sonucu ekmeklik grup da yer alan Demir 2000 çeşidinin dayanıklı, Eser çeşidinin hassas makarnalık grup da yer alan Çeşit-1252 orta dayanıklı, Kızıltan 91 orta dayanıklı reaksiyonlarını rapor etmiştir. Yürütülen çalışmada ekmeklik grupta yer alan Demir 2000 çeşidinin hassas, Eser çeşidinin dayanıklı reaksiyonu belirlenirken makarnalık grup da yer alan Çeşit-1252 ve Kızıltan 91 çeşitlerinin reaksiyonu orta hassas olarak belirlenmiştir. İki çalışma reaksiyonlarını dikkat çekici düzeyde farklıdır. Makarnalık grup da yer alan Mirzabey 2000 çeşidinin reaksiyonu orta hassas olarak belirlenmiş olup iki çalışma bu reaksiyonlar yönüyle örtüşmektedir. Ay (2013) tarafından 2009 ve 2010 yıllarında Adana lokasyonunda doğal epidemide yürütülen bir araştırma da aynı etmene karşı yürütülen çalışma sonucu ekmeklik grup da yer alan Bayraktar 2000 çeşidinin immun reaksiyon, Demir 2000 çeşidinin dayanıklı (2009) ve immun (2010), Eser çeşidinin orta dayanıklı reaksiyonlarını rapor etmiştir. Yürütülen çalışmada ekmeklik grupta yer alan Bayraktar 2000 çeşidi orta hassas reaksiyonu, Demir 2000 çeşidinin hassas, Eser çeşidinin dayanıklı reaksiyonu belirlenmiş olup iki çalışma bu reaksiyonlar yönüyle örtüşmektedir. Gerek Akan vd. (2012) gerekse Ay (2013) tarafından yürütülen çalışma reaksiyonları ile yürütülen çalışmanın sonuçlarının örtüşmemesi şu şekilde açıklanabilir. Akan (2019) sarı pas hastalığının 3 baskın (dominant) popülasyonlarına karşı 2006-2016 yılları arasında test çalışması yürütüldüğünü

bildirmiş olup konukçu patojen ilişkisine vurgu yaparak değişen hastalık popülasyonu ile konukçu reaksiyonlarının değişebildiğini ortaya koymuştur. Her üç çalışmada da çalışmanın yürütüldüğü yılda baskın hastalık popülasyonu kullanıldığı için daha önce benzer olarak yürütülen çalışmadan farklı reaksiyonların belirlenmesi, değişen hastalık popülasyonunun nedeniyle test materyalinin reaksiyonunun değişmesi olarak yorumlanmıştır.

Demir vd. (2017) tarafından Sakarya lokasyonunda doğal epidemide 2015 ve 2016 yılında yürütülen bir çalışmada aynı etmene karşı yürütülen çalışma sonucu ekmeklik grupta yer alan Bayraktar 2000 çeşidi 2015 yılında orta hassas, 2016 yılında immun reaksiyon gözleendiği, Demir 2000 çeşidi 2015 yılında dayanıklı, 2016 yılında immun reaksiyon gözleendiği, Eser çeşidi 2015 ve 2016 yılında immun reaksiyon gözleendiği, Kenanbey çeşidi 2015 yılında orta hassas, 2016 yılında hassas reaksiyon gözleendiği bildirilmiştir. Çalışmanın aynı lokasyonda yürütülmesine rağmen her iki yılda aynı reaksiyonlarında yer almaması nedeniyle yürütülen çalışma ile bu çalışmanın sonuçlarının tartışılması mümkün olamamıştır.

Çat (2022) tarafından Antalya lokasyonunda doğal epidemide 2017 ve 2018 yılında yürütülen bir araştırma da aynı etmene karşı yürütülen çalışma sonucu makarnalık grup da yer alan Çeşit-1252 çeşidi 2017 yılında (20R, EK: 4) dayanıklı, 2018 yılında (10R, EK:2) dayanıklı reaksiyon gözleendiği, Eminbey çeşidi 2017 yılında (20MR, EK: 8) orta dayanıklı, 2018 yılında (30MS, EK:6) orta dayanıklı reaksiyon gözleendiği, Kızıltan 91 çeşidi 2017 yılında (0, EK: 0) immun, 2018 yılında (30R, EK:18) orta dayanıklı reaksiyon gözleendiği, Mirzabey 2000 çeşidi 2017 yılında (20MS, EK: 12) orta dayanıklı, 2018 yılında (30MR, EK:12) orta dayanıklı reaksiyon gözleendiği bildirilmiştir. İki çalışmanın sonuçlarının kısmen benzer olduğu değerlendirilmiştir.

Hiperspektral veriler kullanılarak buğdayda sarı pas hastalığının takibinde ekmeklik ve makarnalık çeşitlerde dane dolumu dönemi etkili bulunmuştur. Hastalık şiddetinden bütün fenolojik dönemler dikkate alındığında en fazla etkilenen çeşit Bayraktar 2000 olurken, makarnalık

çeşitlerden ise çiçeklenme başlangıcı döneminde Eminbey ve Mirzabey 2000 çeşitleri, sararma döneminde ise Kızıltan 91 ve Çeşit-1252 çeşitlerinde daha fazla hastalık değerlendirilmiştir. Çalışma geleceğe dönük olarak farklı lokasyonlarda farklı çeşitlerle yapılarak, elde edilen sonuçların hasat öncesi verim kayıplarının erken tahmin edilebilecek olmasına ışık tutması açısından faydalar sağlayacaktır.

Ekler

Bu çalışma Metin AYDOĞDU tarafından Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalında yürütülen “Kışlık buğdayda farklı demir ve çinko uygulamalarının sarı pas (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) hastalığı üzerine olan mevsimsel etkilerinin çok bantlı veriler kullanılarak belirlenmesi” isimli yüksek lisans tezinin (YÖK Tez No: 671046/Tarih: 25.05.2021) bir kısmını kapsamaktadır. Tez jürisinde bulunan sayın Prof. Dr. Hikmet GÜNAL ve sayın Dr. Öğr. Üyesi Nurullah ACİR’e katkılarından dolayı teşekkür ederiz. Çalışmaya katkılarından dolayı Dr. Nilüfer AKCİ’ye teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkısı: Fikir/Hipotez, Materyal, Metod, Araştırma, Veri Toplama ve İşleme, Veri Analiz, Görselleştirme, Veri Yönetim, Tez Yönetimi, Yazma-Gözden Geçirme & Düzeltme, M.. AYDOĞDU; Veri İşleme, Danışmanlık, Yazma-Gözden Geçirme & Düzeltme, K. AKAN.

Etik Kurulu Kararı: Yayın etik kurulu gerektirmemektedir.

Kaynaklar

Akan, K., Mert, Z., Çetin, L., Salantur, A., Yazar, S., Dönmez, E., Özdemir, B., Yalçın, S., Özer, Y. & Wanyera, R. (2012). Bazı buğday genotiplerinin lokal sarı pas ve kara pas ırklarıyla Ug99 kara pas ırkına reaksiyonlarının belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 21 (1) , 22-31 . <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tarbitderg/issue/1150>

- 0/136992
- 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. DOI: <https://doi.org/10.30910/turkjans.633548>.
- Anonim, (2019). Ankara Yenimahalle lokasyonu iklim verileri. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü
- Ay, H. (2013). Çukurova koşullarında pas hastalıklarının bazı ekmeçlik buğday çeşitlerine etkisi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, (1), 50-55. <https://dergipark.org.tr/en/pub/tabad/issue/34817/385808>.
- Bouvet, L., Percival-Alwyn, L., Berry, S., Fenwick, P., Mantello, C. C., Holdgate, S., Mackay I.J. & Cockram, J. (2021). Wheat genetic loci conferring resistance to yellow rust in the face of recent epidemics of genetically diverse races of the fungus *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*. 27 April 2021, PREPRINT (Version 1) available at Research Square [<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-459064/v1>]
- Chester, K. S. (1946). The nature and prevention of the cereals rusts as exemplified in the leaf rust of wheat. *Cronica Botanica*, Waltham, Mass., USA Department of Botany and Plant Pathology. Oklahoma Agricultural and Mechanical College. 269 p.
- Cromey, M. G. (1989). Occurrence and effects of stripe rust in wheat spikes in New Zealand. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 17(2), 155-158.
- Çat, A. (2022). Tescilli makarnalık buğday (*Triticum durum*) çeşitlerinin sarı pas (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) hastalığına karşı dayanıklılığının belirlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 9(2), 136-143. DOI: <https://doi.org/10.19159/tutad.1040665>.
- Delwiche, S. and Kim, M.S., (2000). Hyperspectral imaging for detection of scab in wheat. *Biological Quality and Precision Agriculture*, II (Vol. 4203, pp. 13-20.). International Society for Optics and Photonics.
- Demir, L. , Orhan, Ş. , Özseven, İ. & Canıgeniş, G. (2017). Bazı Ekmeçlik Buğday Çeşitlerinin Sakarya Koşullarında Doğal Epidemi Altında Sarı ve Kahverengi Pas Etmenlerine Karşı Reaksiyonlarının Belirlenmesi . *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi* , 26 (Özel Sayı), 131-137 . DOI: 10.21566/tarbitderg.359402.
- FAO, (2022). Statistics. Food and Agriculture Organization of The United Nations, <http://www.fao.org/statistics/databases/en/> Erişim tarihi: 25.12.2022
- Fischer, R. A. (1985). Number of kernels in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. *The Journal of Agricultural Science*, 105(2), 447-461.
- Fowler, D. (2018). Winter Wheat Production Manual Chapter 2: Conservation and Winter Wheat Development. In book: Winter Wheat Production Manual Publisher: Ducks Unlimited Canada and Conservation Production Systems Ltd.
- Harkness, C., Semenov, M. A., Areal, F., Senapati, N., Trnka, M., Balek, J., & Bishop, J. (2020). Adverse weather conditions for UK wheat production under climate change. *Agricultural and Forest Meteorology*, 282,

- 107862.
- Hovmøller, M. S., Yahyaoui, A. H., Milus, E. A., & Justesen, A. F. (2008). Rapid global spread of two aggressive strains of a wheat rust fungus. *Molecular Ecology*, 17(17), 3818-3826.
- Huang, W., Lamb, D. W., Niu, Z., Zhang, Y., Liu, L., & Wang, J. (2007). Identification of yellow rust in wheat using in-situ spectral reflectance measurements and airborne hyperspectral imaging. *Precision Agriculture*, 8, 187-197.
- Kolmer, J. A. 2005. Tracking wheat rust on a continental scale. *Current Opinion in Plant Biology*, 8(4), 441-449.
- Large, E. C. (1954). Growth stages in cereals. Illustration of the Feekes scale. *Plant Pathology*, 3, 128-129. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.1954.tb00716.x>.
- Peterson, R.F. Campbell, A.B. and Hannah, A.E. 1948. A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals. *Canadian Journal of Research*. 26 (Section C),496-500.
- Roelfs, A. P. (1978). Estimated losses caused by rust in small grain cereals in the United States, 1918-76 (No. 1363). US Department of Agriculture, Agricultural Research Service.
- Roelfs, A. P., Singh, R. P., and Saari. E.E., 1992. Rust Diseases of Wheat: Concepts and methods of disease management. Mexico, D.F.: CIMMYT. 81 pages
- Samborski, D. J. (1985). Wheat leaf rust. In A. P. Roelfs & W. R. Bushnell (Eds.), *The cereal rusts*, Vol. 2, Diseases, Distribution, Epidemiology, Control (pp. 39-55). Orlando, FL, USA: Academic Press.
- Schwessinger, B. (2017). Fundamental wheat stripe rust research in the 21st century, *New Phytologist* 213 (4) 1625-1631, DOI: <https://doi.org/10.1111/nph.14159>.
- Solh, M., Burak, M., Nazari, K., Keser. M., Karaman, Y., Baum, M., & Mert, Z. (2013). Stripe rust and the Turkey-ICARDA Regional Cereal Rust Research Center at Izmir, Turkey. Izmir: BGRI; <https://globalrust.org/sites/default/files/2013-BGRI-session-3-1-Solh.pdf>.
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2022). Erişim adresi: www.tuik.gov.tr
- Wellings, C. R., Wright, D. G., Keiper, F., & Loughman, R. (2003). First detection of wheat stripe rust in Western Australia: evidence for a foreign incursion. *Australasian Plant Pathology*, 32, 321-322.