

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



İÇ ANADOLU BÖLGESİ'NDE BAZI BUĞDAY
ÇEŞİTLERİNİN
Puccinia striiformis f.sp. tritici'YE
KARŞI DAYANIKLILIKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MELİKE ÖZASLAN

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. MEHMET ERHAN GÖRE

BOLU, OCAK- 2023

KABUL VE ONAY SAYFASI

Melike ÖZASLAN tarafından hazırlanan “**İÇ ANADOLU BÖLGESİ’NDE BAZI BUĞDAY ÇEŞİTLERİNİN *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*’YE KARŞI DAYANIKLILIKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**” adlı tez çalışması jürimiz tarafından Bitki Koruma Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliğiyle kabul edilmiştir. 24/01/2023

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Prof. Dr. Mehmet Erhan GÖRE
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Üye
Doç. Dr. Göksel ÖZER
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Üye
Doç. Dr. Nedim ALTIN
Düzce Üniversitesi

.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Onayı

Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

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

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

Aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Teze ilişkin 16/12/2022 tarihinde Turnitin adlı intihal tespit programından enstitü müdürlüğünce belirlenen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan benzerlik raporuna göre, tezin benzerlik oranı % 23 olarak tespit edilmiştir.

.....
MELİKE ÖZASLAN

ÖZET

İÇ ANADOLU BÖLGESİ'NDE BAZI BUĞDAY ÇEŞİTLERİNİN *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*'YE KARŞI DAYANIKLILIKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MELİKE ÖZASLAN

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

(TEZ DANIŞMANI: Prof. Dr. MEHMET ERHAN GÖRE)

BOLU, OCAK – 2023
XIII+63

Puccinia striiformis f. sp. *tritici* etmeninin sebep olduğu sarı pas hastalığı buğday (*Triticum aestivum* L.) kalitesini ve verim miktarını olumsuz etkilemekte olup, hastalığın olduğu durumlarda ağır verim ve kalite kayıplarına, danede besin miktarlarının azalmasına sebep olmaktadır. Türkiye’de üniversitelerde, araştırma enstitülerinde ve bir çok resmi kuruluşlarda buğdayla ilgili ıslah araştırmaları devam etmektedir. Islah araştırmalarının amacı hastalığa dayanıklı çeşitlerin saptanmasıdır. Bu çalışma, bazı buğday çeşitlerinde sarı pas hastalığının oluşumu ve reaksiyonlarını belirlemek amacıyla 2021/2022 yetiştirme mevsiminde 3 farklı lokasyonda; Ankara, Konya ve Nevşehir’de yürütülmüştür. Çalışmanın verileri, tesadüf blokları deneme desenine göre oluşturulmuştur. Denemede 10 adet ekmeklik buğday çeşidi kullanılmış olup, bunlar sırasıyla; Selenivka, Krasunia Odeska, Esperia, Cömert, Bezostaja, Flamura 85, Quality, Tosunbey, Sönmez 2001, Ahmetağa çeşitleridir. Pas hastalığı yönünden en fazla reaksiyonu Bezostaja çeşidi gösterirken, Selenivka, Krasunia Odeska ve Cömert çeşitlerinde de en düşük reaksiyon gözlemlenmiştir. Yine Selenivka ve Cömert çeşidinde kardeşlenme sayısının da yüksek olduğu, Bezostaja çeşidinde kardeşlenmenin zayıf kaldığı gözlemlenmiştir.

Araştırmada kullanılan tüm çeşitlerde Pas hastalığı oluşumunun yanı sıra kardeşlenme sayısı, bitki boyu, protein oranı, gluten içeriği, hektolitre ağırlığı, nem ve tane verimi özellikleri de incelenmiştir. Bu deneme çalışması ile ortaya çıkan sonuçların, buğdayda pas hastalığına karşı dayanıklı çeşit kullanılmasının önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

ANAHTAR KELİMELE: Pas Çeşitleri, Sarı Pas, Buğday Çeşitleri, *Triticum* L., *Puccinia* spp., Verim

ABSTRACT

RESISTANCE EVALUATION OF SOME WHEAT CULTIVARS AGAINST *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici* IN CENTRAL ANATOLIA REGION

MSC THESIS
MELİKE ÖZASLAN
BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY
INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI
(SUPERVISOR: Prof. Dr. MEHMET ERHAN GÖRE)

BOLU, JANUARY- 2023
XIII+63

Yellow rust disease caused by *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici* factor adversely affects the quality and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.), causing heavy yield and quality losses and a decrease in the amount of nutrients in the grain in cases of the disease. In Türkiye, wheat breeding studies continue in universities, research institutes and many official institutions. The purpose of breeding research is to identify disease-resistant varieties. This study was carried out in 3 different locations in 2021/2022 growing season in order to determine the occurrence and reactions of yellow rust disease in some wheat cultivars; It was conducted in Ankara, Konya and Nevşehir. The data of the study were created according to the randomized blocks experimental design. In the experiment, 10 bread wheat varieties were used, respectively; Selenivka, Krasunia Odeska, Esperia, Cömert, Bezostaja, Flamura 85, Quality, Tosunbey, Sönmez 2001, Ahmetağa varieties. While the Bezostaja variety showed the highest reaction in terms of rust disease, the lowest reaction was observed in Selenivka, Krasunia Odeska and Cömert varieties. Again, it was observed that the tillering number was high in Selenivka and Cömert cultivars, while tillering remained weak in Bezostaja cultivar. In all cultivars used in the research, besides the formation of rust disease, tillering number, plant height, protein ratio, gluten content, hectoliter weight, moisture and grain yield characteristics were also investigated. It is thought that the results of this trial study will make important contributions to the use of resistant varieties against rust disease in wheat.

KEYWORDS: Rust Varieties, Yellow Rust, Wheat Varieties, *Triticum* L., *Puccinia* spp., Yield

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KABUL VE ONAY SAYFASI

ETİK BEYAN

ÖZET	4
ABSTRACT	6
İÇİNDEKİLER	8
ŞEKİL LİSTESİ	9
TABLO LİSTESİ	10
FOTOĞRAF LİSTESİ	11
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ	13
TEŞEKKÜR	14
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMALARI	5
2.1 Buğdayın Önemi.....	5
2.2 Buğday Pas Hastalıkları.....	8
2.3 Hastalığın Belirtileri, Ekonomik Önemi ve Yayılışı	14
2.4 Literatür Özetleri	21
3. MATERYAL VE YÖNTEM	30
3.1 Deneme Lokasyonunun Özellikleri	30
3.2 Deneme Hazırlıkları.....	35
4. BULGULAR	46
5. TARTIŞMA	56
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	59
7. KAYNAKLAR.....	61

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1. Dünya’da Buğday Üretim-Tüketim ve Stok Durumu	5
Şekil 2. Dünya Buğday Üretiminde Önemli Ülkeler ve Payları	6
Şekil 3. Türkiye’de Buğday Ekim Alanı En Çok Olan 10 İlimiz	7
Şekil 4. Türkiye’de Buğday Üretim-Tüketim ve Stok Durumu	7
Şekil 5. Patojenin Göç Yolu	9
Şekil 6. Patojenin Hayat Çemberi	11
Şekil 7. Patojenin Hayat Çemberi	13
Şekil 8. Pas Sporlarının Doğadaki Gelişimi	19
Şekil 9. Pas Sporlarının Yaprak Üzerindeki Şiddetinin %’si	20
Şekil 10. Ankara İli Haritası	30
Şekil 11. Ankara İli Sıcaklık-Yağış Grafiği	31
Şekil 12. Konya İli Haritası	32
Şekil 13. Konya İli Sıcaklık-Yağış Grafiği	33
Şekil 14. Nevşehir İli Haritası	34
Şekil 15. Nevşehir İli Sıcaklık-Yağış Grafiği	35
Şekil 16. Deneme Parsellerinin Krokisi	35

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1. Deneme Parsellerinde Ekimi Yapılan 10 Adet Buğday Çeşitleri	41
Tablo 2. Deneme Parsellerinde Ekimi Yapılan Buğdayların Özellikleri	42
Tablo 3. Buğday Çeşitlerinin Hastalık Duyarlılık Dereceleri	50
Tablo 4. Hasat Sonuçlarının Varyans Analiz Verileri	50
Tablo 5. Deneme Parsellerinde Hasat Sonrası Sarı Pas Reaksiyon Sonuçları	51
Tablo 6. Deneme Parsellerinde Hasat Sonrası Verim Parametreleri	52

FOTOĞRAF LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Fotoğraf 1. Sarı Pas Püstülleri	9
Fotoğraf 2. Buğday Yapraklarında Sarı Pas Püstülleri	9
Fotoğraf 3. Sarı Pas	10
Fotoğraf 4. Kahverengi Pas	11
Fotoğraf 5. Kahverengi Pas Püstülleri	12
Fotoğraf 6. Kara Pas Hastalığı	13
Fotoğraf 7. Kara Pas Hastalığının Buğday Yapraklarındaki Görüntüsü	14
Fotoğraf 8. <i>Puccinia striiformis</i>	18
Fotoğraf 9. Ekim İçin Toprak Hazırlıkları	36
Fotoğraf 10. Tohumların Ekilmesi	37
Fotoğraf 11. Ekim Çalışmaları	37
Fotoğraf 12. Ekim Hazırlıkları	38
Fotoğraf 13. Parsellerde Yabancı otların Saptanması	39
Fotoğraf 14. Deneme Parsellerinde Ortaya Çıkan Yabancı otlar	39
Fotoğraf 15. Parsellerde Yabancı ot Mücadelesi	40
Fotoğraf 16. Deneme Parsellerinde Yabancı ot Mücadelesi	40
Fotoğraf 17-18-19. Selenivka Çeşidi	43
Fotoğraf 20-21. Krasunia Odeska Çeşidi	43
Fotoğraf 22-23-24. Esperia Çeşidi	44
Fotoğraf 25-26. Bezostaja Çeşidi	44
Fotoğraf 27-28. Flamura-85 Çeşidi	44
Fotoğraf 29-30-31. Quality Çeşidi	45
Fotoğraf 32-33-34. Tosunbey Çeşidi	45
Fotoğraf 35-36-37. Sönmez 2001 Çeşidi	45

Fotoğraf 38. Hasatların Drone ile Çekilen Görüntüleri	46
Fotoğraf 39. Hasat Görüntüleri	47
Fotoğraf 40. Parsellerde Gerçekleştirilen Hasatlar	47
Fotoğraf 41. Hasat Zamanı	48
Fotoğraf 42. Hasat Sonrası Sağlıklı Selenivka Başakları	48
Fotoğraf 43. Selenivka Çeşidinin Başakları	49
Fotoğraf 44. Sarı Pas Reaksiyonu Görülmeyen Selenivka Çeşidi	53
Fotoğraf 45. Sarı Pas Reaksiyonu Görülen Bezostaja Çeşidi	53
Fotoğraf 46. Sarı Pas Görülen Bezostaja	54
Fotoğraf 47. Sarı Pas Reaksiyonu Görülen Flamura 85 Çeşidi	54
Fotoğraf 48. Sarı Pas Görülen Sönmez 2001	55
Fotoğraf 49. Sarı Pas Görülen Flamura 85	55

KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

mm	: Milimetre
cm	: Santimetre
m²	: Metrekare
m	: Metre
°C	: Sıcaklık birimi
kg	: Kilogram
Cv	: Varyasyon Katsayısı
LSD	: Asgari Önemlilik Farkı
CO₂	: Karbondioksit
DAP	: Diamonyum fosfat
P₂O₅	: Fosfor pentaoksit
NH₄	: Amonyum
NO₃	: Nitrat
CAN	: Amonyum nitrat
FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans süresince bana her türlü yardımı sağlayan, çalışmam süresince yapıcı ve yönlendirici fikirleri ile yol gösteren değerli danışman hocam Prof. Dr. Mehmet Erhan GÖRE'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Arazi çalışmalarında, çalışmalarımın her aşamasında bilgi ve yardımını esirgemeyen meslektaşım Ziraat Mühendisi A. Uğur KALENDER'e teşekkürü bir borç bilirim.

Ve son olarak maddi ve manevi olarak her zaman desteğini hissettiğim Canım Eşim Yusuf ÖZASLAN'a, oğlum Tuğra Efe ÖZASLAN'a ve aileme teşekkürlerimi sunarım.

1. GİRİŞ

Tahıllar, tüm insanlığın temel besin kaynağı olarak kullandığı ekmeğin ana maddesidir. İnsan beslenmesinin yanı sıra hayvancılıkta ve yem sanayisinde de kullanılmaktadır. Tahıllar geniş oranda türlere, çeşitlere ve yayılım alanlarına sahiptir. Kültürü yapılan diğer bitkisel ürünlere göre daha fazla yerde ekilişi yapılmaktadır. Dünyada tüm tarım alanlarının dışında ekstrem iklim koşullarına sahip yerlere de adapte olmuşlardır.

Hububat ürünlerin dünya üzerinde bu kadar geniş adaptasyon göstermesinin başlıca sebebi, geçmiş tarihte yaygın ekilişe sahip en eski kültür bitkisi olduğundandır. İnsanoğlu bitkileri tanıyarak onları gözlemlemiş ve kültüre almaya başlamıştır. Poaceae familyasını oluşturan hububat ürünleri, dünya üzerinde ekilişi ve üretimi yapılan en zengin ürün grubudur.

İnsan beslenmesinde enerji kaynağı olarak kullanılan tahıllar arasında buğday (*Triticum* L.), geniş bir adaptasyon yeteneğine sahip olmasından dolayı 215,9 milyon ha ekiliş ve 766 milyon ton üretimle çeltikle birlikte dünyada ilk sıralarda yer almaktadır (FAO 2020). Buğday danesi zengin besin değeri, depolama ve sanayide işlenmesindeki kolaylıkları sebebiyle diyet lif ve B vitamini kaynağı olarak temel besin durumundadır. Gelişmekte olan 94 ülkede yaşamını sürdüren 4,5 milyardan fazla insan için hayati önem taşıyan tahıllar, enerji ihtiyacının %20'sini karşılar ve % 20 oranında protein oluşumuna katkı sağlamaktadır (Braun vd. 2010).

Ülkemizde de benzer bir durum vardır. TÜİK 2021 yılı verilerine göre, Türkiye'de yaklaşık 67,4 milyon da ekim alanından 17,7 milyon ton buğday ürünü alınmaktadır (TÜİK 2021). Tarım yapılan alanlardan 55,4 milyon da 14,5 milyon ton ekmeklik buğday, 12 milyon da 3,2 milyon ton makarnalık buğday üretimi yapılmıştır.

Buğday verimi biyotik ve abiyotik faktörlere göre değişiklik göstermektedir. Hastalık yapıcı biyotik etmenlerden en geniş kapsama sahip olan funguslardır. Funguslardan sonra virüslerin, bakterilerin ve diğer mikroorganizmaların etkili

olduğu bilinmektedir. Biyotik faktörler arasında Basidiomycetes sınıfında Pucciniales (Uredinales) takımında bulunun *Puccinia* türlerinin yol açtığı pas hastalıkları, buğday üretimi yapılan tüm alanlarda etkisini göstermektedir. Buğday pas hastalığına neden olan, sarı pas etmeni olarak bilinen *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* (Pst)'dir.

Hastalık ilk defa 1915 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde rapor edilmiş (Carleton 1915) ve ilk epidemiler de Amerika Birleşik Devletleri'nin Batı eyaletlerinde ortaya çıkmıştır (Boyd 2005).

Buğday üretimini olumsuz etkileyen en önemli biyotik sebep olarak sarı pas hastalığı bilinmektedir (Singh vd. 2004) ve dünyada üretimi yapılan buğday çeşitlerinin % 88'i bu hastalığa karşı hassastır. Ürün kaybının yılda 5 milyon tona ulaştığı ve zarar gören bu ürünün pazar değerinin 1 trilyon dolar olduğu düşünülmektedir (Wellings 2011; Beddow vd. 2015).

İnsanların hareketleriyle uzak mesafelere taşınsa da, en önemli taşınma yöntemleri olarak rüzgarlar gösterilmektedir. Sarı pas etmeni *Pst*, bitkilerin ilk dönemlerinden başlayarak hasat zamanına kadar hastalık yapma yeteneğine sahiptir. Hasta olan bitkilerin özellikle bayrak yapraklarında fotosentez durdurularak bitkinin verim kaybetmesine ve kalitesiz ürün oluşmasına sebep olmaktadır (Chen 2005).

Ülkemizdeki ilk sarı pas hastalığının görüldüğü zaman, 1991 yılında Batı Afrika'dan gelen sarı pas hastalığına neden olan patojenin ırklarıyla başlamıştır. O yıllarda Türkiye'de geniş alanlarda ekilen ve Yr9 dayanıklılık genine sahip olan Seri-82 çeşidini olumsuz bir şekilde etkileyip, büyük bir verim kaybına neden olmuştur ve bu sebeple Seri-82 çeşidi üretimden kaldırılmıştır (Braun ve Saari 1992; Mamluk vd. 1997).

Aynı şekilde 1998 yılında Orta Anadolu'da uzun süren serin ve yağışlı hava şartlarından dolayı buğday ekim alanlarının % 98'inde enfeksiyon gözlemlenmiş ve % 26,5 - % 50 arasında verim kaybının olduğu tespit edilmiştir. (Düşünceli vd., 1999).

Puccinia triticina etmeninin neden olduğu kahverengi pas hastalığı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum*), makarnalık buğday (*Triticum durum*), ve tritikale (*X.*

tritico-secale) de yaygın görülen bir hastalıktır. Patojen, hassas çeşitlerde yaprak kını ve kavuzunu enfekte edebilmesine rağmen önce geniş yaprakları hastalandırır. Buğdayda kahverengi pasın erken dönemde görülmesi yüksek verim kayıplarına sebep olmakla birlikte; başaklanma döneminde bayrak yapraklarda % 60-70 oranda oluşan hastalık % 30'dan fazla verim kaybına neden olurken, yine aynı hastalık oranı süt olum döneminde % 7'lik verim kaybına, daha erken dönemlerde görülen kahverengi pas enfeksiyonları ise % 50'den daha büyük kayıplara neden olmaktadır. Kahverengi pas hastalığının zararları, sarı pas ve kara pas hastalığının zarar belirtilerine göre az rastlanılmasına rağmen, daha geniş alanlarda görüldüğü için tüm dünyada büyük oranda ürün kayıplarına sebep olur (Huerto-Espino et al., 2011).

Kara pas (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*) buğdayın en önemli hastalıklarından biri olarak bilinmektedir. Buğdayda kara pas hastalığı öncelikle buğdayın sap kısmında görülmesiyle beraber daha sonra diğer yeşil aksamalarda da görülmektedir. Kara pas hastalığının mücadelesinde özellikle dayanıklı buğday çeşitlerinin kullanılması önemli bir savaşım yöntemidir. Dünyada kara pas hastalığı salgınları büyük zararlar oluşturur. Ürünlerin verim kayıp oranlarını, çeşitlerin dayanıklılık dereceleri, etmenin ırkları ve iklim koşulları etkilemektedir. *Berberis* bitkisi hastalığın ara konukçu bitkisi olarak tespit edilmiştir (Agrios 2005).

Türkiye'de son yıllarda epidemiler görülmeye devam etmektedir. Özellikle 2009-2010 yılları arasında Suriye'de ortaya çıkan yeni bir patotip sebebiyle Orta Anadolu ve geçit bölgelerinde hastalığın şiddeti artarak ülkemizin önemli buğday alanlarını olumsuz etkilemektedir. Ankara, Konya, Amasya, Eskişehir, Çukurova, Uşak, Samsun gibi önemli buğday yetiştirme önemine sahip olan alanlarda kalite kayıpları ve verimde azalmalar gözlemlenmektedir (Mert 2010).

Ülkemizde hastalığın görüldüğü dönem bölgesel mevsim şartlarına göre değişmekle beraber, patojen için uygun hava koşullarının olduğu zaman olan 10-15 °C ve yüksek nemin görüldüğü zamanlardır.

Hastalığın en önemli mücadelesi dayanıklı çeşitlerin saptanması ve kullanılmasıdır. Bu çalışmada temel amacı dayanıklı çeşitlerin belirlenmesidir. Dayanıklı çeşitler enfeksiyonu sınırlandırır. Spor oluşumunu ve fungusun büyümesini geriletirler. Dayanıklılık derecesi buğday sınıfları arasında ve bu

Çeşitler arasında farklılık gösterebilir. Çeşitler dayanıklılığın derecesine göre, R= dayanıklı, MR= orta dayanıklı, MS= orta duyarlı ve S= duyarlı olacak şekilde gruplandırılır. Hassas olan çeşitlerde evre koşulları uygun olduğunda ve spor varlığının fazla olmasıyla ciddi ürün kayıpları meydana gelmektedir. Orta hassas çeşitler evre koşullarının uygun olduğu durumlarda kullanılmalıdır. Ayrıca doğal yaprak pası popülasyonu sürekli bir değişim göstererek virölens veya yeni ırklar oluşturabilirler (McMullen and Rasmussen, 2002)



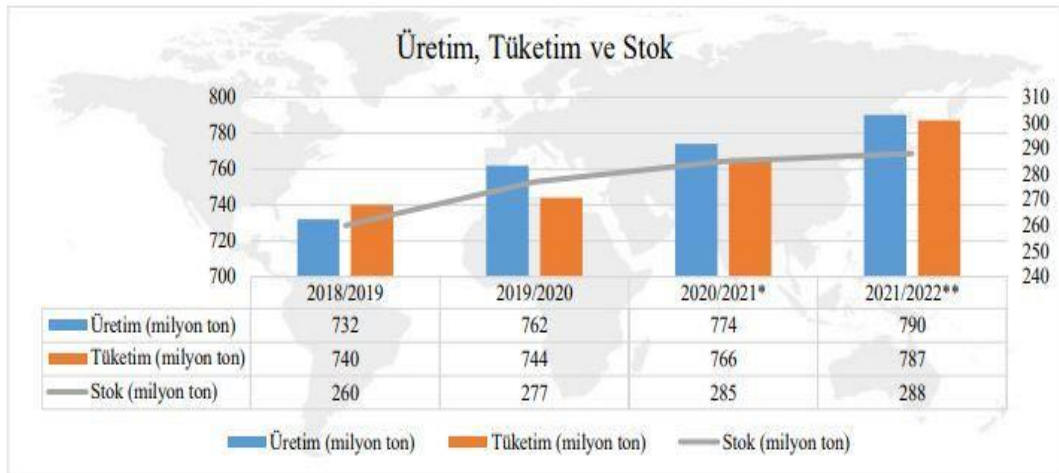
2. GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMALARI

2.1 Buğdayın Önemi

Dünya üzerinde en fazla ekim alanına sahip olan ve üretimi yapılan kültür bitkisi hububatlardır. Hem insanlar hem de hayvanlar tarafından besin kaynağı olarak kullanılan tahıllar yıllık protein ihtiyacının % 50'sini karşılar. (Çölkesen, 1995).

Hububat grubunun en önemli üyesi olan buğday (*Triticum aestivum* L.), insan besin kaynağı olarak en önemli yere sahip olan, üretimi ve ekiliş miktarı bakımından geniş bir adaptasyon yeteneğine sahip olan bir üründür. Geniş kullanım alanlarının olması, depolanma ve taşımadaki kolaylığı, danelerinin zengin besin değeri, sanayideki kullanımının kolaylığı gibi sebepler buğdayın önemini artırır. Buğday danesi, mayalanma sırasında ortaya çıkan CO₂'yi hamur içerisinde tutarak kabarmasına sebep olan elastik bir formda bulunan gluten maddesini içermektedir. Glutenin bu özelliği buğdayın ekmek yapımında kullanımını yaygın hale getirmiştir. Bisküvi, makarna ve birçok unlu mamül ürünlerinde de buğday unu yaygın olarak kullanılmaktadır (Curtis vd., 2002).

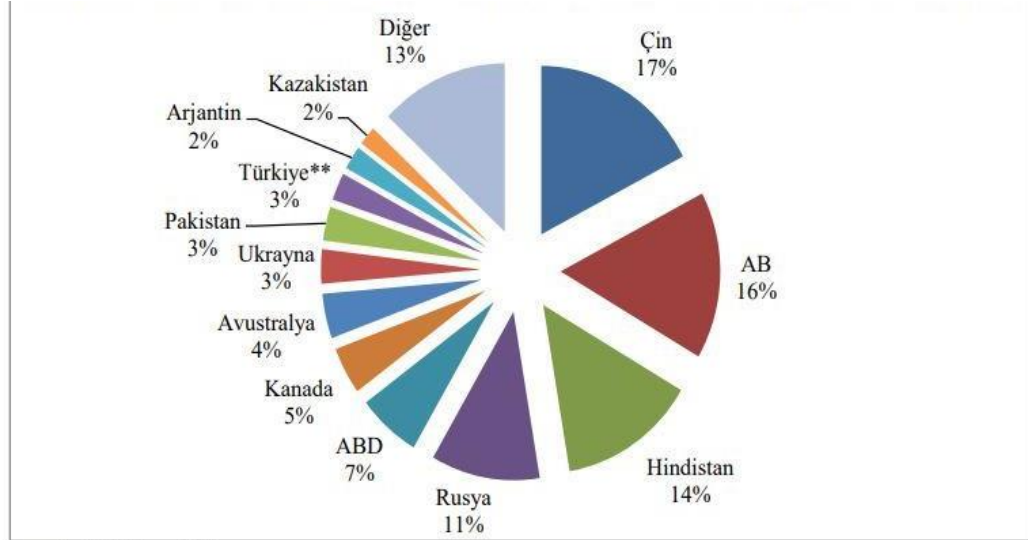
Tüm dünyada buğday, 240 milyon hektardan fazla bir alanda üretilmektedir. Yıllık buğday üretim miktarı, 2018-2019 yıllarında 732 milyon ton, 2019-2020 yıllarında 762 milyon ton olmuştur. 2020-2021 arasında da 774 milyon ton üretim olduğu bilinmektedir.



Kaynak: IGC, *Tahmin, **Projeksiyon

Şekil 1. Dünya’da Buğday Üretim-Tüketim ve Stok Durumu

Dünya üzerindeki tahıl üretimindeki artışı, buğday ve mısır üretim miktarı etkilemektedir. Kanada, ABD, Avustralya, Brezilya, Rusya, Kazakistan gibi hububat üreten ülkelerde buğday üretiminde artış gözlenirken, AB, Arjantin, Ukrayna gibi ülkelerde buğday üretiminde düşüşler gözlemlenmiştir.

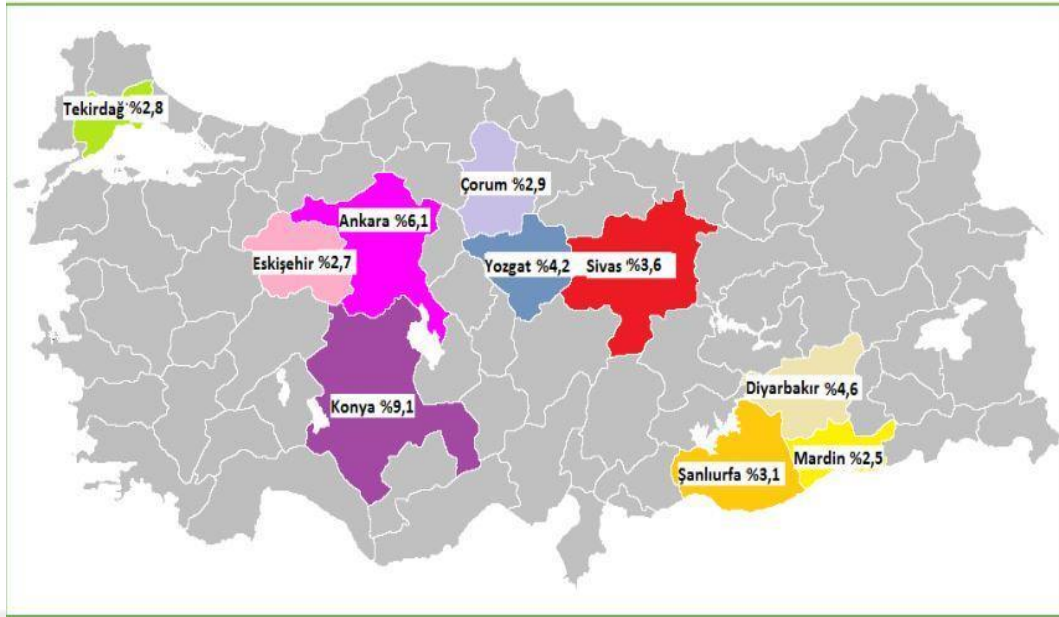


Kaynak: IGC Nisan 2021

Şekil 2. Dünya Buğday Üretiminde Önemli Ülkeler ve Payları

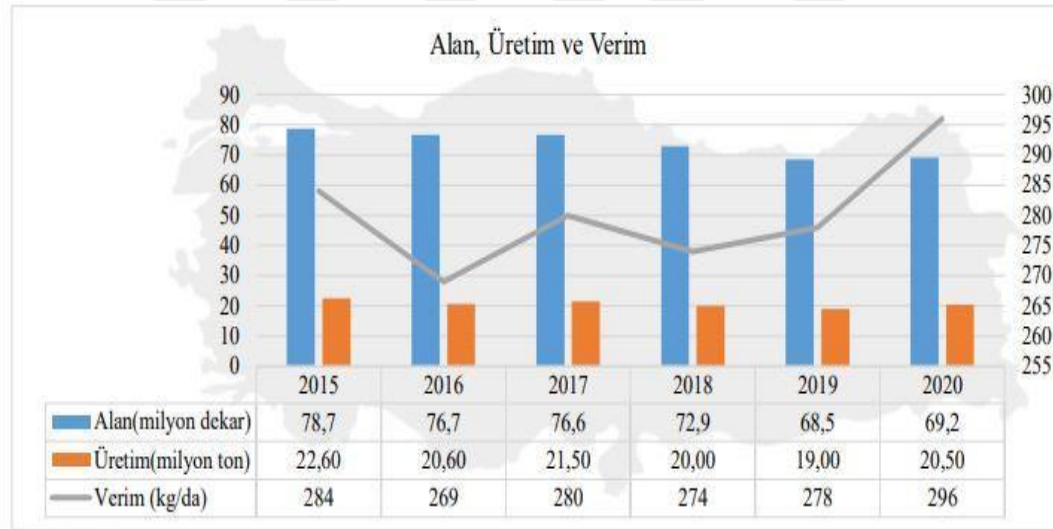
2020-2021 yıllarında buğday üretiminde dünyada % 17'lik oranla Çin bulunurken, % 16 ile AB ve %14 ile Hindistan sırayla gelmektedir. Ülkemiz, dünya buğday üretiminde % 3 gibi bir oranla 10. Sırada bulunmaktadır.

Türkiye'de 2021 yılında buğday ekiliş alanı 67,4 milyon dekar, üretim miktarı ise 17,7 milyon tondur. 2019-2020 üretim sezonu itibariyle Türkiye buğday ekim alanının % 42'sini oluşturan ilk 10 il; Konya, Ankara, Diyarbakır, Yozgat, Urfa, Sivas, Çorum, Tekirdağ, Mardin ve Eskişehir'dir (Şekil. 3).



Kaynak: TÜİK

Şekil 3. Türkiye’de Buğday Ekim Alanı En Çok Olan 10 İlimiz



Kaynak: TÜİK

Şekil 4. Türkiye’de Buğday Üretim-Tüketim ve Stok Durumu

2.2. Buğday Pas Hastalıkları

Sarı Pas (*Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*)

Kahverengi Pas (*P. recondita tritici*)

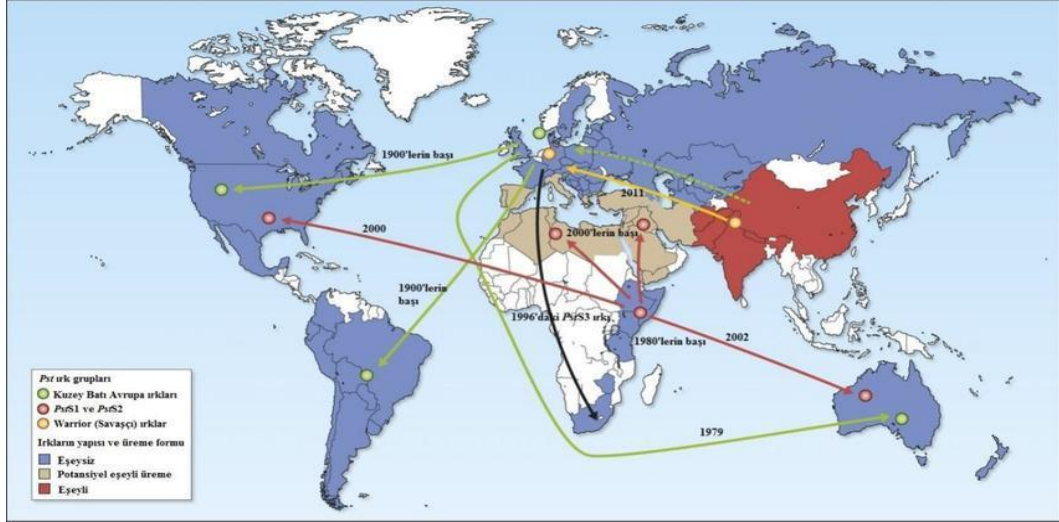
Kara Pas (*P. graminis tritici*)

2.2.1. Sarı Pas (*Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*): Patojenin yazlık sporları yuvarlak ya da oval, çeperleri dikenli yapıdadır. Kışlık sporlar ise uzun, hücre çeperi kalın, düz yapıda, iki hücreli ve hücreler arası boğumludur.

Hastalığın oluşması için ilkbaharda 10-15 °C sıcaklık ve yüksek nem ortamının oluşması yeterlidir. Buğday yapraklarının üst kısımlarında makine dikişi benzeri püstüller oluşmaktadır. Yazlık sporlar, sıra sıra dizilen püstüllerin birleşimiyle oluşur. Püstüllerin rengi limon veya portakal rengindedir.

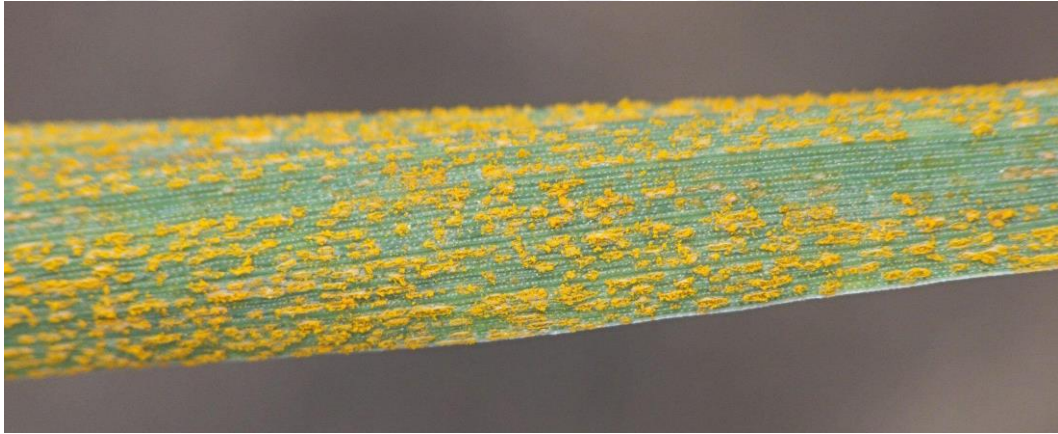
Rüzgârın etkisiyle, ilkbaharda oluşan yazlık sporlar geniş bir alana yayılır. Uygun iklim koşullarının sağlanmasıyla buğday yapraklarını hastalandırır. Yeni oluşan uredosporların çimlenerek konukçu bitkiye giriş yapması için yağış veya yüksek neme ihtiyaçları vardır. İlkbahar sonunda uredosporlardan teliosporlar meydana gelmektedir. Patojen yaz aylarını canlı kalan yabani buğdaygillerde, kışı ise güzün ekilen buğdaylar üzerinde uredospor olarak geçirmektedir.

Sarı pas, Batı Avrupa, Uzak Doğu, Batı Asya ve Doğu Afrika'da tarihte büyük zararlara sebep olmuştur. Günümüzde de şiddetli hastalıklara rastlanmaktadır. Sarı pasın hastalık yarattığı özel alanlar, Orta Doğu, Kuzey Avrupa, Hindistan Alt Kıtası, Doğu Afrika Dağlık Arazileri, Çin, Avustralya ABD'nin Batı Kıyısı, Güney Amerika'nın And Dağları ve Yeni Zelanda'dır (Singh ve ark., 2002; Boyd, 2005).



https://www.researchgate.net/figure/Migration-pathway-of-the-pathogen-Schwessinger-2017_fig1_318836755

Şekil 5. Patojenin Göç Yolu (Schwessinger 2017)



Fotoğraf 1. Sarı Pas Püstülleri



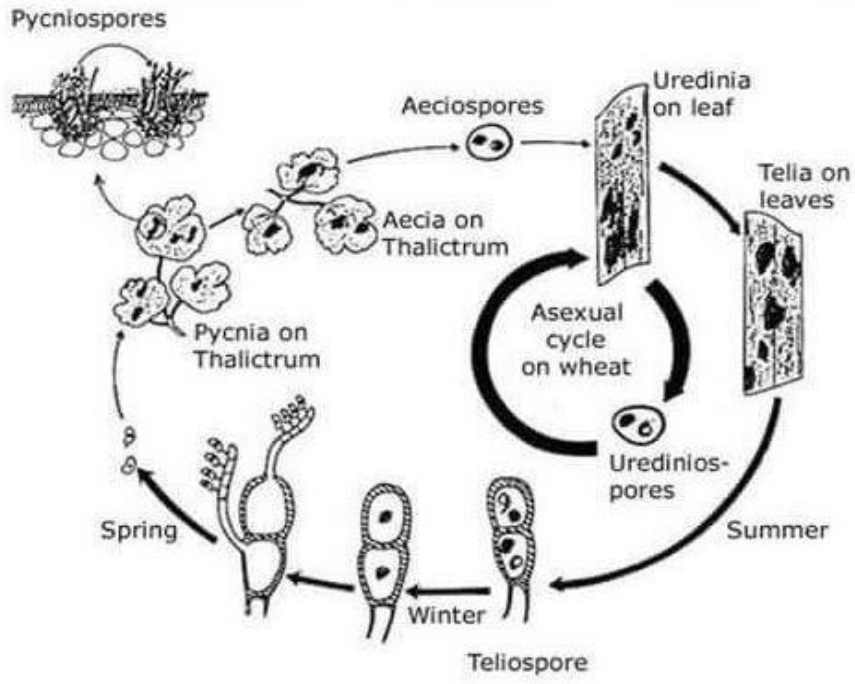
Fotoğraf 2. Buğday Yapraklarında Sarı Pas Püstülleri



Fotoğraf 3. Sarı Pas

2.2.2. Kahverengi Pas (*P. recondita tritici*): Patojenin yazlık ve kışlık sporları sarı pasla benzerlik göstermektedir. Etmen, kış aylarını ılık geçen yerlerde ve sahil bölgelerinde uredospor durumunda, güzün ekilen buğdaylarda ve yazın taze yaprak veren yabani buğdaygillerde geçirmektedir. İlkbaharda yazlık sporlarını oluşturarak çoğalır ve rüzgârla çevreye yayılan sporlar, yüksek nem ve 10-15 °C sıcaklık durumunda yeni hastalıklar oluşturur. Etmenin yaşam çemberine bazı durumlarda, ara konukçuları olarak sedef otları da (*Thalictrum* spp., *Isopyrum* spp.) dahil olabilir.

Kışı geçiren sporlar, ilkbaharda çimlenerek bazidiosporları meydana getirirler. Bu sporlar rüzgârında yardımıyla ara konukçulara ulaşarak yeni enfeksiyonlar meydana getirirler. Yapraklarda fazla miktarda piknidium ve aecium meydana getirirler. Aeciumlarda oluşan aeciosporlar rüzgârla etrafa yayılarak buğdaylara bulaşır ve sonrasında oluşan uredosporlarla yeni enfeksiyonlara sebep olurlar.



Puccinia recondita – Hayat çemberi

<https://www.entofito.com/bugday-cavdarda-kahverengi-pas-puccinia-recondita/>

Şekil 6. Patojenin Hayat Çemberi



Fotoğraf 4. Kahverengi Pas



Fotoğraf 5. Kahverengi Pas Püstülleri

2.2.3. Kara Pas (*P. graminis tritici*): Bu hastalığın etmeninin uredosporları elips şeklinde, çevresi dikenli ve kahverengi renktedir. Kışlık sporları uzun, iki hücreli, çeperi düz olup, sapçık üzerinde bulunmaktadır.

Kara pas hastalığının patojeni kış aylarını hasta bitkilerin üzerinde kışlık spor formunda geçirmektedir. Hastalığın gelişimi 19-26 °C arasında ve yüksek nemde hızlı bir şekilde artmaktadır. Çimlenen teliosporlardan bazidiosporlar meydana gelmektedir. Bazidiosporlar, kara pas hastalık etmeninin ara konukçusu olan Hanım tuzluğu (*Berberis spp.*) veya Sarı boya ağacı (*Mahonia spp.*) yapraklarına bulaştığında çimlenip enfeksiyonlara sebep olur (Roelfs ve ark., 1992).

Yaprağın üst yüzeyinde meydana gelen piknidyumlar, alt yüzeyde esiyum oluşurlar. Esiyumlarda meydana gelen esiyosporlar rüzgârın yardımıyla buğday yapraklarına ve saplarına taşınarak çimlenir. Uredospor yatakları ve içlerinde yazlık sporlar oluşturur. Bu sporlar buğday bitkilerinde ikinci enfeksiyonlara neden olur. Buğday hasat dönemine kadar sapların ve yaprakların üstünde, siyah renkli kışlık sporlar oluştururlar.



Fotoğraf 7. Kara Pas Hastalığının Buğday Yapraklarındaki Görüntüsü

2.3. Hastalığın Belirtileri, Ekonomik Önemi ve Yayılışı

Tarihi eski olan pas hastalıkları buğdayda üç çeşittir: kara pas, kahverengi pas ve sarı pas. Bu hastalıkların her birisinin etmeni farklı türlerdir. Pas hastalıkları patojenleri konukçu bitkilerde benzer semptomlar gösterirler. Yine bitkide yapacağı enfeksiyonlar için de benzer şartlara ihtiyaç duyarlar (Marsalis and Goldberg, 2006).

Pas hastalığı fungusları obligat parazitlerdir. Canlı konukçu bitki olmadan hayat çemberini tamamlayamazlar. Hayat çemberlerini, değişik spor tipleri ve çoğunlukla ikinci konukçu bitki değiştirerek oluştururlar. Çevre koşullarının uygun olduğu durumlarda etmen, bitkilerde ya da yakın bitki türlerinde eşeysiz urediospor safhasında çoğalarak geçirirler. Hayat çemberinin tam olarak tamamlandığı zaman, asıl konukçunun olduğu zamandır.

Pas fungusları familyalara ve genoslara göre sınıflandırılırken, teliosporların morfolojik özellikleri, cinslerin içinde bulunan türlerin konukçu dağılımları ve urediosporun özellikleri esas alınmaktadır. *Puccinia* cinsinde genellikle konukçuya özelleşme durumu vardır ve konukçu dağılımı kurallarına göre tür içinde de çok fazla alt tür olmaktadır (f. sp. = *Formae specialis*). Alt türler zarar oluşturdukları asıl konukçuya göre adlandırılır. Alt türler aynı zamanda konukçuya yakın akraba

olan bitkileri de enfekte edebilirler. Her bir alt tür içinde de patojenler, farklı fizyolojik ırklara ya da biyotiplere ayrılabilir.

Bir biyotip, genotip olarak aynı bireylerden meydana gelen bir populasyon olarak, fizyolojik ırk ise morfolojik yönden benzer fakat fizyolojik, biyokimyasal, patolojik veya diğer karakterlerce farklı biyotipler grubu olarak tanımlanmaktadır. Irk numaraları fizyolojik ırklara göre verilmektedir. Seçtikleri konukçulara göre verdikleri ayırıcı tepkilere göre belirlenirler. Bu sınıflandırma sistemi çok kolay ve kullanışlı olmasına rağmen pas türlerinin tanınmasında kullanılmamaktadır.

Sarı Pas, pas hastalığının ilk görülen türüdür. Buğdayların sap, yaprak, ve başaklarında görülebildiği gibi asıl hastalığın etkilendiği yer yapraklardır. Yaprakların üst kısımlarında makina dikişi benzeri sarı renkli püstüller oluşmaktadır. Püstüllerin dizilimi bir çizgiye benzer bunun için bu pasa çizgi pası da denilebilir. Püstüller yazlık sporların üretildiği yerler olarak bilinir. Yaz sonunda yazlık sporlar yerini siyah renkli kışlık sporlara bırakmaktadır. Hastalığın epidemi yaptığı zamanlarda sporlar başaklarda kavuz ve kılçıklar üzerinde görülmektedir. Hastalığın konukçuları arasında, buğday, arpa, çavdar ve yabani buğdaygiller bulunur. Sarı pas ya da çizgi pası serin iklimlerde 2 - 15 ° C arasında yetiştirilen buğdaylarda görülmektedir. Genellikle yüksek kesimlerde, kuzey enlemlerde yada daha soğuk geçen yıllarda ortaya çıkarlar. Sarı renkteki uredosporlardan oluşan uredinia'nın karakteristik özelliğinden bu isimle anılırlar. Hastalık ilk olarak zayıf bitkilerde görülmektedir. Hasar gören sürgünler ve danedeki kayıplarla birlikte % 50 şiddetine ulaşabilir. Bazı durumlarda ise sarı pas % 100 kayıplar oluşturabilir.

Kahverengi Pas patojeni, genellikle yapraklarda görülmekte olup yaprak pası olarak adlandırılır. Yazlık sporların içinde bulunan püstüller yaprağın üzerine dağınık olarak yayılmış noktalar şeklindedir. Bunlar portakal sarısı veya yanık kahverenginde görülürler. İlerleyen süreçlerde püstüller üzerindeki epidermis parçalanır. Ama bu durum kara pasta görüldüğü kadar belli değildir. Kahverengi pasın tanımında daire şeklinde oluşan küçük püstüller kullanılmaktadır. Patojen tahıllarda sarı pastan sonra kara pastan önce belirti oluşturmaktadır. Etmenin konukçuları buğday dışında arpa ve yabani buğdaygillerdir.

Buğdayda görülen bu pas hastalıkları genellikle yaprak pası ya da kahverengi pas olarak adlandırılır. Yaprakta şerit şeklinde belirtiler oluşturmaya karşın uygun

koşullar altında çok hassas çeşitler ve yüksek bulaşma ortamında yaprak kınını da enfekte edebilmektedir. Yaz sonunda gövde pasının teliosporları azalarak, bunun sonucunda siyah gövde lekelerinden çok yaprak yüzeyi alanında bulunan teliadan kaynaklı yaprak pası teliosporları üretildiğinde, epidermal hücrelerle çevrili olarak kalabilirler. Hastalık çoğunlukla 10 - 30 ° C arasında hızla gelişim gösterir. Nem stresıyla birlikte şiddetli epidemi durumlarında danede zayıflama gözlenir. Erken oluşan epidemilerde ise az da olsa sürgünler ve bitkiler ölebilir. Yaprak pası hastalığından dolayı ürün kayıpları % 10 - % 30 arasında olabileceği gibi daha şiddetli de olabilmektedir. Parlak siyah teliosporların çok fazla üretilmesiyle oluşan gövde pası siyah pas ya da yaz pası olarak bilinir. Bu, uygun olmayan iklim koşullarında ya da mevsim sonunda üretilen uredinia formudur.

Kara Pas hastalığı, buğdayda sap, yaprak ve başaklarda görülmektedir. İlk oluşan belirtileri yaprak ve saplarda çok büyük, oval veya uzun koyu portakal rengine, çoğunlukla kiremit kırmızısı renkte oluşan püstüllerdir. Püstüllerin çevresinde epidermis yırtılmış, beyazımsı bir şekil almıştır. Tolerant olan çeşitlerde püstüller küçük ve çevreleri klorotik bir saha ile kaplanırken, hassas çeşitlerde ise birbirine içine geçmiş çizgi şeklinde görünmektedir. Yaz bitiminde yazlık sporlar yerlerini koyu kahverenginden siyaha doğru değişen kışlık sporlara bırakmaktadır.

Dünya bazı alanlarda pas, şiddetli kayıplara neden olmaktadır. Bazı alanlarda ise hastalık oluşturmaları için çevresel koşulların uygun olması gerekmektedir. Bu alanlarda patojenin hastalık yapabilmesi için; patojenin gelişmesi için uygun iklim koşulları, hassas çeşitlerin kullanımı ve normalin dışında ekiliş yöntemlerinin kullanılması gereklidir. Üç koşulun birlikte görüldüğü zamanlar hastalık ihtimalinin yüksek olduğu zamanlardır.

Sıcak alanlarda neminde etkisiyle pas hastalığı patojeni 1 - 3 saat içinde uredosporlarını çimlendirmeye başlar. Uredosporlar miktar olarak fazla üretilir ve rüzgarın etkisiyle uzak mesafelere taşınabilirler. Bir çok uredospor yerçekiminin etkisiyle kaynağının yakınında dağılırlar. Uredosporlar havadayken yaklaşık olarak saniyede 1 cm hızdadır. Bu sebeple hastalığın oluşumunda ve yayılımında etkisinin büyük olduğu düşünülmektedir. Spor kaynağından uzak mesafelerde bir çok uredospor yağmurla yıkanana kadar havada kalabilmektedir.

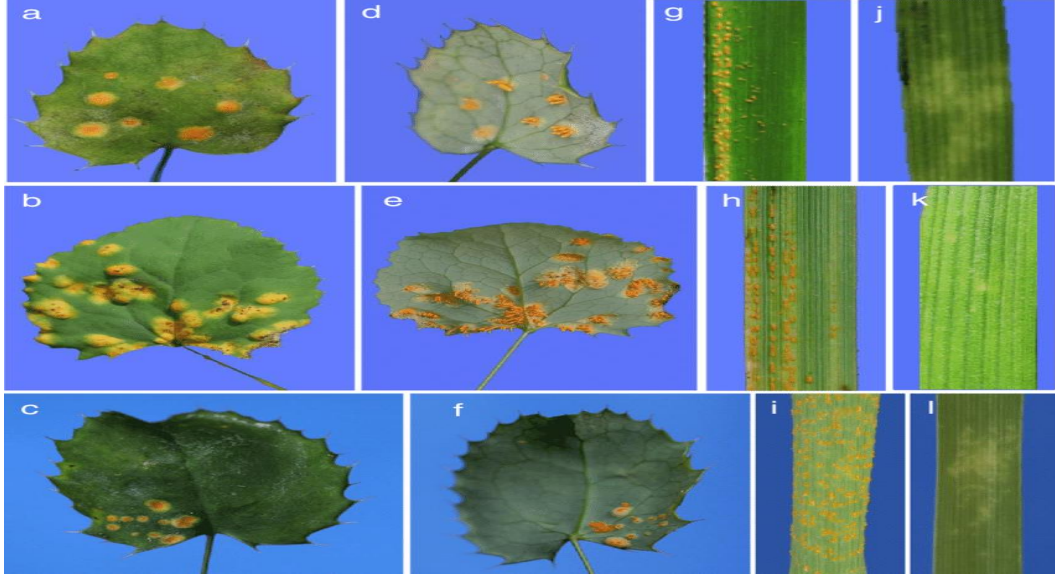
Uredosporlar kendi konukçu bitkisinden uzak tarlalarda belli zamanlara kadar hayatlarını sürdürebilirler. Nem oranı % 20-30'un altında olursa urediniosporlar çok soğuklara dayanabilmektedir. Nem oranı % 50'den fazla olduğu durumlarda canlılıklarını hızla kaybederler. Urediniosporların uzak mesafelere yayılmalarında spor miktarları ve rüzgarın çeşidi etkilidir.

Sporlar genellikle rüzgarında etkisiyle batıdan doğuya doğru taşınmaktadır. Konukçu-patojen ilişkisi spesifik ve spesifik olmayan şeklinde 2 gruba ayrılmaktadır. Aynı konukçu üzerinde aynı çevre koşullarında tek bir patojenin varlığıyla, tek bir konukçu genotipinde farklı bir hastalık reaksiyonu verdiğinde spesifik ilişki oluşur. Konukçu genotipi üzerindeki tüm hastalık belirtileri benzer olduğunda ise spesifik olmayan (nonspecific) ilişki ortaya çıkar.

Islah çalışmalarında en etkili dayanıklılığı oluşturmak için nonspecific dayanıklılık teorisi geliştirilmiştir. Aynı zamanda nonspecificiteyi ortaya koymak için patojen popülasyonundaki her tür evrimini tamamlamış olmalı fakat bu durum mümkün değildir (Roelfs vd., 1992).

Puccinia tritici patojeninin neden olduğu buğday yaprak pası uygun iklim koşullarında pasın gelişimi ve yayılmasıyla birlikte hassas çeşitlerde verim kaybına neden olmaktadır. Yaprak pasının en önemli hastalık belirtisi kırmızımsı-turuncu sporların yaprak yüzeyinde oluşturduğu lekelerdir. Bu spor gruplarına püstül veya uredinia adı verilmektedir.

Buğdayda yaprak pasının hastalık oluşturabilmesi için; hassas yada orta hassas buğday bitkilerinde ve yapraklar üzerinde 6 - 8 saat arasında nem oluşturacak kadar çiğ ve uygun sıcaklıklar olan 15 - 26 ° C'nin sağlanmasıdır. Bu durum daha çok gece gündüz sıcaklık farkının çok yüksek olduğu zamanlarda daha uygun hale gelir. Uygun iklim koşullarında pas sporları çimlenir ve buğday yaprağından içeriye doğru girerler. Fungus buğday yaprağından beslenerek, 7 - 10 gün içerisinde daha fazla fungus sporu üretir. Bu sporlar tüm yaprak yüzeyini kaplamaya başlar.



https://www.researchgate.net/figure/Pycnial-and-aecial-stages-of-each-of-formae-speciales-of-Puccinia-striiformis-infecting_fig3_332362510

Fotoğraf 8. *Puccinia striiformis*

Berberis'i enfekte eden *Puccinia striiformis*'in pycnial ve aecial evreleri.

a, b, c *Puccinia striiformis*'in pycnial evresi,

d, e, f *P. striiformis*'in ilk evresi,

g, h, i *P. striiformis*'in orijinal konakçıları,

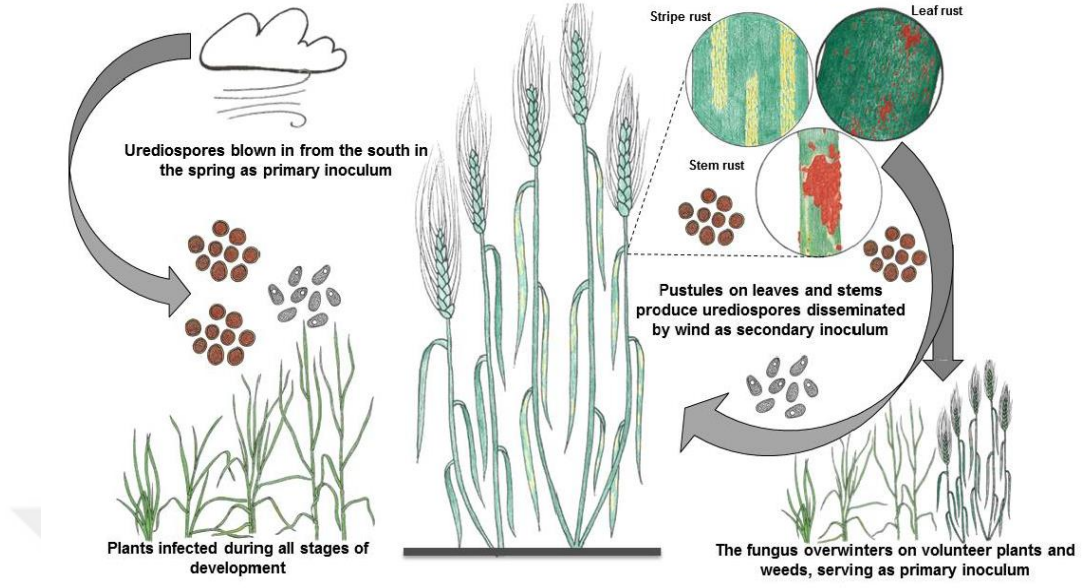
j, k, l Buğdaydaki aeciosporlar,

Yeni oluşan pas sporları rüzgarlarla diğer buğday yapraklarına ya da diğer ürünlere taşınırlar. Tolerant ve hassas buğday çeşitleri enfeksiyona farklı reaksiyonlar gösterir. Dayanıklı çeşitlerde etmenin yaprak içinde gelişmesi yavaşlatılır ve enfeksiyon durdurulur. Bu çeşitlerde sporun giriş yaptığı kısımlarda sarımsı beyaz benekler görülebilir. Orta dayanıklı çeşitlerde ise etrafı sarı-beyaz halkayla çevrilmiş kırmızımsı turuncu püstüller gelişmektedir.

Hassas çeşitler fungusun büyümesini durduracak yetenekte değildir. Hastalık yayılarak büyür ve büyük püstüller şeklinde çoğalır. Günlük 1000 spor kadar çoğalabilirler ve bu sporların hepsi yeni enfeksiyon oluşturabilecek yetenektedir.

10 gün boyunca tekrarlanan hayat çemberiyle bir çok spor oluşturulur ve hava akımının da etkisiyle taşınırlar.

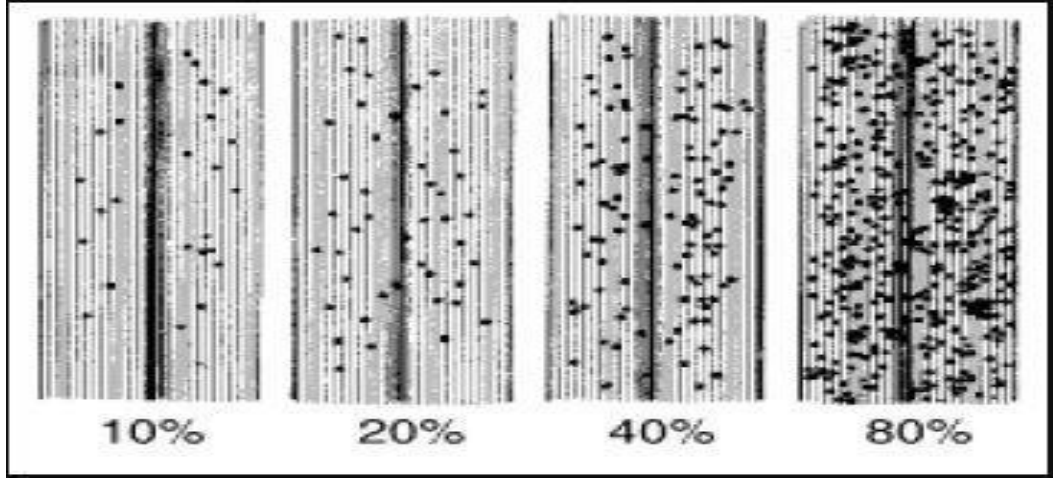
In-Season Wheat Rust Cycle



<https://ohioline.osu.edu/factsheet/plpath-cer-12>

Şekil 8. Pas Sporlarının Doğadaki Gelişimi

Bu sebeple hastalık için oluşan uygun iklim koşullarında duyarlı çeşitlerin kullanımının da etkisiyle bulaşıcılık ve hastalık şiddeti daha fazla olmaktadır. Hastalığın sebep olduğu dane kayıplarında, enfeksiyonun şiddeti ve süresi çok etkilidir. Eğer erken dönemlerden hasat zamanına kadar bitkide şiddetli pas etmeni bulaşıklığı gözlemlenmişse çok fazla ürün kayıplarına yol açar. Yaprak alanı üzerindeki pas yoğunluğu, oluşan bulaşma şiddetinin yüzdesini gösterir bu durum sporların miktarıyla, buğday çeşidiyle ve hava durumuyla bağlantılı olarak değişebilir.



<https://www.engormix.com/agricultura/articulos/ensayos-evaluacion-fungicidas-mezcla-t30844.htm>

Şekil 9. Pas Sporlarının Yaprak Üzerindeki Şiddetinin %'si

Ürün kaybını en fazla etkileyen durum bayrak yapraktaki hastalığın şiddetidir. Buğday yapraklarında karbonhidrat ve diğer besin maddelerinin üretimi yapılmaktadır. Danenin dolumu için gerekli besinler öncelikle bayrak yapraktan sağlanır. Bayrak yapraktaki pas zararıyla beraber besin maddesi üretimi tam yapılamamakta, kalan zayıf daneler yetersiz kalmaktadır. Erken oluşan enfeksiyonlar, yüksek nemin daha fazla ve uzun süreli görüldüğü yerler olan alt yapraklarda rastlanır. Bitki gelişip olgunluk dönemine yaklaştıkça pas bitkinin üst kısımlarına geçerek hastalığın şiddetini artırır.

Hassas olan çeşitlerde bayrak yapraktaki hasar, % 40 ile % 100'lük alanı kapsayacak şiddette görülebilmektedir (Şekil 9).

2.4. Literatür Özetleri

Buğday sarı pas hastalığı, buğdayın dışında tüm tahıl grubunu etkileyen ve etkilediği bitki türlerine göre farklı isimler alan bir hastalık türüdür. Eriksson (1894) patojen-konukçu ilişkisini baz alarak etmeni 5 ayrı gruba ayırmıştır: Bu etmenler sırasıyla buğdayda *P. striiformis* f. sp. *tritici* (Pst), arpada *P. striiformis* f.sp. *hordei* (Psh), çavdarda *P. striiformis* f. sp. *secalis*, yabani arpa türlerinde (*Elymus* spp.) *P. striiformis* f. sp. *elymi* ve ayrıktta (*Agropyron* spp.) *P. striiformis* f. sp. *agropyri*'dir. Diğer buğdaygil yem bitkilerinde ise konukçuya özgü patojen isimleri almaktadırlar.

Pst'nin ara konukçusu belirlenemediği zamanlarda yaşam çemberini ana konukçusu olan türlerde uredospor ve teliospor formunda geçirdiği düşünülmekteydi. Fakat Jin vd. (2010) *Pst*'ye ait pikniospor ve aeciosporların *Berberis* spp. Türleri üstünde görüldüğünü ve bu türün hastalığın ara konukçusu olduğunu tespit etmiştir. *Berberis* spp. türlerinin yanı sıra *Mahonia aquifolium* türünün de *Pst*'nin konukçusu olduğu ve etmenin eşeyli dönemini bu bitkiler üstünde geçirdiği saptanmıştır (Wang ve Chen 2013; Zhao vd. 2013). Hastalığın patojeni, enfeksiyon için uygun iklim şartları oluşmadığı zaman hasat sonunda enfekteli bitki parçaları üzerinde teliospor olarak kışı geçirir. Bu formdan sonra uygun şartları bulduğunda çimlenir ve basidiosporları meydana getirirler. Basidiosporlar, ara konukçusu *Berberis* spp. veya *Mahonia* spp. bitkilerine yerleşir ve onları enfekte eder ve daha sonra yaprağın üst kısımlarında pikniospor oluşur, alt kısımlarında ise eziosporlar meydana gelir. Bu yeni oluşan eziosporlar rüzgâr yardımıyla ana konukçusu olduğu bitkilerin yapraklarına bulaşarak hastalandırırlar. Uygun nem ve sıcaklık koşullarını bulduklarında çimlenirler ve uredosporlar oluştururlar. Oluşan bu sporlar uygun olan çevre koşullarında enfeksiyonlarını devam ettirirler. Hastalık için uygun olmayan koşullarda konukçu bitkilerin üstünde teliosporlar oluştururlar ve yaşam çemberlerini tamamlarlar. Uredospor döneminde hastalığın gelişebileceği çevre şartlarının devam etmesi epidemilere hatta pandemilere sebep olabilmektedir (Agrios 2005).

Hastalık etmeninin uzak mesafelerde yayılmasında, rüzgârın önemi büyük olmakla birlikte, insan hareketleri de sporların taşınmasında büyük rol oynar. Sarı pas hastalığı patojeni *Pst*, bitkilerin ilk dönemlerinden hasat zamanına kadar geçen

sürede hastalığın oluşması için uygun çevre koşullarının bulunmasıyla enfeksiyon yapabilme yeteneğindedir. Bulaşık olan yapraklar ve özellikle bayrak yapraktaki bulaşıklık fotosentezi kısıtlamasından dolayı verim ve kalitede kayıplarına sebep olur (Chen 2005). Pas hastalığının bu kadar hızlı ve uzak mesafelere taşınması yıllarca çalışılan bir konu olmuştur. 1979'da Avustralya'da, Avrupa'dan giden turistlerin eşyalarında *Pst* uredosporlarına rastlanmıştır (Wellings vd. 1987). Bir diğer örnek olarak, 1996 yılında Güney Afrika'da görülen *Pst* ırklarının, Kuzey Afrika ve Orta Doğu'da görülen *Pst* ırkları ile benzediği ortaya konulmuştur. 2000 yılında Kuzey Amerika'da yeni bir ırk ortaya çıkmış (Chen vd. 2002; Chen 2007) ve bu ırkın 2002'de Batı Avustralya'da görülen ırkla benzerlik gösterdiği bildirilmiştir (Wellings vd. 2003). Hovmöller vd. (2008) farklı kıta ve bölgelerde yaptığı çalışmalarda, farklı sarı pas izotlarını toplayıp AFLP analizi ile karşılaştırmış ve benzerliklerine göre 2 grupta incelemiştir. İlk grup, Amerika ve Avustralya'da yoğun görülen ikinci grup ise Eritre, Batı Asya (İran, Azerbaycan) ve Orta Asya (Kırgızistan, Kazakistan, Özbekistan)'da yaygın ırk olduğu tespit edilmiştir.

Bremer (1948), İren (1956, 1962), Karaca (1965), kahverengi pasın daha yaygın olarak kıyı bölgelerimizde görüldüğü, bu pasın sarı pasa göre daha fazla sıcak iklime ihtiyaç duyduğu, bu yüzden kahverengi pasın sarı pastan sonra kara pastan önce görüldüğünü bildirmektedir.

İren (1964)'in çalışmalarına göre Buğday kahverengi pası (*P. Recondita tritici*) 1963 yılında Orta ve Güney Anadolu, Kastamonu, Çankırı ve Trakya'da ekonomik zarar eşiğinin altında zarar oluşturmuştur. İren, patojenin Orta Anadolu'da ekonomik olarak önemli zarar oluşturmamasının sebebini, pasın geç oluşmasına ve enfeksiyon için gerekli zaman ve uygun ortam (genç ve yeşil bitki) bulamamasına bağlamıştır.

Altay (1977)'in çalışmalarına göre, yapılan surveyler sonunda kahverengi pas Eskişehir ve çevresinde önemli bir pas hastalığı olarak tespit edilmiştir.

Altay (1978)'in bildirdiğine göre buğday kahverengi pası buğday hastalıkları içinde en yaygın görülenlerden biridir. Patojen, buğday yetişen birçok alanda görülmekte olup, bazı yerlerde daha yaygın ve etkilidir. Batı Avrupa, Kanada, Amerika, Çin, Kuzey Afrika, Doğu Rusya, Sibiry, Avustralya, Hindistan, Japonya ve İskandinav ülkeleri patojenin en fazla görüldüğü bölgelerdir. Hastalık etmeni ülkemizde Trakya başta olmak üzere Ege, Karadeniz ve Marmara gibi sahil

kesimlerinde ve Orta Anadolu'nun sulu tarım yapılan alanlarında daha yaygın olduğu belirtilmiştir.

Özkan vd. (1973), çalışmalarına göre, buğdayda çimlenme ve kardeşlenme döneminden hasat zamanına kadar Güneydoğu Anadolu Bölgesi harici ülkemizin tüm bölgelerinde yaptığı survey çalışmalarında tarlaların belli kısımlarında, buğdayda görülen 3 pas türünden birini, ikisini ya da hepsini gözlemlediğini ama bunlardan hiçbirinin şiddetli bir hastalık oluşturmadığını ortaya koymuştur. Araştırmacılar aynı zamanda bu 3 pas türünü yabancı buğdaygil bitkilerinde de gördüklerini bildirmişlerdir.

Belay vd. (1992), 1990-91 yetiştirme sezonunda doğal koşullarda 3 ayrı lokasyondan (Meraro, Arsi Region ve Ethiopia) toplanan 475 durum buğday alanının, pas hastalığına karşı tepkisel durumlarını araştırılmıştır. Bu araştırmanın sonunda özellikle Ethiopia'dan alınan hatların, diğer bölgeden toplanan hatlara oranla pasa daha dayanıklı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca araştırmanın sonucunda dayanıklılığın gevşek başak ve kısa kılçık ile yakın ilişkisi olduğu bildirilmiştir.

Tong vd. (2000), Çin'de yaptığı çalışmalarda 82 Çin buğday çeşidinin hastalığa karşı tepkilerini ölçmek amacıyla başaklanma döneminde ölçümler almışlardır. Çeşitleri 5 sınıfa ayırmışlar. Bunlar yüksek derecede dayanıklı, orta derecede dayanıklı, tolerant, hassas ve yüksek derecede hassas olarak gruplandırılmıştır. Yapılan ilgileşim analizinde hastalığın belirti göstermesi süresinin hastalık indeksine ve 1000 dane ağırlığı kayıp miktarıyla ters oranda bağlantılı olduğu tespit edilmiştir. Hastalığın şiddetinde, 1000 dane ağırlığındaki azalmanın hastalığın ortaya çıkma süresinden daha çok etkili olduğu belirtilmiştir.

Piazza vd. (2001), İtalya'da 33 buğday çeşidinde yaptığı araştırmalarda, pas hastalığına karşı duyarlı çeşitlerin dane verimlerinin oldukça düşük olduğunu ortaya koymuşlardır.

Al Maarroof vd. (2001), Irak'ta yaptığı bir çalışmada bazı buğday çeşitlerinin pas hastalığına karşı tepkilerini gözlemek istemiş ve genotiplerin pas hastalığına karşı farklı derecelerde duyarlı veya tolerant olduklarını ortaya koymuşlardır. Pas hastalığı, Instar buğday çeşidinde %5,7, Saber Beg çeşidinde ise %45,9 gibi bir oranda dane veriminde azalmalara sebep olmuştur. Verimdeki bu azalmanın nedeni, hastalığın 1000 dane ağırlığının ve başaktaki dane sayısının azalması olarak gösterilmiştir.

Stehno vd. (2001), ekoslavya'da 1997-1998 yılları arasında yaptığı çalışmada, değişik makarnalık buğday çeşitlerinin kara pasa karşı önemli ölçüde yüksek dayanıklılıklar gösterdiklerini, Semperdur, Fenice ve Belladur eşitlerinin ise sarı pasa karşı dayanıklılıklarının yetersiz olduğunu tespit etmişlerdir.

Tubajika vd. (2001), A.B.D.'nin Louisiana eyaletinde iki yıl süreyle iki ayrı bölgede çeşit, ekim zamanı ve tohum ilaçlarının pas hastalığına karşı etkilerini belirlemek amacıyla çalışmalar yürütmüşlerdir. FFR 525 eşidi pasa karşı duyarlı, Coker 9835 orta dereceli duyarlı ve Pioneer Brand 2566 orta dereceli dayanıklı olarak bulunmuştur.

Tülek vd. (2009), 2007-2008 üretim sezonunda Edirne bölgesinde devam ettikleri çalışmalarda buğday kahverengi pas (*Puccinia triticina*), sarı pas (*P. striiformis*) ve başak hastalıklarından sürmeye (*Tilletia foetida*; *T. caries*) karşı bazı buğday örneklerinin dışarıdan bulaştırmalar ile tarla şartlarında ergin dönem tepkilerini belirtmişlerdir. Kahverengi pas hastalığına dayanıklılık açısından incelenen çeşitlerin tepkileri orta duyarlı veya duyarlı olarak tanımlanmıştır.

Çin'de 2016-2018 yıllarında tarla koşullarında 47 buğday çeşidinde pas türleri gözlemlenmiştir. 47 çeşitten 17'si dayanıklı, diğer 30 çeşit ise orta dayanıklı, hassas ve orta hassas olarak belirtilmiştir (Gad vd., 2019).

Hindistan'da 2018-2019 yıllarında yürütülen çalışmada, 41 buğday çeşidi test edilmiştir. Bu çeşitlerden 15 tanesi dayanıklı reaksiyon göstermiştir (Sandhu ve vd., 2021).

Kasa ve Negash (2021), Etiyopya'da sarı pas enfeksiyonunu belirlemek amacıyla bir çalışma yrtmştir. 375 ekmeklik buğday hattı ve dayanıklı olduğu bilinen eşitler (Danda'a, Wane ve Kingbird Daka) ile hassas olan eşitler (Kekeba ve Lemu) kullanılmıştır. eşitlerden %50'sinin sarı pasa hassas olduğu rapor edilmiştir.

Ülkemizde yakın zamana kadar sarı pas ile ilgili yapılan çalışmalar yetersiz sayıdaydı fakat son yıllarda hem dayanıklı çeşit geliştirme hem de ırk analizi çalışmaları hız kazanmıştır. Ülkemizde sarı pas enfeksiyonu ile ilgili ilk detaylı resmi veri 1886 yılında M. Rasim tarafından ortaya konulmuştur (zgen ve Kınacı 1985). Bunun yanısıra 1936-1960 yılları arasında bazı dönemlerde hastalık üretim bölgelerinde şiddetli hastalıklar oluşturmuştur (İren 1964). Bu epidemiler genellikle Orta ve Batı Anadolu'da görülmüş, 1936, 1940, 1950 ve 1963 yıllarında hastalık tüm ülkede yaygın hale gelmiştir. 1975, 1976, 1977, 1984 ve 1991

yıllarında hastalık yaygınlığı lokal düzeyde kalmıştır (Braun ve Saari 1992). 1991 yılında oluşan epidemi, Batı Afrika'dan ülkemizde taşınan yeni *Pst* ırklarının enfeksiyonu sonunda oluşmuştur. O yıllarda özellikle Çukurova bölgesinde yaygın olarak kullanılan ve Yr9 dayanıklılık geni içeren “Seri-82” çeşidini ciddi şekilde etkilemiştir. Bugünkü hesaba göre yaklaşık olarak 7 milyon TL’lik bir verim kaybına sebep olduğu düşünülmektedir. Bu epidemiyle, Seri-82 çeşidinin üretim programlarından kaldırılması gerçekleşmiştir. (Braun ve Saari 1992; Mamluk vd. 1997). 1998 yılında serin ve yağışlı hava koşullarının uzun süre devam etmesi sebebiyle Orta Anadolu bölgesinde hastalık kontrolü yapılmış, % 98 oranında enfeksiyon belirtileri gözlemlenmiştir. % 26,5- % 50 arasında verim kaybına sebep olduğu belirtilmiştir (Düşünceli vd. 2000). Değişik oranlarda kayıplara neden olan hastalık epidemisi ülkemizde de son yıllarda etkili olmaya devam etmektedir. Özellikle son 10 yılda Suriye, Irak ve Kuzey Afrika ülkelerinde tespit edilen yeni ırkların ülkemize göçmesiyle birlikte Orta Anadolu ve geçit bölgelerinde (Ankara, Çukurova, Amasya, Samsun, Konya, Eskişehir, Uşak) kalite düşüklüğüne ve verim kayıplarına neden olmuştur (Mert 2010). Türkiye’de enfeksiyonun en fazla görüldüğü zaman, genellikle iklime ve çevre koşullarına göre değişmekle beraber ilkbaharda patojen için optimum hava sıcaklığı olan 10-15 derece ve nemin yüksek olduğu zamanlar olarak bilinir.

Olgun ve Serin (1999), Doğu Anadolu Bölgesi’nde buğday sarı pası (*Puccinia striiformis*) ile verim ilişkisi üzerinde yaptıkları çalışmada sıcaklık, yağış ve nem verileri birlikte ‘Gerek-79’ buğday çeşidinde sarı pas reaksiyonları arasındaki ilişki tespit edilmiştir. Yağış sarı pasın gelişiminde ve verim üzerinde önemli bir etkiye sahiptir, Path Analizi yapılmış ve sonucunda sarı pasın verim üzerindeki etkisinin % 24,8 olarak saptanmıştır. Yağışın 250 mm ile 650 mm arasında olduğu durumlarda zarar miktarı % 90 oranlarına ulaştığı tespit edilmiştir.

Düşünceli vd. (1999), İç Anadolu Bölgesi’nin en önemli alanlarını kapsayan survey çalışmaları yaparak bu bölgenin buğday ekilişlerinde pas hastalığının yayılım ve önem durumlarını 1995-1998 yılları arasında 4 yetiştirme sezonunda araştırmışlardır. Elde edilen bilgiler doğrultusunda; 1995 yılında önemli bir epidemi kayda geçmemiştir. 1996-1997 yılları arasında sarı pas yaygın ancak düşük şiddette, 1998 yılında ise ilkbaharın yağışlı ve serin periyodun uzun geçmesi nedeniyle sarı pas bölgede ciddi bir hastalık oluşumu göstermiş ve gözlemlenen

tarlaların % 98'inde sarı pas tespit edilmiştir. Sarı pasın şiddeti öncelikle Gerek çeşidinin ekildiği tarlalarda yüksek miktarda saptanmıştır.

Barutçular vd. (1999), Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma alanında 1996-1997 yetiştirme sezonunda Seri 82 ekmeklik buğday çeşidinde çiçeklenme döneminde gözlemlenen sarı pas hastalığının danenin verimine etkisini belirlemek amacıyla; etmenin başak-dane veriminde neden olduğu kayıpların kontrollere göre düşük oranlarda olduğu, orta şiddetteki enfeksiyonda % 26 olarak, şiddetli enfeksiyonlarda ise % 36 oranında kayıpların olduğu tespit edilmiştir. Danede meydana gelen verimdeki azalmaların sebebi, dane sayısının düşmesi olarak bilinir. Enfeksiyonla birlikte toplam ağırlık azalır ve sap ağırlığı da enfeksiyonun şiddetiyle düşer. Hasat içeriğinde düşük ve orta düzeyde pas enfeksiyonu kontrollere göre önemli bir azalmaya neden olmadığı, yüksek enfeksiyonun hasat indeksini kontrolüne göre % 12 oranında azalttığı gözlemlenmiştir. Danenin protein içeriği azalmış fakat sayısal açıdan bir önem arz etmemiştir.

Ülkemizde 1990'larda meydana gelen ırk değişimleri sebebiyle dayanıklılık sağlayan Yr9 geninin etkisini yitirmesinden yaygın olarak ekilen yazlık çeşit Seri-82' de çok şiddetli verim kayıpları meydana gelmiştir (Braun ve Saari 1992; Mamluk vd. 1997). Bu epidemiden dolayı yazlık kesimlerde birçok çeşit de yoğun şekilde fungusit kullanımı ile hastalıkla mücadele edildiği bilinmektedir.

Ülkemizde sarı pas ırklarıyla ilgili gerçekleştirilen çalışmalar az sayıdadır. 1970-1988 yılları arasında Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü (Anonim 1988) tarafından yürütülen çalışmalarda 46E15, 14E16, 70E0, 2E16, 70E16, 6E16, 46E13, 6E0, 86E16 ırkları tespit edilmiştir. Ayrıca Louwers ve ark. (1992) 1989 yılında 6E150 ırkı, 1991 yılında 2EO, 2E16, 6E16 sarı pas ırklarını belirlemiştir. Ülkemizde belirlenen bu ırklara karşı hangi genlerin etkili olduğu ırk ayırıcı setler kullanılarak belirlenmeye çalışılmaktadır. Mamluk vd. (1997) Türkiye'de 1995 yılında yaptığı çalışmada, 5 farklı alanda doğal hastalık popülasyonlarına karşı etkili olan dayanıklılık genlerinin Yr2+, Yr5, Yr1, Yr3V, Yr9+, Yr7+, Yr8+, YrCV ve YrSp olduğunu belirtmişlerdir.

Çetin vd. (2000) da 1995-1998 yılları arasında Ankara, Konya, Eskişehir ve Afyon bölgelerinde ırk ayırıcı setler çalışmalar yapmıştır. Var olan hastalık popülasyonunun, Yr2, Yr6, Yr7, Yr9, Gaby ve A+ dayanıklılık genleri üzerine tüm alanlarda bulaşıcı olduğunu bildirmiştir. Zeybek ve Yiğit (2004) 2000-2001

yıllarında Güney Ege ve Batı Akdeniz’de 9 farklı bölgede çalışmalar yürütmüşler, hastalığın yoğunluğunun ilk dönemlerde Yr6, Yr7, Yr8 ve Yr10 genlerinin dayanıklılık oluşturduğunu ve Yr1, Yr2, Yr3a, Yr9, Yr17, Sd ve So dayanıklılık genlerinin ise etkinin olmadığını görmüşlerdir. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü koordinatörlüğünde yürütülen Ülkesel Serin İklim Tahılları Hastalık Araştırmaları Projesi (ÜSİT-HAP) kapsamında farklı alanlarda (Ankara, İzmir, Samsun, Eskişehir) ırk ayırıcı set kullanılarak hastalık gelişimi doğal ortamında gözlemlenmiş, lokasyonlar göz önünde bulundurularak bir değerlendirme yapılmıştır. Değerlendirmenin sonunda 13 dayanıklılık geninin (Yr1, Yr3N, Yr3V, Yr4+, Yr5, Yr10, Yr11, Yr15, Yr17, Yr26, Yr-St. Dc, Sp.Pr., YrCV, Yr Su x Om) hastalık popülasyonuna karşı etkin olduğu, 14 dayanıklılık geninin ise (Yr2, Yr7, Yr24, Yr8, Yr18, Yr6, Yr9, Yr12, YrA+, Yr2+, Yr6+, Yr7+, Yr9+) hastalığa karşı direnemediği gözlemlenmiştir (Anonim 2004). Mert vd. (2012) doğal hastalık gelişimi şartlarında olgun bitki dayanıklılığını saptamak için 12 farklı alanda 2003-2011 yıllarında yürüttüğü çalışmalarda Yr5, YrCV, Yr1, Yr3V, Yr4+, Yr15, Yr10, YrSP ve dayanıklılık genlerinin hastalık durumundan etkilenmediklerini ortaya koymuştur. Ayrıca, 2014 yılında Sakarya ve Edirne’de buğday yetiştirilen alanlardan izolatlar toplanmış, sera şartlarında ırk analizi ile değerlendirilmesiyle birlikte mevcut hastalık popülasyonunun Yr1, Yr17, Yr2, Yr32, Yr3, Yr6, Yr7, Yr9, Yr25, Yr4 ve YrSp dayanıklılık genlerine karşı bulaşıcı olduğu bildirilmiştir (Mert vd. 2016).

Yılayaz ve Kırbag (2000) Elâzığ ilinde buğday ve arpa yetiştirilen alanlarda fungal hastalık etmenlerini tespit etmek için yapılan çalışmalarda 59 tarladan iki tanesinde *Puccinia recondita*'ya rastlamışlardır.

Dünyada sarı pas hastalığının buğdayda en önemli biyotik faktör olmasından dolayı dayanıklı çeşitler ve dayanıklılık ırkları çalışmaları, bu dayanıklı çeşitlerin kullanılacağı lokasyonların tespiti gibi çalışmalar önem kazanarak devam etmektedir. Bu konuyu ele alan ilk araştırma 1930’larda Gassner ve Straib (1932) tarafından Almanya’da yürütülmüştür.

İrk ayırıcı setlerin kullanılmasıyla beraber etmenin yapısı, hastalık sıklığı ve dağılımları ile ilgili çalışmaları hızlandırmıştır. Çalışmanın sonunda, *Pst* ırklarının gelişiminde mutasyonunda büyük bir etkisi olduğu saptanmıştır. (Gassner ve Straib 1932, 1933) Avirülens yapıdan virülens hale gelen patojenin geçirdiği en büyük farklılık mutasyon olarak belirlenmiştir (Wellings ve McIntosh 1990;

Hovmøller ve Justesen 2007; Wellings 2007; Chen vd. 2009). Etmene ait olan ırklar, uluslararası düzeylerde adlandırılmış ve Johnson vd. (1972)'nin yaptığı çalışmalar esas alınıp, ırk ayırıcı setlerle virülens-avirülens analizleri ile Avrupa'daki *Pst* popülasyonlarının yapısı ortaya çıkarılmıştır (Stubbs 1988). Son zamanlarda yapılan araştırmalarda; Çin, Birleşik Krallık, Fransa, Amerika, Danimarka ve Meksika'da oluşan yeni patotiplerin oluşmasında farklı metodlar kullanılmaktadır. Ayrı dayanıklılık genine sahip ırk belirleyici setlerle çalışılmaktadır.

Dünya'da sarı pas hastalığına karşı alınan ilk önleyici uygulama yaygın fungusit uygulamasıdır. Fakat sürekli fungusit kullanımı çevreye karşı zararlı olmasıyla beraber, ekonomik açıdan da maliyeti oldukça yüksektir. Hastalıkla mücadelede 2003-2006 yılları arasında Avustralya'da yılda yaklaşık olarak 40-90 milyon Avustralya doları tutarında fungusit harcaması yapıldığı düşünülmektedir (Wellings 2007).

2011 yılında Amerika'da tarım yapılan tüm alanların %1,76'sının sarı pas hastalığıyla enfekteli olduğu ve bu sebepten 250 milyon dolardan fazla ekonomik kayıplar meydana geldiği bildirilmiştir. Aynı zamanda hastalıkla mücadelede büyük tutarlarda fungusit kullanımı yapılmıştır. Washington'da kışlık ekilen buğdaylarda 28 milyon dolar, yazlık ekilen buğdaylarda ise 12 milyon dolar değerinde fungusit harcaması saptanmıştır. Çiftçilerin fungusit kullanmasıyla, kışlık ekilen buğdaylarda 136 milyon dolar, yazlık ekilen buğdaylarda ise 39 milyon dolar gibi bir kaybı önledikleri düşünülmektedir (Wan ve Chen 2016).

Hastalığın önlenmesinde en etkili yöntem dayanıklı çeşitlerin kullanımıdır. Dayanıklı çeşit kullanımı çevre dostu olmasının yanı sıra en etkili ve sürdürülebilir bir yöntemdir.

Aynı zamanda geleneksel ıslah metodlarının yerine son yıllarda kullanımı artan moleküler destekli seleksiyon yaklaşımı ıslah çalışmalarında etkinliği artırmak için daha güvenilir bir alternatif olarak görünmektedir (Collard ve Mackill 2008). Bu yöntem başta dünyanın birçok ülkesinin ve Uluslararası Buğday ve Mısır Araştırma Merkezi (CIMMYT) gibi araştırma kuruluşlarının buğday ıslah çalışmalarının özellikle önemli genleri yeni çeşit adaylarına aktarmak için kullandığı başlıca yöntem olarak bilinmektedir (Gupta vd. 2010; Randhawa vd. 2013). Daha çok belirteç destekli tekrar hibritleme ve gen piramitlemesi olarak devam ettirilmektedir.

Srdrlenilir dayanıklılık (Kloppers ve Pretorius 1997; Liu vd. 2000; Joshi ve Nayak 2010) sağlamak için kullanılan en etkin yöntem olan gen piramitlemesi geleneksel ıslah çalışmalarıyla birlikte sürdürülebilir. Fakat aynı anda birçok geni barındıran bitkilerde fenotipik olarak seçim yapılamamaktadır.

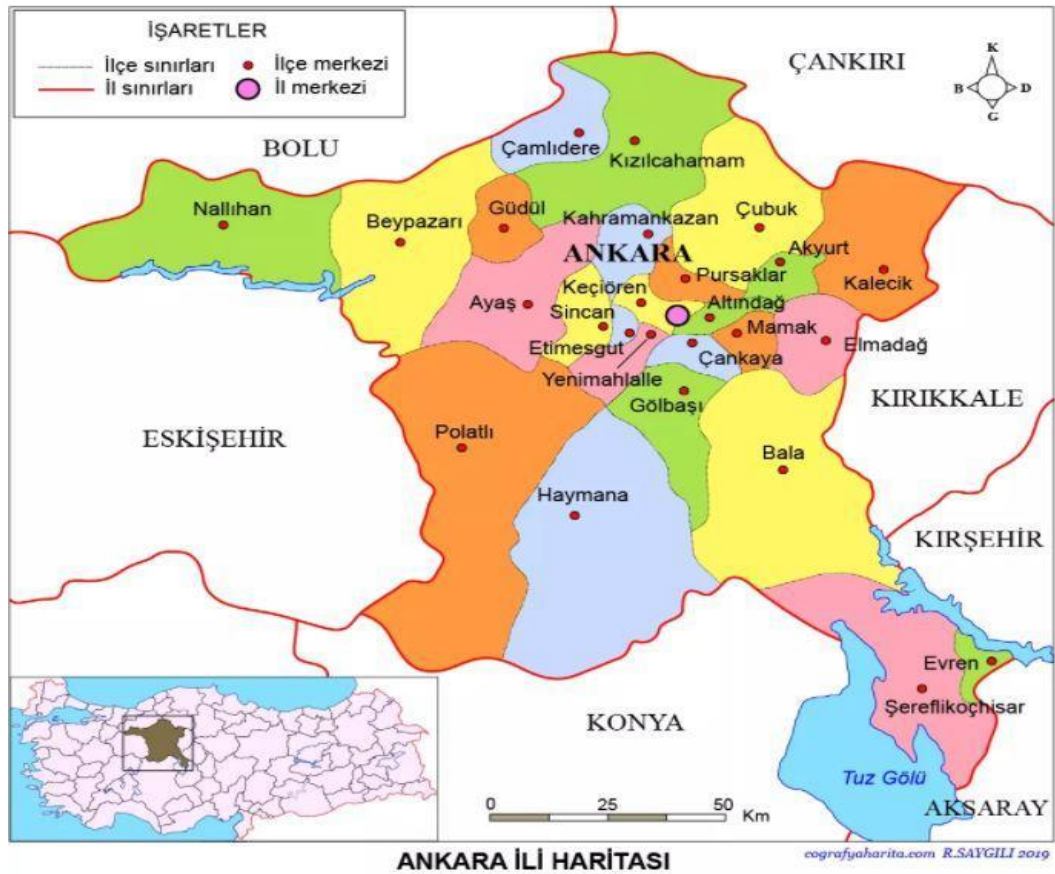


3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma İç Anadolu Bölgesi'nin iklim ve toprak yapısını temsil edecek şekillerde 3 ayrı bölge belirlenmiş; Ankara/Sincan, Konya/Yunak ve Nevşehir/Derinkuyu bölgelerinde tarla denemeleri kurulmuştur. Kurulacak deneme alanlarının arasında en az kuş uçuşu mesafe 90 km olarak belirlenmiştir.

Çalışmada kullanılan ekmeklik buğday çeşitlerinin doğal koşullar altında sarı pas hastalığına karşı gelişimleri izlenmiştir.

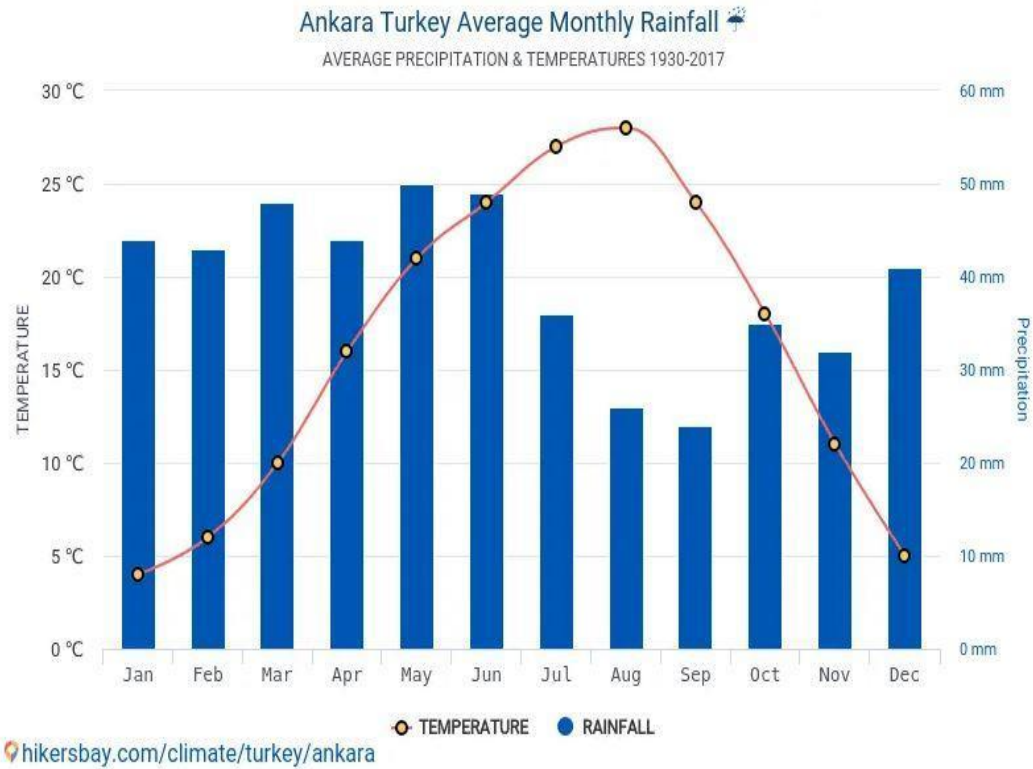
3.1. Deneme Lokasyonunun Özellikleri



Şekil 10. Ankara İli Haritası

Ankara ili geniş araziye sahip olup bölgesel olarak iklim farklılıkları göstermektedir. Güney kısımda, İç Anadolu ikliminin en önemli ve belirgin özelliği

olan yarı kurak iklim, kuzey kısımlarda ise Karadenizin ılıman ve yağışlı durumları gözlemlenir. Kara ikliminin hakim olduğu bölgede kış ayları sıcaklıklar düşük, yaz ayları ise sıcak geçer. Temmuz ve Ağustos ayları en sıcak geçen ay olurken, en soğuk geçen ay Ocak ayı olarak bilinir. Bölgede düşen yağış miktarı da kuzey ve güney bölümlerinde farklılık gösterir. Ankara'nın, kuzeyinde bulunan Kızılcahamam ve Çubuk ilçelerinde Karadeniz iklimi yağış rejimi, güneyde ise İç Anadolu Bölgesi'ne özgü yarı kurak iklim karakteri görülür. Kış ayları bölgenin yapısından dolayı fazla sisli geçer. İl hava raporlarında ortalama sıcaklık 11,7 °C yıllık ortalama yağış miktarı 389,1 mm olarak görülmektedir. En yüksek sıcaklık 40,8 °C ve en düşük sıcaklık -24,9 °C olarak ölçülmüştür. Don olayının yaşandığı gün sayısı 60-117, karlı günler sayısı ise yılda 30,5 olarak tespit edilmiştir. En fazla kar kalınlığı 30 cm olarak ölçülmüştür.



Şekil 11. Ankara İli Sıcaklık-Yağış Grafiği



Şekil 12. Konya İli Haritası

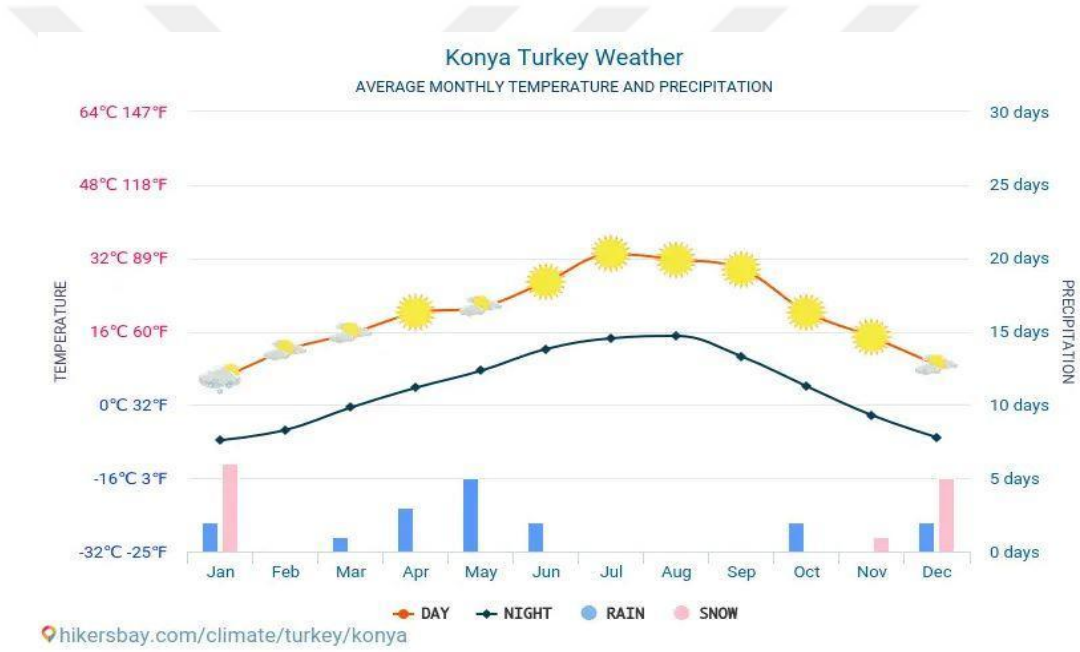
Konya’da karasal iklim hâkimdir. Yaz ayları kuru sıcak, kış ayları soğuk ve kar yağışlı geçer. Gece gündüz arasındaki sıcaklık farkı yaz aylarında 16-22 °C arasındadır. Bahar ve kış aylarında nemle birlikte bu fark 9-12 °C'lere kadar düşmektedir. Soğuk ve sıcak hava merkezleri ilin havasını fazlasıyla etkiler.

İç Anadolu'nun güney bölümünde yer almasına rağmen bölgedeki diğer tüm illerden daha soğuktur. Buna sebep olan, Torosların deniz etkisine engel olmasından kaynaklanmaktadır. İlkbahar aylarında kırkikindi olarak bilinen konveksiyonel yağışlar fazlasıyla yaşanır. En fazla yağış Nisan ve Mayıs aylarında gerçekleşmektedir.

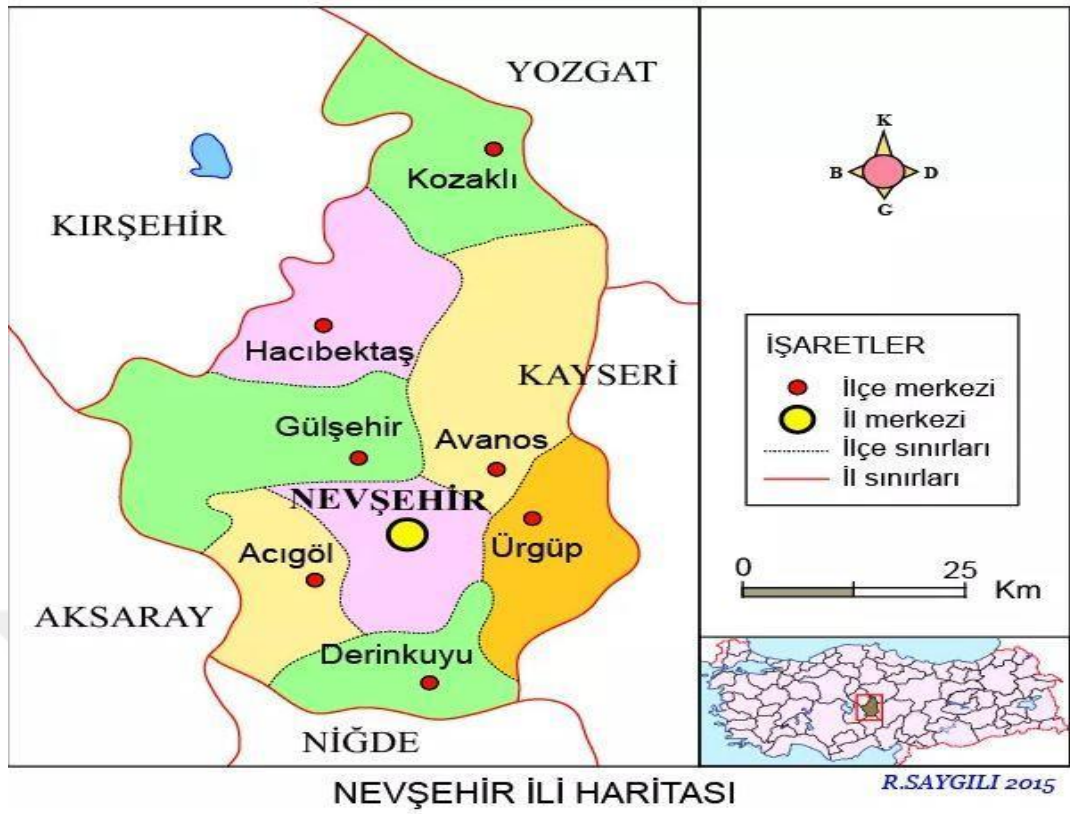
Konya ikliminin bir başka özelliği yazlar geç başlar ve kışlar çok uzun sürer. Yarı kurak iklimin özelliği olarak bilinen yaz kuraklığı ülkemizde çok kaliteli buğdayların yetişmesine imkân sağlamıştır. Baharda nemin ve yağmurun etkisiyle çıkan otlar yazın yerini kuru ve sıcaktan dolayı sararmış renge bırakmaktadır.

Ülkemizde sis yoğunluğunun ve sisli gün sayısının en fazla olduğu il Konya olmuştur.

Sıcaklık ölçümlerinde en düşük sıcaklık -29 °C, en yüksek sıcaklık ise 41 °C olarak tespit edilmiştir. En çok kar Şubat ayında yağarken, en soğuk ay olarak Ocak bilinmektedir. Temmuz ve Ağustos en sıcak geçen aylardır. İlin diğer bir özelliği yüksek basınç alanlarından alçak basınç alanlarına doğru oluşan hava akımıdır. Bu da bölgeye özgü esen bir rüzgârdır. Bu sebeple günlük sıcaklık farkı da fazladır. Ocak ayı sıcaklık ortalaması -0,5 °C, temmuz ayı sıcaklık ortalaması ise 23 °C'dir. Ülkemizde en az yağış alan il Konya'dır.

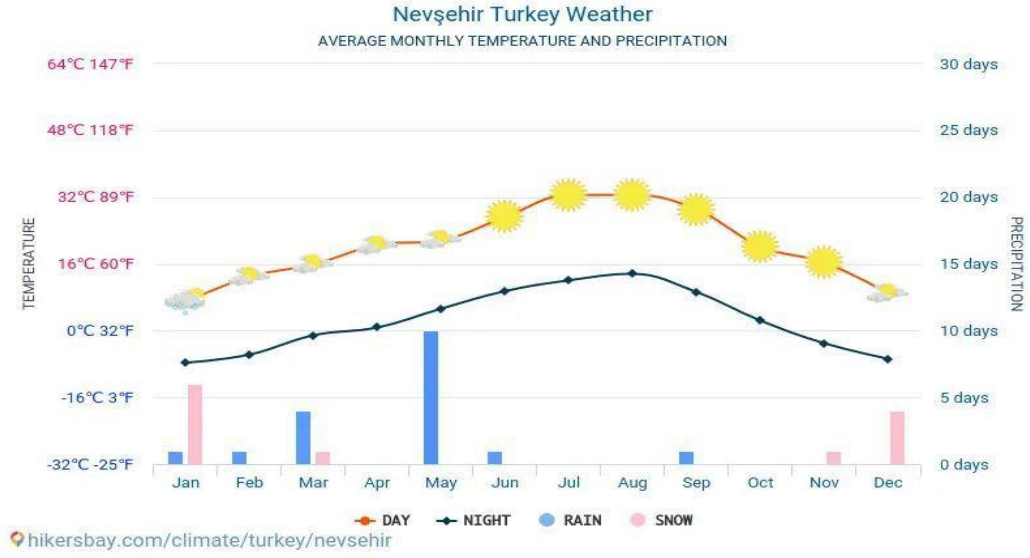


Şekil 13. Konya İli Sıcaklık-Yağış Grafiği



Şekil 14. Nevşehir İli Haritası

Nevşehir ve çevresinde karasal iklim hakimdir. Yaz ayları kurak ve sıcak, kış ayları ise kar yağışlı ve soğuk geçmektedir. Yağış en fazla ilkbahar ve sonbahar aylarında görülmektedir. Nevşehir karasal iklimin özelliği olan yazların sıcak geçmesi durumunu yaşar. Yıllık sıcaklık ortalaması da dağlık alanlarda ve ova bölgelerinde farklılık göstermektedir. Örnekle Kızılırmak vadisinde bulunan 3 ayrı merkezin yıllık sıcaklık ortalaması 9-10 °C olarak ölçülmüşken, daha yüksek kesimde kalan Derinkuyu ilçesinde 4-9 °C arasında ölçülmüştür. Merkezde en soğuk ay Ocak ve Şubat olurken, en sıcak aylar Temmuz ve Ağustos olarak ölçülmüştür. İlin yapısı itibariyle kuzey ve güney dağ oluşumları sebebiyle deniz etkisine kapalıdır. Bu sebeple yağışı da az alır. Fakat Kızılırmak vadisinin ve bu vadinin eğimli kısımları yağışı bol almaktadır.



Şekil 15. Nevşehir İli Sıcaklık-Yağış Grafiği

3.2. Deneme Hazırlıkları

Verim denemeleri her çeşit için 6 m² (1,2 m * 5 m) olarak belirlenmiş olup, 3 tekerrür olarak kurulmuştur (Şekil 16). Denemenin sıra arası mesafesi 15 cm, sıra uzunluğu 6 m olarak belirlenmiştir.

PARSEL KROKİSİ

	Parseller	Parseller	Parseller	Parseller	Parseller	Parseller	Parseller	Parseller	Parseller	Parseller
Blok No	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2
Çeşit Adı	Esperia	Cömert	Bezostaja	Flamura 85	Quality	Tosunbey	Sönmez 2001	Ahmetağa	Selenivka	Krasunia Odeska
Blok No	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6
Çeşit Adı	Quality	Tosunbey	Sönmez 2001	Ahmetağa	Selenivka	Krasunia Odeska	Esperia	Cömert	Bezostaja	Flamura 85
Blok No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Çeşit Adı	Selenivka	Krasunia Odeska	Esperia	Cömert	Bezostaja	Flamura 85	Quality	Tosunbey	Sönmez 2001	Ahmetağa

Şekil 16. Deneme Parsellerinin Krokisi

Tarla denemeleri kurulurken çiftçilerin sıklıkla ekimini yaptığı, üretimde olan ve bölge için uygun olabilecek ekmeklik buğday çeşitlerinin ekimleri yapılmıştır. Tohumların ekimi, çiftçilerin standart koşulları göz önünde bulundurularak yapılmıştır.

Çalışma 2021-2022 üretim sezonunu kapsamakta olup, buğdaylar Ekim 2021 tarihinde ekilmiştir. Ekim öncesinde 17 kg Diamonyum fosfat (DAP) gübresi toprağa verilmiş ve sonra sürüm yapılmıştır.

Buğday tohumları deneme mibzeriyle ekilmiştir. Deneme kurulan her çeşit için 120 gr tohum kullanılmıştır. Buğdayda dekara kullanılacak tohum miktarı; bin dane ağırlığına, ekim zamanına, çimlenme gücüne ve biyolojik özelliğine bağlı olarak değişim göstermektedir.

Çiçeklenmenin sonucunda her bir parselin başından ve sonundan 1 – 1,5 metre olacak şekilde kenar tesirleri alınmıştır ve sonuçlar kalan 4,5 – 5 metrelik alana göre oluşturulmuştur.



Fotoğraf 9. Ekim İçin Toprak Hazırlıkları



Fotoğraf 10. Tohumların Ekilmesi



Fotoğraf 11. Ekim Çalışmaları



Fotoğraf 12. Ekim Hazırlıkları

Deneme parsellerinde geniş yapraklı yabancı otlar için 2,4-D 2-Ethylhexyl Ester (EHE) +6,25 g/l Florasulam etken maddeli ot ilacı atılmıştır.

Kıştan çıkışta kardeşlenme bitimine doğru üst gübre olarak 15 kg/da Üre verilmiştir. Sapa kalkma döneminde ise 15 kg/da Kalsiyum Amonyum Nitrat (CAN) gübresi verilmiştir.

Ekim nöbetinde ön bitkisi yonca olan deneme arazisinde sapa kalkma dönemi sonunda kendi gelen yonca bitkileri için yeniden bir ilaçlama uygulaması yapılmıştır. 2,4-D 2-Ethylhexyl Ester (EHE) +6,25 g/l Florasulam etken maddeli ot ilacı atılmıştır.



Fotoğraf 13. Parsellerde Yabancı otların Saptanması



Fotoğraf 14. Deneme Parsellerinde Ortaya Çıkan Yabancı otlar



Fotoğraf 15. Parsellerde Yabancı ot Mücadelesi



Fotoğraf 16. Deneme Parsellerinde Yabancı ot Mücadelesi

Tohumların ekilmesinden sonra 10 saat çıkış suyu verilmiştir. Sapa kalkma dönemi sonrası 8'er saat olacak şekilde 1 sulama, çiçeklenme öncesi 8'er saat olacak şekilde 1 sulama yapılmıştır. Toplamda 3 kez sulama yapılmıştır. Sulama, hem tohum çimlenmesini desteklemek hem de hastalığın çıkışını teşvik etmek için yapılmıştır.

Çalışmada 10 adet ekmeklik buğday çeşidi kullanılmış olup, bu çeşitler ve özellikleri Tablo 1.'de verilmiştir.

Tablo 1. Deneme Parsellerinde Ekimi Yapılan 10 Adet Buğday Çeşitleri ve Özellikleri

Sıra No	Çeşit Adı	Çeşit Özellikleri
1	Selenivka	Kılçıklı başak yapısında olup, dane rengi kırmızıdır. Sert ekmeklik buğday çeşididir. Kuraklığa ve soğuğa dayanıklıdır, orta erkenci bir çeşittir.
2	Krasunia Odeska	Kılçıklı başak yapısında olup, dane rengi kırmızıdır. Sert ekmeklik buğday çeşididir. Soğuğa ve dona dayanıklıdır, orta erkenci bir çeşittir.
3	Esperia	Kılçıklı başak yapısında olup, dane rengi kırmızıdır. Sert ekmeklik buğday çeşididir. Yatmaya karşı dayanıklı olup, orta erkenci bir çeşittir.
4	Cömert	Kılçıklı başak yapısında olup, dane rengi kırmızıdır. Sert ekmeklik buğday çeşididir. Soğuğa dayanıklı olup orta erkenci bir çeşittir.
5	Bezostaja	Kılçıksız başak yapısında olan, dane rengi kırmızı, sert ekmeklik buğday çeşididir. Yatmaya ve soğuğa dayanıklı olup, orta erkenci bir çeşittir.
6	Flamura 85	Kılçıklı başak yapısında olan dane rengi kırmızı, sert-yarı sert ekmeklik buğday çeşididir. Soğuğa dayanıklı olup orta erkenci bir çeşittir.
7	Quality	Kılçıklı başak yapısındadır. Dane rengi kırmızı, sert ekmeklik buğday çeşididir. Soğuğa dayanıklı olup orta erkenci bir çeşittir.
8	Tosunbey	Kılçıklı başak yapısındadır. Dane rengi beyaz, sert ekmeklik buğday çeşididir. Soğuğa ve kurağa dayanıklılığı iyidir.
9	Sönmez 2001	Kılçıksız başak yapısında olup, dane rengi kırmızıdır. Sert ekmeklik buğday çeşididir. Soğuğa ve yatmaya dayanıklıdır.
10	Ahmetağa	Kılçıklı başak yapısındadır. Dane rengi kırmızı, sert ekmeklik buğday çeşididir. Soğuğa karşı dayanıklıdır.

Pas Uygulamasının Değerlendirilmesi

Tarlanın köşeleri hizasında yürüyerek, 100 bitkiden tesadüfen, üstten ikinci veya üçüncü yaprağı alınmıştır. Bu yaprakların her biri 0-6 skalasına (Geliştirilmiş Cobb Skalası) göre tespit edilerek sınıflandırılmıştır (Peterson ve ark., 1948).

0: Sağlam

1: Yaprığın % 5 ve üzeri püstülle kaplı olması

2: Yaprığın % 10 ve üzeri püstülle kaplı olması

3: Yaprığın % 25 ve üzeri püstülle kaplı olması

4: Yaprığın % 40 ve üzeri püstülle kaplı olması

5: Yaprığın % 65 ve üzeri püstülle kaplı olması

6: Yaprığın % 100'ünün püstülle kaplı olması

Tarlada başarı oranı belirlenirken, sayım sonuçlarıyla beraber toplanan bilgiler incelenerek sonuçlar bu şekilde değerlendirilir.

Tablo 2. Deneme Parsellerinde Ekimi Yapılan Buğdayların Özellikleri

	Çeşitler	Soğuğa Dayanıklılık (1-9)	Sarı Pas (1-9)
Ankara/Sincan Konya/Yunak Nevşehir/Derinkuyu	Selenivka	1	1
	Krasunia Odeska	1	1
	Esperia	2	3
	Cömert	1	1
	Bezostaja	1	5
	Flamura 85	1	3
	Quality	1	3
	Tosunbey	3	3
	Sönmez 2001	1	4
	Ahmetağa	1	2

*İç Anadolu bölgesinde ağırlıklı ekimi yapılan çeşitler dikkate alınmıştır.

*Soğuk ve hastalıklara dayanıklılıkta en dayanıklı 1, en hassas 9 olarak belirlenmiştir.



Fotoğraf 17-18-19. Selenivka Çeşidi



Fotoğraf 20-21. Krasunia Odeska Çeşidi



Fotoğraf 22-23-24. Esperia Çeşidi



Fotoğraf 25-26. Bezostaja Çeşidi



Fotoğraf 27-28. Flamura 85 Çeşidi



Fotoğraf 29-30-31. Quality Çeşidi



Fotoğraf 32-33-34. Tosunbey Çeşidi



Fotoğraf 35-36-37. Sönmez 2001 Çeşidi

4. BULGULAR

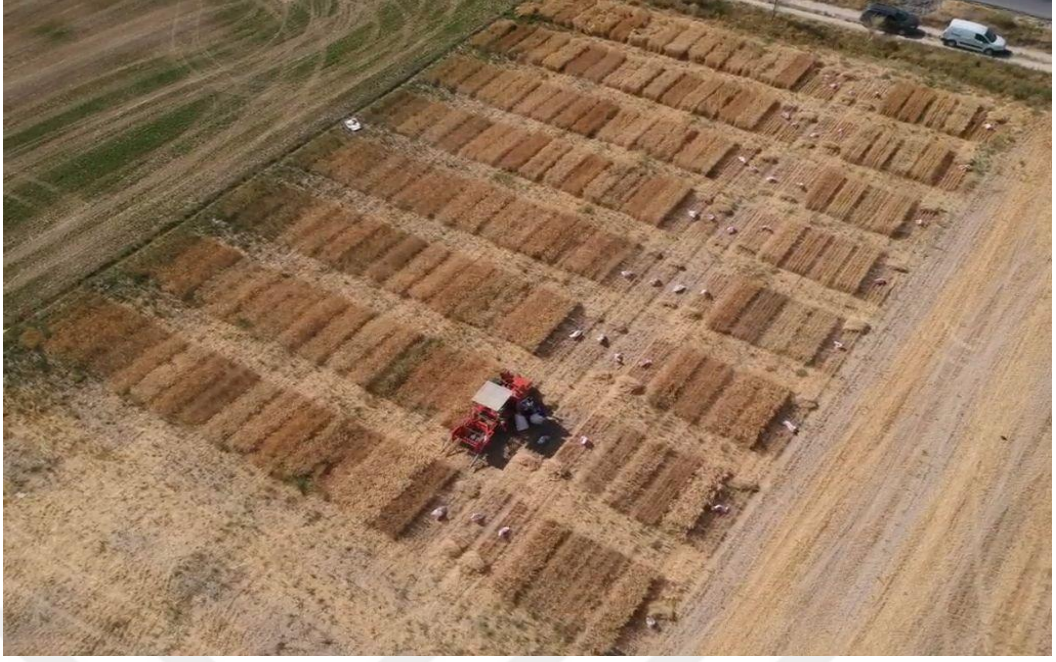
Bu tez çalışmasında, ekimi yapılan çeşitlerde sarı pas hastalıklığına karşı dayanıklılıklarının tespiti amaçlanmıştır. Sadece 2022 yılında kurulan deneme parsellerinde üç alanda sarı pas gözlemlenmiş ve buna karşı yapılan gözlem ve değerlendirmelere bu çalışmada yer verilmiştir.

Hasatlar Konya'da 20 Temmuz, Ankara'da 22 Temmuz ve Nevşehir'de 25 Temmuz 2022 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Parsel deneme biçeri kullanılarak hasatlar yapılmıştır.

Çeşitlerden Bezostaja çeşidinde orta-yüksek oranda sarı pas hastalığı gözlemlenmiştir. Esperia, Flamura 85, Quality, Tosunbey, Sönmez 2001, Ahmetağa çeşitlerinde ise orta-düşük düzeyde sarı pas hastalığı belirtilerine rastlanılmıştır (Tablo 5.)



Fotoğraf 38. Hasatların Drone ile Çekilen Görüntüleri



Fotoğraf 39. Hasat Görüntüleri



Fotoğraf 40. Parsellerde Gerçekleştirilen Hasatlar



Fotoğraf 41. Hasat Zamanı

Hasat sonrasında sağlıklı olan buğdayların gözlemleri yapılmıştır. Deneme parsellerinden alınan sağlıklı buğday örnekleri Resim 42. ve Resim 43.'de verilmiştir. Kardeşlenme sayısı ve hastalıklara dayanıklılıkta en dayanıklı 1, en hassas 9 olarak belirtilmiştir. Sarı pasa en az reaksiyon gösteren çeşitler Selenivka, Krasunia Odeska ve Cömert olmuştur.



Fotoğraf 42. Hasat Sonrası Sağlıklı Selenivka Başakları



Fotoğraf 43. Selenivka Çeşidinin Başakları

Denemenin bulunduğu Ankara, Konya ve Nevşehir’de çeşitlerin her 3 tekerrüründe vermiş olduğu pas tepkilerinin gözlemleri yapılmıştır. Bu doğrultuda okumalar yapıldıktan sonra İstatistiki Analiz Sistemleri (SAS) programının Genel Linear Model Esası ile % 5 ile % 1 önemlilik düzeylerine göre varyans analizleri yapılmıştır (SAS Institute, 1999).

Varyans analizi tesadüf blokları deneme desenine göre yapılmış olup, farklılık olarak belirlenen özelliklerin ortalama değerleri arasındaki karşılaştırmalar Least Significant Difference (LSD) çoklu karşılaştırma testi ile yapılmıştır. Lokasyon * Çeşit etkileşimi gösteren değerler için ortalamalar karşılaştırılmıştır (Tablo 3.)

Verilerin, varyans analizi (genel doğrusal model) ve ortalamaların karşılaştırması (en az önemli fark) (SAS Enstitüsü, Cary, NC, ABD) için standart prosedürlere göre istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Metin içinde atıfta bulunulan tüm farklılıklar, %5 olasılık düzeyinde önemlidir.

Tablo 3. Buğday çeşitlerinin farklı lokasyonlardaki hastalık duyarlılık dereceleri

Çeşitler	Hastalığa duyarlılık dereceleri			Lokasyonların Ortalaması
	Ankara/ Sincan	Nevşehir/ Derinkuyu	Konya/ Yunak	
Bezostaja	5,67	5,00	5,67	5,44 a
Ahmetağa	3,00	2,00	3,67	2,89 c
Quality	3,00	3,00	3,33	3,11 bc
Esperia	3,00	3,00	3,33	3,11 bc
Sönmez 2001	3,00	4,00	3,33	3,44 b
Tosunbey	3,00	3,00	3,00	3,00 c
Flamura 85	3,00	3,00	3,00	3,00 c
Krasunia Odeska	1,00	1,00	1,33	1,11 d
Cömert	1,00	1,00	1,33	1,11 d
Selenivka	1,00	1,00	1,00	1,00 d
F	**	**	**	**
CV (%)	13,69	16,22	14,69	14,89
LSD				0,38

* Aynı harfle gösterilen ortalama değerler, istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$) (SAS Institute, Cary, NC, ABD).

Her tekerrür sonunda pas hastalıklarına karşı gösterilen reaksiyonlar baz alınarak, bir çalışma tablosu hazırlanmıştır (Tablo 4). Tabloda belirtilen Cv %'si hata oranını belirtmektedir. Cv katsayısı arttıkça hata oranı da arttığı belirtilmiştir. Deneme tarlalarında reaksiyon alınan sarı pas hastalığı sonuçlarına göre ortalama veriler Tablo 3.'de verilmiştir. Lokasyon ortalamasındaki verilerden 'a' harfi ile gösterilen çeşitler sarı pasa hassas, 'd' harfi ile gösterilenler tolerant çeşit olarak belirtilmiştir.

Tablo 4. Hasat Sonuçlarının Varyans Analiz Verileri

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	P değeri
Genel	107	4,5482540	27,70	< 0,001
Lokasyon	2	0,7444444	4,53	0,0151
Tekrar (Lok.)	5	0,4111111	2,50	0,0328
Çeşit	9	16,5740741	100,94	< 0,001
Lokasyon*Çeşit	18	0,3370370	2,05	0,0218
Hata	90	-	-	-

Bezostaja çeşidinde sarı pas gözlemlenmiştir. Esperia, Flamura 85, Quality, Tosunbey, Sönmez 2001, Ahmetağa çeşitlerinde ise orta-düşük düzeyde Sarı Pas hastalığı belirtilerine rastlanılmıştır.

Yine bununla birlikte Selenivka, Ouality ve Krasunia Odeska çeşitlerinin dekara verimleri sırasıyla 710 kg, 690 kg ve 687 kg olarak ölçülmüştür. Esperia ve Bezostaja çeşitlerinin dekara verimleri 503 kg ve 504 kg olarak tartılmıştır. Hasat sonunda elde edilen veriler daha ayrıntılı olarak aşağıdaki tablolarda belirtilmiştir:

Tablo 5. Deneme Parsellerinde Hasat Sonrası Sarı Pas Reaksiyon Sonuçları

Çeşitler	Kardeşlenme Sayısı *	Sarı Pas Hassasiyeti (1-9) *
Selenivka	5-7	1
Krasunia Odeska	4-6	1
Esperia	5-7	3
Cömert	5-7	1
Bezostaja	3-5	5-7
Flamura 85	4-6	3
Quality	4-6	3
Tosunbey	3-5	3
Sönmez 2001	4-6	3
Ahmetağa	5-7	3

*Ankara/Sincan, Konya/Yunak ve Nevşehir/Derinkuyu lokasyonlardaki verilerin ortalamasıdır.

Tablo 6. Deneme Parsellerinde Hasat Sonrası Verim Parametreleri

Çeşitler	Bitki Boyu Ort. (cm) *	Protein (%) *	Gluten (%) *	Hektolitire (kg) *	Nem (%) *	Verim (kg/da) *
Selenivka	110	13,0	28	80,1	11,8	710
Krasunia Odeska	105	12,8	28	79,0	11,7	687
Esperia	75	14,4	32	79,8	11,9	503
Cömert	85	12,3	29	78,7	11,5	598
Bezostaja	115	14,1	31	78,1	11,2	504
Flamura 85	100	12,9	27	78,4	11,2	565
Quality	70	13,4	33	79,4	12,0	690
Tosunbey	100	14,0	34	79,1	11,4	528
Sönmez 2001	115	12,2	26	78,3	11,5	615
Ahmetağa	100	13,3	30	78,9	11,5	665

*Ankara/Sincan, Konya/Yunak ve Nevşehir/Derinkuyu lokasyonlardaki verilerin ortalamasıdır.

Nem içeriği hasat zamanının belirlenmesinde önemli bir kriter olduğu gibi, depolanma sürecinde de büyük önem oluşturur. Protein yüzdeleri de çeşitlere göre farklılık göstermektedir. Jarvis (2006) belli derecede sıcaklık artışının danede bulunan proteinlerin artışına neden olduğunu rapor etmiştir. Aynı zamanda bitki oluşan su stresi ile danedeki protein miktarında da artış meydana gelmektedir (Selles ve Zenther, 1998; Zhao ve ark, 2005).

Buğday danesinin olum dönemlerinde sıcaklık çok etkilidir. Yüksek sıcaklık ve su stresinin yaşandığı durumlarda sarı olum dönemi kısaltmakta, danede protein miktarı artmaktadır.

Deneme Parsellerinde Sarı Pas Hastalığına reaksiyon gösteren ve göstermeyen çeşitlerin tespiti yapılmıştır.



Fotoğraf 44. Sarı Pas Reaksiyonu Görülmeyen Selenivka Çeşidi



Fotoğraf 45. Sarı Pas Reaksiyonu Görülen Bezostaja Çeşidi



Fotoğraf 46. Sarı Pas Görülen Bezostaja



Fotoğraf 47. Sarı Pas Reaksiyonu Görülen Flamura 85 Çeşidi



Fotoğraf 48. Sarı Pas Görülen Sönmez 2001



Fotoğraf 49. Sarı Pas Görülen Flamura 85

5. TARTIŞMA

Sarı pas hastalığı etmeni olan *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* (*Pst*), dünyada ve ülkemizde buğday üretimini olumsuz etkileyen en önemli biyotik faktör olarak devam etmektedir. Hastalıkla mücadelenin en önemli yolu da dayanıklı çeşit kullanımı olduğu bilinmektedir.

Farklı buğday çeşitleri kullanılarak son yıllarda pas hastalıklarına karşı çok sayıda çalışma yapılmıştır (Gad ve ark., 2019; Kasa ve Negash, 2021; Sandhu ve ark., 2021; Shewaye ve Mohammed, 2021). Iqbal ve ark. (2020) tarafından yürütülen çalışmalar kapsamında, 29 buğday hattı test edilmiş ve tarla koşullarında çevre-genotip etkisine bağlı olarak dayanıklılık önemli değişiklikler gösterdiği rapor edilmiştir. Hastalığın şiddeti ve enfeksiyonun oranı; patojenin virülensliğine, konukçuya, dayanıklılığa ve iklime bağlı olarak değişmektedir (Agrios, 2004; de Vallavieille-Pope ve ark., 2012; Cat ve ark., 2021; Kasa ve Negash, 2021; Shewaye ve Mohammed, 2021).

Serin iklim koşulları ile yüksek nem ve düşük sıcaklığın, sarı pas hastalığına ait uredosporların oluşumunda etkili olduğu bildirilmiştir (Chen, 2005).

Sarı pas hastalığının görüldüğü buğdaylarda genellikle açık yeşil lekeler, yapraklarda sarı, makina dikişine benzeyen çizgiler, klorofil kısmında su seviyesinin değişimine sebep olması gibi fizyolojik ve morfolojik bozulmalar gözlemlenebilir. Yaprak dokusunun bozulması sebebiyle yaprak özelliklerinin de kaybolduğu gözlemlenmiştir (Feng vd. 2016; Zhao vd. 2004). Bitki hastalıkları teşhis edilirken, sağlıklı ve hastalıklı bitkilerin karakteristik özellikleri incelenerek farklılıklar ortaya konmaktadır.

Bu tez çalışmasında farklı lokasyonlarda, değişik ekolojik koşullar altında denemesi yapılan buğday çeşitlerinin sarı pas hastalığına karşı reaksiyonlarının tespiti amaçlanmıştır. Bu kapsamda, ekmeklik buğday çeşitlerinde pas hastalıklarının gözlemlenmesi ve reaksiyonlarının izlenmesinde öncelikli olarak tarla gözlemleri yapılmıştır.

Hastalık etmeninin buğday çeşitlerinde farklı reaksiyonlar göstermesi ve miktarları iklim koşullarına ve çeşitlerin dayanıklılık özelliklerine göre farklılık göstermiştir. Bu yüzden enfekte olan bitkilerin fizyolojisinde ve biyolojisinde meydana gelen değişiklikler her zaman gözle görülememektedir. (Zhang vd. 2012). Hastalığın ilerlemesiyle spor miktarında artışlar olmaktadır. Buna bağlı olarak oluşan püstül ve lezyonlar yaprakta renk değişimine sebep olur (Devadas vd. 2009; Zhang vd. 2011).

Sarı pas hastalığında yaprakta meydana gelen deformasyonlar erken-orta gelişme döneminde, orta-geç döneme kıyasla daha az olduğu bilinmektedir (Devadas, vd. 2009). Yapılan bu çalışma kapsamında deneme parsellerinden çiçeklenmenin sonunda her parselin başından ve sonundan kenar tesirleri çıkartılarak örnekler alınmış ve sonuçlar bunlara göre oluşturulmuştur.

Bremer (1948), İren (1956, 1962), Karaca (1965), kahverengi pasın daha yaygın olarak kıyı bölgelerimizde görüldüğü, bu pasın sarı pasa göre daha fazla sıcak iklime ihtiyaç duyduğu, bu yüzden ahverengi pasın sarı pastan sonra kara pastan önce görüldüğünü bildirmektedir.

Altay (1978)'in bildirdiğine göre buğday kahverengi pası buğday hastalıkları içinde en yaygın görülenlerden biridir. Patojen, buğday yetişen birçok alanda görülmekte olup, bazı yerlerde daha yaygın ve etkilidir. Batı Avrupa, Kanada, Amerika, Çin, Kuzey Afrika, Doğu Rusya, Sibiry, Avustralya, Hindistan, Japonya ve İskandinav ülkeleri patojenin en fazla görüldüğü bölgelerdir. Hastalık etmeni ülkemizde Trakya başta olmak üzere Ege, Karadeniz ve Marmara gibi sahil kesimlerinde ve Orta Anadolu'nun sulu tarım yapılan alanlarında daha yaygın olduğu belirtilmiştir.

Buğdayın bütün gelişim dönemlerinde sarı pas hastalığının gözlemlenmesinde, hastalığın erken teşhisi ya da eğer fungusit uygulaması yapılacaksa en uygun zamanın seçilmesi çok önemlidir. Sonrasında ortaya çıkacak olan verim kayıplarının tespiti için büyük önem oluşturmaktadır (West vd. 2003; Sankaran vd. 2010).

Ülkemizde ekilişi yaygın olarak yapılan çeşitler bitki ıslahçıları için önemli bir gen kaynağıdır (Gökgöl, 1939). Fakat son zamanlarda yapılan ıslah çalışmalarında

yerli çeşitlerin çok fazla tercih edilmediği, melezleme çalışmalarında gen kaynağı olarak kullanılan çeşitlerin yabancı kaynaklı olduğu görülmektedir. Bu durum yerli çeşitlerin genetik çeşitlilik kaynağı olarak kullanımını sınırlamıştır. Sonuçta ekmeklik buğday çeşitlerinde genetik çeşitlilik azalmıştır (Zencirci, 1998, Karagöz ve Zencirci 2005).

Yerli eşitler stres faktörlerine dayanıklı olup, adaptasyon yetenekleri de yüksektir. Kalite zelliklerinin de iyi olması sebebiyle önemli bir gen kaynağıdır. Fakat yoğun yapılan tarım, evre kirliliği, endüstrinin yaygınlaşması ve kentleşmenin artmasıyla bitkisel çeşitlerin üzerinde olumsuz baskılar oluşmaktadır. Tarımsal retim sürdürülebilirliği için kaynaklarının korunması, çeşitlerin koruma altına alınması gerekmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Geniş alanlarda yaygın bir ekim alanına sahip olan buğday insan hayatında önemli bir yere sahiptir. Bu yüzden dünyada ekilişi ve üretimi ilk sırada olan bir üründür. İnsan yaşamında temel besin maddesi durumundadır.

İç Anadolu Bölgesi için mutlak kışlık çeşitler denemeye alındığı için soğuk zararı gözlemlenmemiştir.

Bu araştırmada 10 adet ekmeklik buğday çeşidinin pas hastalığına karşı reaksiyonları, verim ve bitki özellikleri gözlemlenmiştir.

Yapılan bu çalışma kapsamında, İç Anadolu Bölgesi'nde pas hastalığına dayanıklı ve çevre koşullarına uyum sağlayabilen Selenivka, Cömert, Krasunia Odeska çeşitleri gösterilmektedir. Yine orta-hassas reaksiyonu gösteren Esperia, Ahmetağa, Quality ve Flamura-85 çeşitleri de bölgede ekilişi yapılan çeşitlerdir. Fakat diğer bölümlerde de belirtildiği üzere, dayanıklı çeşitlerin varlığı gibi hastalıklara ve çevre koşullarına hassas olan Bezostaja, Sönmez 2001 ve Tosunbey çeşitleri de gözlemlenmiştir.

Selenivka, Krasunia Odeska ve Cömert çeşitleri pas hastalığına karşı dayanıklı olup, kök boğazı hassasiyetinde de en az reaksiyonu göstermiştir. Bununla birlikte Selenivka ve Krasunia Odeska çeşitlerinde verim yüksek olup dekara 710 kg ve 687 kg olarak tespit edilmiştir.

Bezostaja çeşidi pasa en fazla reaksiyon göstermiş olup, kardeşlenme sayısının zayıf kalması ile beraber dekara 504 kg verim gözlemlenmiştir. Çeşitlerden Esperia, Flamura 85, Quality, Tosunbey, Sönmez 2001, Ahmetağa ise orta-düşük düzeyde sarı pas hastalığı belirtilerine rastlanılmıştır. Bu çeşitlerin dekara verimleri sırasıyla 503 kg, 565 kg, 690 kg, 528 kg, 615 kg ve 665 kg olarak tespit edilmiştir.

Yapılan gözlemler sonucunda sadece Cömert ve Ahmetağa çeşitlerinde kök ve kök boğazı çürüklüğü (*Fusarium* spp., *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.), *Pseudocercospora herpotrichoides* Ggt., *Rhizoctonia* spp.) belirtileri gözlemlenmiştir. Fakat bu hastalıklar deneme sonuçlarını etkileyecek boyutlara ulaşmamıştır. Hastalık bu çeşitlerde 1. ve 3. tekerrürlerde görülmüştür.

Denemede kullanılan çeşitler arazi koşullarında tahıl küllemesi hastalığına karşı herhangi bir reaksiyon göstermemiştir. Yine aynı çeşitlerden; Esperia, Bezostaja, Tosunbey ve Sönmez 2001 çeşitlerinde Septoria Yaprak Lekesi hastalığına karşı reaksiyon gözlemlenmiştir.

Dünyada buğday üretiminde önemli bir yere sahip olan ülkemizde de, çoğu kez sarı pas epidemisi yaşanmış ve bu hastalıktan dolayı % 62,5 oranlarına varan verim kayıpları gerçekleşmiştir. Buna rağmen devam eden ıslah çalışmaları sadece fenotipik düzeyde kalmış ve çalışmaların ilerleyişi sınırlı kalmıştır.

Bu sebeplerden dolayı sarı pas hastalığı ile ilgili araştırmalar hızlandırılmıştır. Dünyada bu patojenin popülasyon değişimi gözlemlenmekte, hem uluslararası hem de ülkemizdeki kuruluşlar tarafından takibi yapılmaktadır. Ayrıca küresel çalışma grupları tarafından da (Borlaug Global Rust Initiative) sürekli izlenmektedir.

Bu çalışmalara göre yetiştirilmekte olan çeşitlerin pas hastalığına dayanıklı olması son derece önemlidir. Hastalığın aynı zamanda verim üzerinde de etkisi olduğu görülmektedir. Dayanıklı ya da toleran çeşit kullanılması epidemi yıllarında oluşacak zararı engellemede önemli bir rol oynayacaktır.

Elde edilen bilgiler doğrultusunda bu çalışmalar uygun koşullarda devam ettirilmelidir. Özellikle tarla koşulları dikkate alınarak dayanıklı çeşitlerin elde edilmesiyle, bölgedeki üreticilere önemli bir katkı sağlanacaktır.

Ülkemizde yaygın olarak ekilişi yapılan bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin pas hastalıklarına karşı duyarlı olduğu bilinmektedir. Bu yüzden hastalık popülasyonun takip edilmesi hastalıkla mücadelede önemli bir rol oynayacaktır. Geleneksel bitki ıslah araştırmalarıyla beraber yeni ıslah çalışmaları birlikte yürütülmektedir. Bu sayede istenilen hedefe kısa sürede, daha az maliyetle ve işgücüyle ulaşmak önem oluşturacaktır.

Çalışmada kullanılan bu çeşitlerin hangi dayanıklılık genlerini içerdiği moleküler düzeyde incelenmesi ve daha kapsamlı çalışmalar yapılması gerektiği düşünülmektedir. Dayanıklılık çalışmalarının geliştirilmesi, dayanıklı materyallerin içermiş olduğu dayanıklılık genlerinin saptanması ve dayanıklılık ıslah çalışmalarına yön vermesi açısından önemli olup, bu çalışmalar ırk ayırıcı setlerle yürütülmelidir.

7. KAYNAKLAR

(Bu tez çalışmasında APA atıf sistemi kullanılmıştır.)

ACAR Mustafa, Tarımsal Deneme Teknikleri, Samsun 2020 1-14

Anadolu Tarım Bilim Derg., 2009, 24(2):76-83

Araştırma Anadolu J. Agric. Sci., 2009, 24(2):76-83

Anonim, Toprak Mahsulleri Ofisi. <http://www.tmo.gov.tr> Erişim Tarihi: 2021

Anonim, Wikipedia, <https://tr.wikipedia.org/wiki/Anasayfa> Erişim Tarihi: 2021

Anonim, <http://cografyaharita.com/> Erişim Tarihi: 2021

Anonim,

https://www.researchgate.net/figure/Migration-pathway-of-the-pathogen-Schwessinger-2017_fig1_318836755 Erişim Tarihi: 2021

Anonim, <https://www.entofito.com/sari-pas-puccinia-striiformis/> Erişim Tarihi: 2021

Anonim, <https://samsun.tarimorman.gov.tr/Haber/185/Bugdayda-Pas-Hastaligina-Dikkat> Erişim Tarihi: 2021

Anonim, <https://www.hobitohum.com/bitki-hastalik-ve-zararlilari/bugday-pas-hastaliklari> Erişim Tarihi: 2021

Anonim, https://www.researchgate.net/figure/Pycnial-and-aecial-stages-of-each-of-formae-speciales-of-Puccinia-striiformis-infecting_fig3_332362510 Erişim Tarihi: 2021

Anonim, <https://ohioline.osu.edu/factsheet/plpath-cer-12> Erişim Tarihi: 2021

Anonim, <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/ensayos-evaluacion-fungicidas-mezcla-t30844.htm> Erişim Tarihi: 2021

Aydoğan S., Göçmen-Akçacık, A., Şahin M., Demir, B., Önmez, H., Türköz, M. ve Çeri, S. 2012. Bazı makarnalık buğday çeşitlerinin kalite özelliklerinin belirlenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 21(1)

Bahri B, Leconte M, de Vallavieille-Pope C, Enjalbert J (2009) Isolation of ten microsatellite loci in an EST library of the phytopathogenic fungus *Puccinia striiformis* f. sp. tritici. Conservation Genetics 10: 1425-1428.

Bahri B, Shah SJA, Hussain S, Leconte M, Enjalbert J, de Vallavieille-Pope C (2011) Genetic diversity of the wheat yellow rust population in Pakistan and its relationship with host resistance. Plant Pathology 60: 649-660

Beddow JM, Pardey PG, Chai Y, Hurley TM, Kriticos DJ, Braun HJ, Park RF, Cuddy WS, Yonow T (2015) Research investment implications of shifts in the global geography of wheat stripe rust. doi:10.1038/nplants.2015.132.

Boshoff WHP, Pretorius Z, van Niekerk BD (2002) Establishment, distribution, and pathogenicity of *Puccinia striiformis* f. sp. tritici in South Africa. Plant Disease 86: 485-492.

Chen W, Wellings C, Chen X, Kang Z, Liu T (2014) Wheat stripe (yellow) rust caused by *Puccinia striiformis* f. sp. tritici. Molecular Plant Pathology 15(5): 433-446.

Christian M, Cermak T, Doyle EL, Schmidt C, Zhang F, Hummel A, Bogdanove AJ, Voytas DF (2010) Targeting DNA double-strand breaks with TAL effector nucleases. Genetics 186(2): 757-761.

- Chhuneja P, Kaur S, Garg T, Ghai M, Kaur S, Prashar M, Bains NS, Goel RK, Keller B, Dhaliwal HS, Singh K (2008) Mapping of adult plant stripe rust resistance genes in diploid A genome wheat species and their transfer to bread wheat. *Theoretical and Applied Genetics* 116(3): 313-324.
- Enjalbert J, Duan X, Giraud T, Vautrin D, de Vallavieille-Pope C, Solignac M (2002) Isolation of twelve microsatellite loci, using an enrichment protocol, in the phytopathogenic fungus *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*. *Molecular Ecology Notes* 2: 563-565
- Eriksson J, Henning E (1896) *Die Getreideroste. Ihre Geschichte und Natur sowie Massregeln gegen dieselben*, Stockholm, P.A. Norstedt and Soner
- Eriksson J (1894) Über die Spezialisierung des Parasitismus bei dem Getreiderostpilzen. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 12: 292-331.
- FAO 2020 Verileri, <https://www.fao.org/turkiye/en/>
- Gassner G, Straib, W (1933) Über mutation in einer biologischen Rasse von *Puccinia glumarum tritici* (Schmidt). *Erikss. U. Henn. Zeitschrift für Induktive Abstammungs- und Vererbungslehre* 63: 154-160.
- Gerechter-Amitai ZK, Van Silfhout CH, Grama A, Kleitman F (1989) Yr15-a new gene for resistance to *Puccinia striiformis* in *Triticum dicoccoides* sel. G-25. *Euphytica* 43(1-2): 187-190.
- Goutam U, Kukreja S, Yadav R, Salaria N, Thakur K, Goyal AK (2015) Recent trends and perspectives of molecular markers against fungal diseases in wheat. doi: 10.3389/fmicb.2015.00861.
- Hassebrauk K, Schröder J (1964) Studies on the germination of yellow rust urediospores. In: *Proceedings of the Cereal Rusts Conference*. Cambridge, UK, pp. 12-18.
- Hovmöller MS, Walter S, Justesen AF (2010) Escalating threat of wheat rusts. *Science* 329: 369.
- Hylander N, Jorstad I, Nannfeldt JA (1953) *Enumeratio uredinearum Scandinavicarum*. *Opera Botanica* 1: 1-102.
- International Grains Council <https://www.igc.int/en/default.aspx>
- IPEK Emre, Bazı Makarnalık Buğday (*Triticum durum* Desf.) Çeşitlerinin Sarı Pas Hastalığına Karşı Genotipik ve Fenotipik olarak Dayanıklılığın Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi,
- Jinek M, Chylinski K, Fonfara I, Hauer M, Doudna JA, Charpentier E (2012) A programmable dual-RNA-guided DNA endonuclease in adaptive bacterial immunity. *Science* 337: 816-821.
- Jin Y, Szabo LJ, Carson M (2010) Century-old mystery of *Puccinia striiformis* life history solved with the identification of *Berberis* as an alternate host. *Phytopathology* 100: 432-435.
- Kuraparthi V, Chhuneja P, Dhaliwal HS, Kaur S, Bowden RL, Gill BS (2007) Characterization and mapping of cryptic alien introgression from *Aegilops geniculata* with new leaf rust and stripe rust resistance genes Lr57 and Yr40 in wheat. *Theoretical and Applied Genetics* 114(8): 1379-1389.
- Law CN, Worland AJ, Giorgi B (1976) The genetic control of ear emergence time by chromosomes 5A and 5D of wheat. *Heredity* 36: 49-58.
- Mboup M, Leconte M, Gautie, A, Wan AM, Chen WQ, de Vallavieille-Pope C, Enjalbert J (2009) Evidence of genetic recombination in wheat yellow rust population of a Chinese over-summering area. *Fungal Genetics and Biology* 46: 299-307.
- McIntosh RA, Dubcovsky J, Rogers WJ, Morris C, Appels R, Xia XC (2015) Catalogue of gene symbols for wheat: 2015-2016 supplement.
- Milus EA, Kristensen K, Hovmöller MS (2008) Increased aggressiveness of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* at least partially explains recent stripe rust epidemics. *Phytopathology* 98: 107
- Roelfs AP, Huerta-Espino J, Marshall D (1992) Barley stripe rust in Texas. *Plant Disease* 76: 538.

- Singh RP, Huerta-Espino J, Roefls AP (2012) The wheat rusts.
- SÖNMEZ Nafiz, Bazı Makarnalık Buğday (*Triticum durum* Desf.) Çeşitlerinin Verim ve Verim Unsurları ile Karabenek ve Pas Hastalığına Karşı Reaksiyonlarının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi,
- Schwessinger B (2017) Fundamental wheat stripe rust research in the 21st century. *New Phytologist* 213: 1625-1631.
- Schwessinger B (2017) Fundamental wheat stripe rust research in the 21st century. *New Phytologist* 213: 1625-1631.
- Sun GL, Fahima T, Korol AB, Turpeinen T, Grama A, Ronin YI, Nevo E (1997) Identification of molecular markers linked to the Yr15 stripe rust resistance gene of wheat originated in wild emmer wheat, *Triticum dicoccoides*. *Theoretical and Applied Genetics* 95: 622-628.
- Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 2012, 21 (1): 22-31 Araştırma Makalesi (Research Article)
- TÜİK 2021 Verileri, <https://www.tuik.gov.tr/>
- Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi
- Ulusal Tez Merkezi, <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Wang MN, Chen XM (2013) First report of Oregon grape (*Mahonia aquifolium*) as an alternate host for the wheat stripe rust pathogen (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) under artificial inoculation. *Plant Disease* 97: 839.
- Wellings CR (2007) *Puccinia striiformis* in Australia: a review of the incursion, evolution, and adaptation of stripe rust in the period 1979–2006. *Australian Journal of Agricultural Research* 58: 567– 575.
- Wellings CR (2011). Global status of stripe rust: a review of historical and current threats. *Euphytica* 179: 129-141.
- Zhao J, Zhang H, Yao J, Huang L, Kang Z (2011) Confirmation of *Berberis* spp. as alternate hosts of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* on wheat in China. *Mycosystema* 30: 895-900.
- Zhao J, Wang L, Wang Z, Chen X, Zhang H, Yao J, Zhan G, Chen W, Huang L, Kang Z (2013) Identification of eighteen *Berberis* species as alternate hosts of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* and virulence variation in the pathogen isolates from natural infection of barberry plants in China. *Phytopathology* 103: 927-934.
- Zirai Mücadele Teknik Talimatları, Buğday Hastalıkları 1-4