

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAZI ARPA VE YEREL ARPA ÇEŞİTLERİ İLE YABANI ARPA
(*Hordeum spontaneum*) GENOTİPLERİNİN *Pyrenophora graminea*'YA KARŞI
REAKSİYONLARININ BELİRLENMESİ VE BU GENOTİPLERDE *Rdg2a*
DAYANIKLILIK LOKUSUNUN MOLEKÜLER MARKÖRLER
KULLANILARAK ARAŞTIRILMASI

Hatice Sevde YÜCELER

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

ANKARA
2022

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BAZI ARPA VE YEREL ARPA ÇEŞİTLERİ İLE YABANI ARPA
(*Hordeum spontaneum*) GENOTİPLERİNİN *Pyrenophora graminea*'YA KARŞI
REAKSİYONLARININ BELİRLENMESİ VE BU GENOTİPLERDE *Rdg2a*
DAYANIKLILIK LOKUSUNUN MOLEKÜLER MARKÖRLER KULLANILARAK
ARAŞTIRILMASI

Hatice Sevde YÜCELER

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Aziz KARAKAYA

2021-2022 yıllarında yürütölmüş olan bu çalışmada 12 adet arpa çeşidi, 10 adet yerel arpa çeşidi ve 10 adet yabancı arpa (*Hordeum spontaneum*) genotipinin arpa çizgili yaprak lekesi etmeni *Pyrenophora graminea*'ya karşı reaksiyonları belirlenmiştir. Bu arpa genotiplerinde *P. graminea*'ya karşı dayanıklılık sağlayan *Rdg2a* dayanıklılık lokusu moleküler markörler kullanılarak araştırılmıştır. Farklı virölenslik seviyelerinde olan 3 adet *P. graminea* izolatu kullanılmıştır. *Rdg2a* lokusunun araştırılması için 2 adet STS ve 2 adet CAPS markörü kullanılmıştır. Misket, Çumra 2001, Sabribey, L167 ve W41 genotipleri 3 izolata da fenotipik olarak dayanıklı bulunmuştur. Kullanılan moleküler markörler arasında en işlevsel olduğu düşünölen STS markörü MWG2018 ile yapılan taramada genotiplerin %83.33'ü dayanıklı kontrol çeşidi Thibaut ile aynı bant desenini vermiştir. Misket, Sabribey ve L167 genotipleri MWG2018 markörü ile yapılan taramada dayanıklı kontrol çeşidi Thibaut ile aynı bant desenini veren ve fenotipik olarak 3 izolata da dayanıklı bulunan genotipler olarak bulunmuşlardır. Çumra 2001 ve W41 genotipleri ise 3 izolata dayanıklı bulunmalarına rağmen Thibaut ile aynı bant desenini oluşturmamıştır. Çalışmada dayanıklı bulunan genotipler doğrudan ekim veya ıslah çalışmalarında kullanılabilecek, markör destekli seleksiyon çalışmaları ile *Rdg2a* dayanıklılık lokusunu taşıyan genotipler ise bitki ıslahında gen piramitleme çalışmalarında kullanılabileceklerdir.

Ağustos 2022, 59 sayfa

Anahtar Kelimeler: *Pyrenophora graminea*, *Drechslera graminea*, hastalıklara dayanıklılık, *Hordeum vulgare*, *Hordeum spontaneum*, arpa yerel çeşitleri

ABSTRACT

Master Thesis

DETERMINATION OF THE REACTIONS OF SOME BARLEY CULTIVARS AND LANDRACES AND WILD BARLEY (*Hordeum spontaneum*) GENOTYPES TO *Pyrenophora graminea* AND INVESTIGATION OF *Rdg2a* RESISTANCE LOCUS IN THESE GENOTYPES USING MOLECULAR MARKERS

Hatice Sevde YÜCELER

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

Supervisor: Prof. Dr. Aziz KARAKAYA

In this study, which was carried out in 2021-2022, the reactions of 12 barley cultivars, 10 barley landraces and 10 wild barley (*Hordeum spontaneum*) genotypes against the barley stripe disease agent *Pyrenophora graminea* were determined. In these barley genotypes, the *Rdg2a* resistance locus, which confers resistance to *P. graminea*, was investigated using molecular markers. Three *P. graminea* isolates with different virulence levels were used. Two STS and 2 CAPS markers were used to investigate the *Rdg2a* locus. Misket, Çumra 2001, Sabribey, L167 and W41 genotypes were found to be phenotypically resistant to all 3 isolates. In the screening with the STS marker MWG2018, which is thought to be the most functional among the molecular markers used, 83.33% of the genotypes gave the same band pattern as the resistant control variety Thibaut. Misket, Sabribey and L167 genotypes were found to be phenotypically resistant to all 3 isolates, giving the same band pattern as the resistant control variety Thibaut in screening with the MWG2018 marker. Although Çumra 2001 and W41 genotypes were resistant to 3 isolates, they did not form the same band pattern as Thibaut. The genotypes found to be resistant in the study can be used in direct sowing or breeding studies, and the genotypes carrying the *Rdg2a* resistance locus can be used in gene pyramiding studies in plant breeding.

August 2022, 59 pages

Key Words: *Pyrenophora graminea*, *Drechslera graminea*, disease resistance, *Hordeum vulgare*, *Hordeum spontaneum*, barley landraces

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca beni destekleyen, tecrübe ve bilgisini esirgemeyen danışman hocam sayın Prof. Dr. Aziz KARAKAYA' ya teşekkürü borç bilirim.

Yaptıkları katkılardan dolayı değerli jüri üyeleri Prof. Dr. Saime ÜNVER İKİNCİKARAKAYA'ya (Ankara Üniversitesi Tarla Bitkileri Anabilim Dalı) ve Prof. Dr. Aslıhan GÜNEL'e (Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Kimya Anabilim Dalı) teşekkürlerimi sunarım.

Destegini esirgemeyen ve her zaman özveriyle yaklaşan Doç. Dr. Arzu ÇELİK OĞUZ'a ve Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümünde bulunan sayın hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca beni destekleyen ve cesaretlendiren canım ailem ve arkadaşlarıma teşekkürü borç bilirim.

Hatice Sevd e YÜCELER

Ankara, Ağustos, 2022

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
1.1 Arpa Çizgili Yaprak Lekesi.....	6
1.2 İzolatlar Arasındaki Patojenisite Varyasyonu	11
1.3 <i>Pyrenophora graminea</i> ile Mücadele.....	12
1.4 <i>Pyrenophora graminea</i> ’ ya Karşı Dayanıklılık Sağlayan Genler	12
1.4.1 <i>Rdg2a</i> dayanıklılık geni	13
1.4.2 <i>P. graminea</i> ’ ya karşı dayanıklılık sağlayan diğer arpa gen ve gen bölgeleri.....	15
2. KAYNAK ÖZETLERİ	17
2.1 Arpa Çizgili Yaprak Lekesi Etmeni <i>Pyrenophora graminea</i> ’nın Türkiye ve Dünyada Yayılımını İnceleyen Çalışmalar	17
2.2 Çeşit, Yabani Arpa (<i>H. spontaneum</i>) ve Yerel Çeşitlerin <i>P. graminea</i> ’ya Dayanıklılıklarını İnceleyen Çalışmalar	20
2.3 <i>Pyrenophora graminea</i> İzolatları Arasındaki Virülens Farklılığını İnceleyen Çalışmalar.....	25
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	27
3.1 Materyal.....	27
3.1.1 Hastalıklı bitki örneklerinin temini.....	27
3.1.2 Arpa çeşit ve genotiplerin temini.....	27
3.2 Yöntem	28
3.2.1 <i>Pyrenophora graminea</i> izolatlarının elde edilmesi.....	28
3.2.2 Tohum inokulasyonu ve bitkilerin yetiştirilmesi.....	28
3.2.3 Hastalığın fenotipik olarak değerlendirmesi ve verilerin analizi	30
3.2.4 DNA izolasyonu	30
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	33
4.1 Çeşit ve Genotiplerin İzolatlara Reaksiyonları	33
4.2 STS ve CAPS Markör Sonuçları	36
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	40
KAYNAKLAR	48

SİMGELER DİZİNİ

%	Yüzde
°C	Santigrat derece
µm	Mikrometre
µL	Mikrolitre
ha	Hektar
mm	Milimetre
sn	Saniye
cm	Santimetre
ml	Mililitre
kg	Kilogram
dk	Dakika
Cm	Santimorgan

Kısaltmalar

QTL	Quantitative trait loci
PCR	Polimeraz Zincir Reaksiyonu
STS	Sequence Tagged Site
NILs	Near-Isogenic Lines
RIL	Recombinant Inbred Line
RFLP	Restriction Fragment Length Polymorphism
RIL	Recombinant Inbred Line
MAS	Marker Assisted Selection
STS	Sequence Tagged Site
CAPS	Cleaved Amplified Polymorphic Sequence
PDA	Patates Dekstroz Agar
<i>Ptm</i>	<i>Pyrenophora teres</i> f. <i>maculata</i>
<i>Ptt</i>	<i>Pyrenophora teres</i> f. <i>teres</i>

ŞEKİLLER DİZİNİ

- Şekil 1.1 *Pyrenophora graminea*’nın arpa bitkisinde neden olduğu arpa çizgili yaprak lekesi belirtisi.....8
- Şekil 1.2 Arpa 7HS kromozomunun telomerik bölgesinde bulunan arpa çizgili yaprak lekesine dayanıklılık geni *Rdg2a*’nın RAPD markörü OPQ-9₇₀₀, RFLP lokusu STS markörü MWG2018, CAPS markörü RFLP lokusu ABG704 ve PBI35’in haritası (Tacconi 2001).....14
- Şekil 3.1 *Pyrenophora garminea* izolatlarının geliştiği Petri kutularına tohumların yerleştirilmesi ve tohumların inokulasyonunda kullanılan sandviç metodu..29
- Şekil 4.1 Dg80 izolatının *Hordeum spontaneum* W86 genotipinde neden olduğu belirti.....36
- Şekil 4.2 *Rdg2a* lokusu ile ilişkili PCR temelli markörler. Ethidium-bromide ile boyalı %2,5 agaroz jel; a)STS markörü SCQ-9₇₀₀ b)STS markörü MWG2018 c)CAPS markörü ABG704; d)CAPS markörü PBI35.....38

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1.Kullanılan tescilli çeşit, yerel çeşit ve yabancı arpa genotipleri.....	27
Çizelge 3.2 <i>Rdg2a</i> lokusu ile bağlantılı STS ve CAPS markörleri. Her bir markör için primerlerin sekansları ve polimorfizmi tespit için kullanılan restriksiyon enzimleri şekilde belirtilmiştir. RAPD primeri OPQ-9'a tekabül eden sekans STS primeri SCQ-9 ₇₀₀ de belirtilmiştir (Tacconi vd. 2001).....	32
Çizelge 4.1 Çeşit ve genotiplerin Dg80, Dg26 ve Dg8 <i>Pyrenophora graminea</i> izolatlarına sera koşullarında reaksiyonlarının Tekauz (1983) 1-3 skalasına göre hastalık yüzdeleri ve sınıf dereceleri.....	33

1. GİRİŞ

Arpa Türkiye ve dünyada en çok üretimi yapılan tahıllardan biridir. Kültürü yapılan türleri tek yıllık olan bu bitkinin genomu yedi çift ($2n=14$) kromozomdan oluşmaktadır. İlk kültüre alınan bitkilerden olan arpa 10 bin yıl önce Bereketli Hilal Bölgesinde kültüre alınmıştır ve ilk arpanın 2 sıralı olduğu düşünülmektedir (Harlan ve Zohary 1966, Ullrich 2010, Ceccarelli ve Grando 2000).

Önemli bir besin kaynağı olan arpa öncelikli olarak hayvan beslenmesinde ve malt sanayisinde kullanılmaktadır. Ek olarak insan beslenmesinde de kullanılan arpa dünyada en önemli tahıllar arasında yer alır (Geçit 2016). Kısa sürede gelişen, erken olgunlaşan, yüksek verimli ve yaygın gelişme alanına sahip olan arpa diğer bitkilerin uyum sağlayamadığı enlemlerde gelişebilir (Harlan 1976). Kültür arpası (*Hordum vulgare* L.) geniş yayılım alanına sahip olmasının yanında genellikle ılıman iklimlerde görülür ve Akdeniz kuşağının ana tahıllarından birisidir (Ullrich 2010, Nevo 2012). Kuraklığa ve tuz stresine diğer tahıllardan daha dayanıklıdır. Serin iklim tahılı olan bu bitki düşük nem koşullarında yüksek ve düşük sıcaklıkları tolere edebilir ancak sıcak ve nemli hava koşulları arpa yetiştiriciliği için uygun değildir (Poets vd. 2015, Nevo 2012).

Türkiye’de 2021 yılında yaklaşık 5,8 milyon ton arpa üretimi gerçekleşmiş olup, arpanın tahıl ve diğer bitkisel ürünler kategorisindeki payı ise %10’dur. Ülkemizde arpa tahıl üretiminde ikinci sıradadır. 2021 yılında arpa üretimi 2020 yılına göre %30,7 azalmıştır (Anonim 2021). Türkiye’de 2020 yılında arpa ekim alanı 30.92442 hektar olarak ölçülmüştür ve hektar başına düşen arpa kilogramı 26840 kg olarak hesaplanmıştır (Anonim 2020a). 2020 yılında dünyada ise 51601372 ha alandan arpa hasadı yapılmış ve 157030764 ton ürün alınmıştır. Hektar başına düşen arpa kilogramı 3043,2 olarak tespit edilmiştir (Anonim 2020).

Kültür arpasının taksonomisi (Anonim 2022a),

Üst Alem: Eukaryota

Alem: Plantae
Şube: Spermatophyta
Alt Şube: Angiospermae
Üst âlem: Eukarya
Âlem: Plantae
Alt âlem: Tracheobionta (Damarlı bitkiler)
Üst bölüm: Spermatophyta (Tohumlu bitkiler)
Bölüm: Magnoliophyta (Kapalı tohumlular)
Sınıf: Liliopsida (Tek çenekliler)
Alt sınıf: Commelinidae
Takım: Poales
Familya: Poaceae (Buğdaygiller)
Alt familya: Pooideae
Kabile: Triticeae
Cins: *Hordeum* L.

Kültür arpası Neolitik dönemde *Hordeum spontaneum* ssp. *vulgare*'nin kültüre alınmasıyla oluşmuştur, diğer bir deyişle *H. spontaneum* kültür arpasının atasıdır (Harlan ve Zohary 1966). Bereketli Hilal Bölgesinde, özellikle de kurak alanlarda oldukça yaygın olan *H. spontaneum*'un arpa yerel çeşitlerinin gelişim süreçlerine katkıda bulunduğu düşünülmektedir (Ceccarelli ve Grando 2000, Nevo 2012, Poets vd. 2015). *Hordeum spontaneum* popülasyonları hastalıklara dayanıklılıkta canlı ve cansız stres faktörlerine karşı sağladığı dayanıklılık bakımından önemlidir (Çelik ve Karakaya 2017, Nevo 2012).

H. spontaneum Türkiye'yi de kapsayan Güneydoğu Asya bölgesinden Doğu Akdeniz, Balkanlar, Kuzey Afrika, Orta Asya ve Tibet'e kadar yayılmıştır (Nevo 2012). Bereketli Hilal bölgesinin güneyi ve Himalaya dağları arpanın ilk kültüre alındığı bölgelerdir (Azhaguvel ve Komatsuda 2007, Morell ve Clegg 2007, Saisho ve Prugganan 2007).

H. spontaneum genotipleri kökenlerine göre farklı dayanıklılık reaksiyonları gösterebildiği gibi dayanıklılık genleri de coğrafik koşullara göre değişiklik gösterebilir

(Nevo 2004, Jakob vd. 2014). Bu nedenle *Hordeum spontaneum* hastalıklara dayanıklılıkta zengin ve alternatif bir genetik çeşitlilik kaynağıdır (Fetch 2003).

Fetch (2003) tarafından yabancı arpanın köken merkezinin zengin genetik çeşitliliğin bulunabileceği yerlerden biri olduğu bildirilmiştir. Arpanın ilk kültüre alındığı yer olan Bereketli Hilal Bölgesi, Levant'ın bazı kısımları (Türkiye ve İsrail dahil Doğu Akdeniz) ve İran'daki *Hordeum spontaneum* popülasyonları adaptasyon yeteneği ve popülasyon sürdürülebilirliği açısından genetik çeşitliliğe sahiptir (Nevo, 2004, Jakob vd. 2014). *Hordeum spontaneum* Bereketli Hilal Bölgesi'nde büyük varyasyon gösterir (Ellis vd. 1999). *Hordeum spontaneum*'da DNA polimorfizmi, proteinlerde allozmik varyasyon, gelişme fizyolojisi ve agronomik özellikler dahil makro boyutlarda çeşitlilik olduğu rapor edilmiştir (Baek vd. 2003, Baum vd. 1997, Nevo 1998, Nevo vd. 1984, Turpeinen vd. 2001, Van Rijn vd. 2000). Ayrıca Orta Doğu kökenli arpa genotiplerinin diğer orijinli genotiplerle karşılaştırıldığında verim, kuraklık ve hastalıklara dayanıklılık bakımından üstün oldukları rapor edilmiştir (Chakrabarti 1968, Khan ve Boyd 1969, Gökçöl 1969).

Birçok tahılın da gen merkezi olarak tanımlanan Orta Doğu özellikle de Bereketli Hilal Bölgesi patojenler ve konukçularının binlerce yıl içinde birlikte evrimleşmeleri sonucu konukçu dayanıklılığı ve patojen virülensliği bakımından büyük çeşitliliğe sahiptir (Ellis vd. 1999, Anikster ve Wahl 1979).

Son yıllarda Bereketli Hilal Bölgesindeki arpa varyeteleri ve arpa ekim alanları iklim değişikliği ve insan faaliyetlerinden kaynaklanan kirlilikten dolayı tehdit altındadır (Mzid vd. 2016). *H. spontaneum*'un evrimsel biyolojisi ve kültüre alındığı merkezlerin bilinmesi gelecek araştırmalar için gereklidir (Nevo 2012).

Yabancı arpaların kültür arpalarına göre daha fazla genetik varyasyona sahip olması (Saghai Maroof vd. 1994, Provan vd. 1999, Nevo 2004) ve *H. spontaneum*'un kültür arpasıyla (*H. vulgare*) çaprazlanabilmesi araştırmacılar ve arpa ıslah programları için büyük avantaj sağlamaktadır. Hastalıklara dayanıklılık dahil birçok özellik *H. spontaneum*'dan kültür arpasına aktarılabilceğinden arpanın genetik olarak

geliştirilebilmesi için yabani arpa önemli bir kaynaktır (Çelik ve Karakaya 2017, Nevo 1992).

Arpa ıslah çalışmalarında verim ve verime etkili unsurların geliştirilmesinde diğer önemli bir kaynak arpa yerel çeşitleridir (Şehirali ve Özgen 1987, Ceccarelli ve Grando 2000). Arpa yerel çeşitleri genetik çeşitlilik için önemli bir kaynaktır (Yitbarek vd. 1998, Ellis vd. 2000). Yerel çeşitlerin sınırlı bir coğrafyada yetiştiriliyor olması ve bu coğrafyada yıllar boyu süren doğal seleksiyona uğraması yerel çeşitlerin canlı ve cansız stres faktörlerine karşı dayanıklılık genleri taşımasını ve bu unsurlar bakımından zengin çeşitliliğe sahip olmasını sağlamıştır (Şehirali ve Özgen 1987). Yerel çeşitler bilimsel ıslah yöntemlerine tabi tutulmamıştır. Çok eski dönemlerden itibaren üreticilerin bilinçli olarak belirli genotipleri seçmesi, rastgele gerçekleşen mutasyon ve doğal seleksiyon yerel çeşitlerde varyasyona neden olmuştur (Von Bothmer vd. 2003, Eser vd. 1987). Yüksek kalite ve verim sağlayan ticari çeşitlerin yaygınlaşmasıyla üreticilerin yerel çeşitlerden çok ticari çeşitleri tercih etmesi yerel çeşitlerin sağladığı zenginliğin daralmasına sebep olmuştur.

Yabani akrabalar ve yerel çeşitler dünya genelinde tarımsal çeşitliliğin önemli bileşenleridir. Genetik kaynakların kaybının önlenmesi ve modern tarım sistemlerine entegre edilmesi gıda ve çevreyle alakalı birçok konu için önemini sürdürmektedir (Dempewolf vd. 2014, Ford-Lloyd vd. 2011, Jarvis vd. 2008). Yerel çeşitler son yüzyılda modern genetik programlarında temel materyal olarak kullanılmıştır (Von Bothmer vd. 2003).

Arpa yerel çeşitleri düşük girdili ve çevre şartlarının zorlu olduğu tarımsal ekosistemlerde sürdürülebilir verim ve gıda üretiminin temel taşıdır (Zeven 1998). Geniş bir ekosisteme adaptasyon gerçekleşirken canlı ve cansız stres faktörlerinin seleksiyon stresi mevcuttur (Teshome vd. 2001). Yerel çeşitler özellikle kırsal ve uç iklim şartlarına sahip bölgelerdeki tarımsal üretimi arttırabilir (Cecarelli ve Grando 2000). Geleneksel ıslahın neredeyse hiç etkisinin olmadığı kısıtlı şartlara sahip bölgelerde yerel çeşitler üreticiler için kullanışlı ıslah materyalleridir. Uygun olmayan koşullarda arpa yerel çeşitlerinin geliştirilen çeşitlere göre %61 daha fazla tane verimi

sağladığı tespit edilmiştir. Buna ek olarak geliştirilmiş çeşitlerin verimi yerel çeşitlerden optimum koşullarda %6-18 oranında fazladır (Ceccarelli 1996). Yerel çeşitlerin genetik yapısı kurak ve yarı kurak bölgelerde hayatta kalma ve verim sağlama adına evrimsel bir uygulama olarak düşünülebilir (Schulze 1988). Bu durum yerel çeşit popülasyonlarının evrimsel sürecinin devam ettirilmesinin gelecek jenerasyonlar için önemini vurgulamaktadır (Cecarelli ve Grando 2000). Yerel çeşitlerin belirli şartlara uyum sağlaması geliştirilen çeşitlerde varyasyonun artmasına neden olur. Bu yüzden yerel çeşitlerin korunması ve kullanılması ek bir girdi olmadan tarımsal üretimin artmasını sağlayacaktır (Ceccarelli ve Grando 2000).

Türkiye arpa gen merkezlerinin kesişim noktasıdır ve arpa yerel çeşitleri zenginliği bakımından üst sıralarda yer aldığı için arpa yerel çeşitleri açısından önemli potansiyele sahiptir (Vavilov 1951, Gökgöl 1969, Kün 1996). Genetik kaynakların varlığı ve kullanımı, yabancı akarabalardan kalite özelliklerinin çeşitlere aktarımı ve üretim sırasında kimyasal kullanımının azaltılması arpa üretimi için önemlidir (Laurei vd. 1992). Frankel ve Hawkes (1975) bitki genetik kaynaklarının ve yabancı türlerin önemini vurgulamıştır. Bu kaynaklar doğal habitatlarından toplanmalı ve stok kültür olarak korunmalıdır. Arpa evrim merkezlerinde bir çok arpa genotipi mevcuttur (Afansenko vd. 2000).

Modern ıslahda uygun alleller seçilip yerleştirilerek genetik çeşitlilik azaltılmaktadır ve bu durum potansiyel genetik kazancı en aza indirmektedir. Markör destekli seleksiyon ve omics temelli gereçler arpa ıslahçılarına genetik problemleri en aza indirerek gen(ler)/QTL transferi için olanak sağlamaktadır (Kumar vd. 2020).

Arpanın evrimi, modern ıslah programlarında kullanımı ve hastalıklara olan dayanıklılığının gelişimi incelenmelidir (Nevo 2012).

1.1 Arpa Çizgili Yaprak Lekesi

Pyrenophora graminea S. Ito & Kuribay arpa çizgili yaprak lekesi etmeninin eşeyli dönemine verilen isimdir. Eşaysız dönemi *Drechslera graminea* (Rab.) Shoem., eş anlamlısı: *Helminthosporium gramineum* (Rabh.) olarak isimlendirilmektedir (Mathre 1982).

Arpa çizgili yaprak lekesi Merkez ve Doğu Asya ülkelerinin yüksek bölgelerinin en önemli hastalığı olarak görülmektedir (Mamluk vd. 1997). Arpa çizgili yaprak lekesi 1983-1988 yılları arasında Aktaş (1983), Damgacı ve Aktuna (1988), Kınacı ve Kınacı (1991) tarafından İç Anadolu Bölgesinin en önemli arpa hastalığı olarak rapor edilmiştir (Mamluk vd. 1997). Hastalığın bulunma oranı ve şiddeti varyasyon göstermektedir (Karakaya vd. 2016, Saraç Sivrikaya vd. 2020).

Arpa çizgili yaprak lekesi etmenin sistematigi (Anonim 2022b),

Alan: Eukaryota

Alem: Fungi

Şube: Ascomycota

Alt şube: Pezizomycotina

Sınıf: Dothideomycetes

Alt sınıf: Pleosporomycetidae

Takım: Pleosporales

Familya: Pleosporaceae

Cins: *Pyrenophora*

Tür: *Pyrenophora graminea*

Arpa çizgi yaprak lekesi hastalığı tohum kökenli ve tek döngülü bir hastalıktır. Arpa haricinde arpa çizgili yaprak lekesi etmeni *P. graminea*'nın birçok tahıl konukçusu bulunmaktadır. *Agropyron repens*, *Alopecurus pratensis*, *Arrhenatherum elatius*, *Avena fatua*, *A. sativa*, *Calamagrostis epigeios*, *Critesion murinum*, *Cynosurus cristatus*,

Dactylis glomerata, *Holcus lanatus*, *Hordeum distichon*, *H. sativum*, *Lolium perenne* ve *Triticum aestivum* rapor edilen diğer *P. graminea* konukçularındandır (Farr ve Rossman 2019). İlk belirtiler fidelerde yaprakların çoğu çıktıktan sonra ikinci ya da üçüncü yaprakta görülür. Ancak enfekteli bitkilerin hepsinde belirtiler gelişimin ilk aşamalarında görülmeyebilir. Yeni gelişen yaprakların özellikle yaprak kınında ve yaprak ayasının alt kısımlarında sarı çizgiler görülür (Şekil 1.1). Bu çizgiler zamanla tüm yaprağa yayılır ve yaprak nekrotik bir hal alır. Nekrotik dokular zamanla birleşir ve tüm yaprak ölür. Doku ölür ve yapraklar karakteristik olarak bölünmeye ve yıpranmaya başlar, sonunda parçalanmış bir görüntü oluşur. Enfekteli bitkiler genellikle bodur olur. Bayrak yaprak başaklanma zamanında sıklıkla hafif yanık renktedir. Çoğu enfekteli bitkide başaklanma gerçekleşemez, başaklanmanın görüldüğü bitkilerde ise başak yanık, dönmüş, ezilmiş ve kahve renklidir. Böyle başaklarda taneler gelişemez ya da buruşmuş olur ve genellikle kahve renklidir. Bazı başaklarda ise taneler normale yakın gelişebilir, kahverengileşme çok az görülür ya da hiç görülmez. Belirtilerdeki değişim patojenin virülenslik seviyesi, konukçunun hassasiyeti ve çevreyle alakalıdır (Mathre 1982).



Şekil 1.1 *Pyrenohora graminea*'nın arpa bitkisinde nenden olduğu arpa çizgili yaprak lekesi belirtisi

P. graminea'nın heterotallik çiftleşme stratejisi kanıtlanmasına rağmen bu tür doğada daha çok eşeysiz morfolojisiyle bilinir (Dokhanchi vd 2020). *P. graminea* peritesyumları doğada nadir görülür. Peritesyumlar sonbaharda arpa saplarında görülebilir. Peritesyumlar $576-728 \times 442-572$ μm ölçülerinde olup yüzeysel ya da kısmen batık durumdadırlar ve yüzeylerinde sert setalar bulundurlar. Konidiler genellikle setalar üzerinde bol miktarda oluşurlar (Mathre 1982).

Askuslar uca doğru genişleyen şekilde ya da silindiriktir. Tepe kısmı yuvarlak olup tabanında sap bulunur ve iki gömleklidir. Askosporlar $43-61 \times 18-28$ μm ölçülerinde olup açık sarı- kahverengi renkte, elipsoid ve iki ucundan da yuvarlanmış şekildedir.

Askosporlarda enine üç adet bölme bulunur. Orta hücrede genellikle bir bazen iki adet boyuna bölme görülebilir. Uç hücrelerde enine bölmeye rastlanmaz. Askosporların hastalık döngüsünde rol almadığı düşünülmektedir (Mathre 1982).

P. graminea konidileri genellikle üç ya da beşli kümeler halinde oluşan kondioforlarda yanal ve terminal olarak meydana gelir. Konidiler düz ve köşeleri yuvarlanmış şekilde olup $11-24 \times 30-110 \mu\text{m}$ boyutlarındadır. Yarı şeffaf ya da sarı-kahverengi renge yakındır. Konidilerde yedi adet enine bölme bulunabilir. Konidiumun tüm hücrelerinde çimlenme gerçekleşebilir (Mathre 1982).

Piknidyum ($70-176 \mu\text{m}$) tanımlanmıştır ancak doğada nadir görülür. Şekli küreselden armut şekline değişiklik gösterir, yüzeysel ya da yarı gömülü şekilde gelişir. Piknit duvarı sarı-kahverengi renklerde, ince ve kırılkan olup kısa bir ostiolü bulunur. Piknidiosporlar küresel ya da elipsoid şekilde, şeffaf ve bölmesizdir. Piknidiosporların hastalık döngüsündeki rolü bilinmemektedir (Mathre 1982).

P. graminea miselyumları kültürde gri ve zeytin rengine genellikle steril olarak gelişir. Enfekteli arpa yapraklarına ait parçaların su agarına yerleştirilmesiyle ve soğuklama periyodunu takip eden gündüz ışığı altında konidilerin gelişimi görülebilir (Mathre 1982).

Pyrenophora graminea'nın tohumda gelişen miselyumları kavuz, perikarpın parankima hücreleri ve tohum kabuğunda bulunabilir ancak embriyo enfekte olmaz ve miselyumlar burada gelişmez. Ağ benek hastalığına neden olan *P. teres*'in aksine *P. graminea*'nın bitki kalıntılarındaki yaşadığına dair kanıt bulunmamaktadır (Mathre 1982).

Başaklanma zamanında yüksek nem olması durumunda enfekteli yapraklarda konidi üretimi gerçekleşir. Konidilerin olgunlaşması için 16 saat süresince 12°C 'de kalması gerekmektedir. Konidiler rüzgarla başaklara ulaşır. Etmen taneyi başaklanmadan önceki süreçten itibaren yumuşak-sert olum devresine kadar her aşamada enfekte edebilir. En şiddetli enfeksiyon tane gelişiminin erken aşamalarında görülür. Enfeksiyon için serbest

su gerekli değildir. Enfeksiyonun serbest su olmadığında daha şiddetli olduğu rapor edilmiştir. Enfeksiyon 10-30°C aralığında meydana gelir. Enfekteli taneler genellikle sağlıklı görünürler (Mathre 1982).

Gelişmekte olan fidelerde görülen tohum kökenli inokulumdan kaynaklanan enfeksiyon çimlenme ve çıkış sırasındaki toprak sıcaklığı ve nemden yüksek oranda etkilenir. Toprak sıcaklığı 12°C altında olduğunda enfekteli fide sayısı en yüksek değere ulaşır. 15°C üzerindeki sıcaklıklarda enfeksiyon engellenir ya da azalır. Ortalama (-7 bar) toprak neminde yüksek (-1 bar) veya alçak nem (-13 bar) değerlerine göre daha fazla enfeksiyon görülür (Mathre 1982).

Çimlenen embriyo için kritik aşama koleoptil tanenin uç kısmına ulaştığında başlar ve fide topraktan çıkana kadar devam eder. Sonradan enfekte olan bitkilerin enfekteli tanelere göre oranı daha azdır. Fungus culm primordium kısımlarında gelişir ve fidenin gelişirken değişen dokularında büyür (Mathre 1982). Tohumun çimlenmesi sırasında fungal hifler kolerizadan tüm yönlere olacak şekilde köklere ve sürgünün enfeksiyonunun başladığı scutellar node'a doğru, hücreler arasında gelişir (Haegi vd. 2008). Fungusun sistemik gelişimi bitkinin uzaması ve başaklanması ile devam eder. Enfekteli yapraklarda konidilerin üretimi başaklanma ve tanenin erken dönemdeki gelişimi ile eş zamanlıdır (Mathre 1982).

Sporulasyon için yüksek neme ihtiyaç duyulduğundan arpa çizgi yaprak lekesi tarih boyunca sadece başaklanma zamanında bu koşulun sağlandığı bölgelerde sorun oluşturmuştur. Ancak sulu arpa tarımının yapılmasıyla oluşan yüksek nemli koşullar yarı kurak iklimde de tohum enfeksiyonlarına neden olmuştur (Mathre 1982).

Eşeyli üreme büyüme sezonları arasında anızda ve bitki artıklarında gerçekleşebilir. Eşeyli üreme gerçekleştikten sonra sadece eşeysiz yayılım görülür. Dayanıklı arpa hatlarını gözlemlmek ve haritalama yapmak için uygun olan *P. graminea* izolatının seçilebilmesi için fungusun eşeyli döngüsü, varyasyonu ve dağılımı hakkında bilgi sahibi olunmalıdır (Çelik Oğuz ve Karakaya 2021).

1.2 İzolatlar Arasındaki Patojenisite Varyasyonu

İzolatlar arasında patojenik varyasyon olabilir ve farklı yazarlar tarafından da bildirilmiştir (Hammouda 1988; Mohammad ve Mahmood 1976; Tunalı 1992; Ulus ve Karakaya 2007). Patojen popülasyonlarında genetik farklılıklar olabilir ve bu durum patojenin kısa sürede değişim göstererek bitki dayanıklılığını yenebileceği anlamına gelmektedir (Mc Donald ve Linde 2002).

İzolatlar arasındaki virülenslik farkı genetik yapıdaki değişikliklerden kaynaklanmaktadır. Popülasyonların genetik yapısı ise geçirdikleri evrimler sonucu şekillenmektedir. Patojenin evrim potansiyeli majör dayanıklılık genlerinin kırılması ve diğer mücadele yöntemlerinin de etkisiz kalmasına neden olacağından mücadelede risk oluşturmaktadır. Söz konusu popülasyonun genetik yapısının bilinmesi geçirdiği evrim hakkında bilgi sahibi olmamızı sağlarken ilerde geçirebileceği evrim hakkında da öngörude bulunmamızı sağlayarak etkili mücadele yöntemlerinin uygulanabilmesini sağlayacaktır (Mc Donald ve Linde 2002).

P. graminea'ya ait farklı izolatların virülenslikleri, coğrafi dağılışı ve genetik benzerlikleri arasında bağlantı bulunmamıştır (Al-Daoude vd. 2012). Ayrıca protein alt üniteleri ve izolatların virülenslikleri arasında da önemli bir bağlantı bulunamamıştır (Arabi ve Jawhar 2004).

Fungusun hem eşeyli hem de eşeysiz üremesi ve uzun mesafelere taşınıp yayılabiliyor olması *P. graminea* popülasyonlarının genetik varyasyonunu önemli kılar. Zengin genetik varyasyon oluşturan yeni patojen genotiplerinin yeni konukçulara ya da yeni fungusitlere hızlı uyum sağlaması patojen ile mücadelede önemlidir. Arazide eşeyli dönemin gözlenmesi varyasyonun genetik rekombinasyon kaynaklı olabileceği önermesinin yapılmasını sağlamıştır (Çelik Oğuz ve Karakaya 2021).

Türkiye'den elde edilen *D. graminea* izolat popülasyonundaki patojenik varyasyonlar, etkili ıslah programlarının geliştirilmesini sağlamak için Türkiye'nin farklı

bölgelerinden elde edilen kapsamlı bir koleksiyon oluşturularak patojenik çeşitliliklerin tespit edilmesi gerektiğini göstermiştir (Ulus ve Karakaya 2007).

1.3 *Pyrenophora graminea* ile Mücadele

Geleneksel tarım uygulamalarında arpa çizgi yaprak lekesi tohum ilaçlamaları ile kontrol edilir. Ülkemizde bu hastalığa karşı tebuconazole, metalaxyl, thiophanate-methyl, fludioxonil, triticonazole ve pyraclostrobin etken maddeli tohum ilaçları ruhsatlandırılmıştır (Anonim 2022c) ancak Avrupa Birliği düzenlemelerine göre organik sertifikasına sahip işletmelerde arpa çizgili yaprak lekesi ile mücadelede sadece sıcak su uygulaması yapılabilir ve bu uygulama her zaman etkili sonuç vermeyebilir. Ayrıca tohum ilaçlamasının uygulandığı durumda fungusitler arpa çizgili yaprak lekesinin gelişimine izin vermediği için son çıkan arpa çeşitlerinde etmene karşı dayanıklılığı sağlayacak olan seleksiyon baskısı azalmıştır (Faccini vd. 2021). Bu nedenlerden dolayı yabancı arpa genotipleri ve yerel çeşitlerden genetik dayanıklılık faktörleri kültürü yapılan çeşitlere aktarılabilir ve kimyasal kullanımı düşürülebilir (Laurei vd. 1992, Mueller vd. 2003).

1.4 *Pyrenophora graminea*’ya Karşı Dayanıklılık Sağlayan Genler

Rdg1a ve *Rdg2a* arpa ıslah programlarında kullanılan ve genetik olarak haritalanmış olan arpa çizgili yaprak lekesine karşı majör dayanıklılık genleridir (Bugarelli vd. 2004, Biselli vd. 2010).

Dayanıklılık genleri genellikle uzun süre etkili olamazlar. Patojen genetik adaptasyon geçirir ve spesifik dayanıklılık geninden ve dayanıklılık proteinlerinden kaçır. Bu yüzden bitki dayanıklılık genleri yeni varyantlar oluşturmak için seçilim baskısına maruz kalır. Boulif ve Wilcoxson (1988) ve Gatti (1992) farklı dayanıklılık genlerinin olmasının patojene ait ırkların konukçu popülasyonunda oluşturduğu seçilim baskısıyla alakalı olabileceğini bildirmiştir.

Farklı arpa varyetelerinin *D. graminea*'ya dayanıklılık sağlayan lokusa ait DNA sekansının karşılaştırılması ile söz konusu dayanıklılık lokusunun evrimi ve yeni allelik varyantların anlaşılması sağlanacaktır (Biselli vd. 2013).

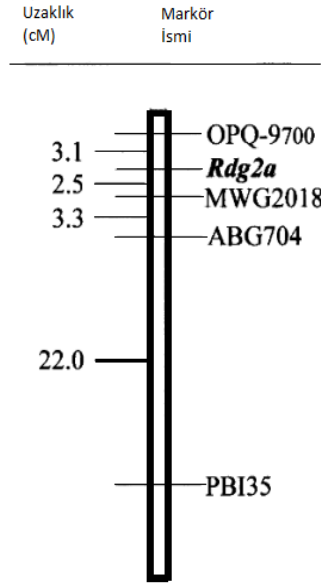
1.4.1 *Rdg2a* dayanıklılık geni

Rdg2a geni arpanın 7HS kromozomunda telomerik bölgede bulunur ve dominant bir gendir. İlk defa Thibaut çeşidinde tespit edildiği için *Rdg2a* geninin sağladığı dayanıklılık “Thibaut dayanıklılığı” olarak da isimlendirilir (Tacconi vd. 2001).

Thibaut çeşidi İtalyan izolatları arasında en virulent izolat olan Dg2 izolatına karşı yüksek derecede dayanıklılık göstermiştir (Gatti vd. 1992). *Rdg2a* dünyada iki sıralı ve altı sıralı arpalar arasında oldukça yaygın olarak bulunmaktadır (Bugarelli vd. 2004). Çaprazlama yapılan popülasyonlarda *Rdg2a*'nın seçilimini kolaylaştırmak için moleküler markörler geliştirilmiştir (Bugarelli vd. 2004, Arru vd. 2003a)

Rdg2a geni MWG2018 ile OPQ-9₇₀₀ markörleri arasında bulunur. Bu gene en yakın markör 2.5 cM uzaklık ile PCR tabanlı STS markörü olan MWG2018 olarak tespit edilmiştir. OPQ-9₇₀₀ markörü ise gene 3.1 cM uzaklıktadır ve STS primeri SCQ-9₇₀₀'a ait baz dizisinin başında bulunmaktadır (Tacconi 2001).

MWG2018 markörü ile yapılan taramada Thibaut alleli 500 ve 560 bp'lik iki bant tarafından temsil edilirken Mirco alleli de 350 ve 400 bp'lik iki bant tarafından temsil edilmektedir. Heterozigot bireylerde bu 4 bandın hepsi bulunmaktadır (Tacconi 2001). Diğer iki markör ABG704 ve PBI35 sırasıyla 5.8 cM ve 27.8 cM uzaklıktadır. MWG2018 ve SCQ-9₇₀₀ STS (Sequence Tagged Site) markörleri ve ABG704 ve PBI CAPS (Cleaved Amplified Polymorphic Sequence) markörleridir (Şekil 1.2).



Şekil 1.2 Arpa 7HS kromozomunun telomerik bölgesinde bulunan arpa çizgili yaprak lekesine dayanıklılık geni *Rdg2a*'nın RAPD markörü OPQ-9700, RFLP lokusu STS markörü MWG2018, CAPS markörü RFLP lokusu ABG704 ve PBI35'in haritası (Tacconi 2001)

Rdg2a dayanıklılık genine en yakın olan MWG2018 markörü ıslah programlarında indirekt seleksiyon için kullanışlı bir araçtır (Tacconi 2001, Arru vd. 2003a). Bu dayanıklılık kaynağı test edilen 12 izolat arasında en virulent İtalyan izolatı olan Dg2'ye dayanıklılığı nedeniyle değerli bir kaynak olarak rapor edilmiştir (Gatti vd. 1992, Tacconi 2001). Dg2 izolatı ile inokulasyon İtalya'da arpa ıslah programlarında *P. graminea* dayanıklılığına karşı seleksiyon için kullanılmaktadır (Tacconi 2001). Thibaut Dg5 izolatı hariç diğer 12 izolata karşı dayanıklı olarak bulunmuştur. Bu durum diğer izolatlara karşı olan dayanıklılığın *Rdg2a* geni tarafından sağlanması ihtimalini güçlendirmektedir. Alternatif olarak Thibaut'daki farklı dayanıklılık genleri diğer izolatlara karşı dayanıklılık sağlayabilir (Tacconi 2001).

Rdg2a geni içeren bitkiler avirulent izolatlara hemen hemen immun tepki vermişlerdir. Bu bitkilerde yapraklarda kahverengi çizgiler görülmemiştir (Bugarelli 2004). Dg2 izolatı ile *Rdg2a* geni içeren ıslah hatlarının seçilmesi arazideki popülasyonlara karşı da dayanıklılık sağlayabileceğini gösterdiği için *Rdg2a* dayanıklılığının kullanışlı olabileceği belirtilmiştir (Bugarelli 2004).

1.4.2 *P. graminea*’ ya karşı dayanıklılık sağlayan diğer arpa gen ve gen bölgeleri

Rdg1a arpa çizgili yaprak lekesi etmenine karşı dayanıklılık sağladığı tespit edilen gendir. Bu gen *Hordeum laevigatum*’dan türemiş olan Vada çeşidinde tespit edilmiştir. Vada çeşidi arpa çizgili yaprak lekesine en dayanıklı 2 sıralı Kuzey Avrupa arpası olarak bilinmektedir. *Rdg1a* geni Vada dayanıklılık geni olarak da isimlendirilmektedir (Skou ve Haar 1987, Skou vd. 1994). Bu gen 2H kromozomunun uzun kolunda bulunmaktadır (Thomsen vd. 1997). *Rdg1a* geninin arpa genomuna külleme dayanıklılık geni *MILa* ile geri melezleme sonucu geldiği düşünülmektedir ve bu iki gen ilişkili olarak bulunmuştur (Giese vd. 1993, Thomsen vd. 1997).

Proctor çeşidinde arpa çizgili yaprak lekesine karşı dayanıklılık sağlayan kantitatif özellik lokusu (QTL) bulunmuştur. Bu özellik %58,5 varyasyon göstermektedir ve 7H arpa kromozomunun sentromerik bölgesinde yer alır (Pecchioni vd. 1996).

Steptoe çeşidinin kısmi dayanıklılığı 2H kromozomunun uzun kolunda ve bazen de 3H kromozomunda bulunan büyük QTL’ler tarafından yönetilmektedir (Arru vd. 2003b).

Kimyasal kullanımının en aza düşürülmesinin hedeflendiği ve organik tarımın tüketici tarafından daha cazip bulunduğu bugünlerde tohum ilaçlama alışkanlıklarının terk edilmesi *P. graminea* hastalığının neden olduğu kayıpların artmasına sebep olabilecektir.

Yerel çeşitler ıslah programlarında kullanılmalı ve bu alanda daha çok çalışma yapılmalıdır (Ceccarelli ve Grando 2000). Ayrıca sınırlı sayıda arpa yaprak lekesine karşı dayanıklılık geninin bulunmuş olması nedeniyle patojenin yayılışını sınırlandırmak için yeni dayanıklılık kaynaklarının keşfedilmesi gerekmektedir (Biselli vd. 2013).

Markör destekli seleksiyon (MAS) çalışmaları önem arz eden ve birden fazla gen veya lokus tarafından kontrol edilen karakterlerin hızlı bir şekilde aktarılmasını

sağlamaktadır. Bu teknik klasik ıslah çalışmalarını tamamlayıcı olup oldukça hızlı, etkin ve ekonomik bir seleksiyon yöntemidir. Çeşit ve genotiplerde *Rdg2a* lokusunun moleküler markörler ile taranması sonucunda bu genotiplerden elde edilebilecek bilgilerin ıslah çalışmalarında gen piramitlemede kullanılabilmesi mümkün olacaktır. Bu gen bölgesini piramite katmak isteyen arpa ıslahçıların fenotipik ekspresyon ve enfeksiyon reaksiyonuna dayalı seçim yerine moleküler markörleri kullanmasının DNA düzeyinde özellik seçmeleri için kolay ve hızlı bir yol olacağı düşünülmektedir (Güleç vd. 2010).



2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Arpa Çizgili Yaprak Lekesi Etmeni *Pyrenophora graminea*'nın Türkiye ve Dünyada Yayılımını İnceleyen Çalışmalar

1977 yılında Montana'da deneme alanlarında 6 lokasyonda Avrupa orijinli tohumlardan yetiştirilen bitkilerde arpa çizgili yaprak lekesi etmenine rastlanmıştır (Metz 1978).

1995 yılında Kuzey İran'ın Tebriz-Mugan bölgesindeki üretim alanlarında yapılan gözlemler sonucu hastalığın incelenen tüm alanlarda olduğu bildirilmiştir. Hastalık oranının %50'ye kadar çıktığı ve kayıpların bu orana eşit olduğu kaydedilmiştir (Babadoost ve Toraby 1991).

Orta Anadolu bölgesinde arpa çizgili yaprak lekesini inceleyen ilk çalışma 1984,1987 ve 1988 yıllarında sırasıyla 71, 21 ve 58 adet arpa tarlasında yapılmıştır. Bu alanlarda arpa çizgili yaprak lekesi hastalığı %4,7, %5,5 ve %4,2 oranlarında bulunmuştur. Fertil başağı olmayanlar ya da hiç başağı olmayanlar %3,3, %4,7 ve %4,2 oranında bulunmuştur. Bu yıllarda *D. graminea* kaynaklı ürün kaybının da bu oranlara yakın olduğu tahmin edilmektedir (Damgacı ve Aktuna 1988).

Yıldırım vd. (1999) 1993 ve 1994 yıllarında yaptıkları çalışmada Konya'da inceledikleri 54 arpa tarlasının 10'unda arpa çizgili yaprak lekesi hastalığını bulmuşlardır. 1994 yılında yine Konya'da incelenen 94 arpa tarlasının 18'inde arpa çizgili yaprak lekesi tespit edilmiştir. Karaman ilinde 1993 yılında incelenen 10 tarlada, 1994 yılında ise 19 tarladan 2'sinde arpa çizgili yaprak lekesine rastlanmıştır. Niğde ilinde 1993 yılında 8 tarlada, 1994 yılında ise 9 tarlanın 3'ünde hastalık olduğu bildirilmiştir. Aksaray ilinde 1994 yılında 17 tarlanın 2'sinde hastalığa rastlanmıştır.

Kuzey Almanya'da serin ve nemli iklim şartlarından dolayı arpa çizgili yaprak lekesi etmeni mevcuttur (Mueller vd. 2003).

Çelik ve Karakaya (2015) Eskişehir’de 13 bölgeyi toplamda 121 arpa tarlasını incelemişler ve *D. graminea*’yı 59 tarlada tespit etmişlerdir. 13 ilçenin 8’inde etmene rastlanmıştır. Arpa çizgili yaprak lekesi görülme sıklığı il ortalaması %1,75 olarak bulunmuştur.

İlgen vd. (2017) tarafından Ankara’nın Çubuk ilçesindeki arpa ve buğday tarlaları incelenmiş ve yaprak hastalıkları belirlenmiştir. 18 arpa tarlasının 2’sinde arpa çizgili yaprak lekesi hastalığı bulunmuştur. Hastalıklı bitkilerin oranı %1-5 arası değişmiştir. Ortalama hastalık bulunma oranı %0.33 olarak belirtilmiştir.

Özdemir vd. (2017) Kırıkkale ilinde toplam arpa ekim alanının %1.083’üne karşılık gelen 128 arpa tarlasını ve incelemişlerdir. 128 arpa tarlasından 14’ünde *Drechslera graminea* bulunmuş ve yaygınlığı %0.35 olarak tespit edilmiştir. Keskin ilçesinde 8 adet (%30), Bahşili ilçesinde bir adet (%0.07), Karakeçili ilçesinde bir adet (%0.12), Sulakyurt ilçesinde 2 adet (%0.18) ve Çelebi ilçesinde 2 adet (%2.5) arpa tarlasında hastalık tespit edilmiştir

Mamluk vd. (1997) tarafından Orta Anadolu Bölgesi’nde 1992 yılında 33 adet ve 1993 yılında 35 adet arpa tarlası incelemiştir. Arpa çizgili yaprak lekesinin en sık karşılaşılan arpa hastalığı olduğu bildirilmiştir. Etmenle bulaşık tarlalarda hastalık oranı %10’a kadar çıkmıştır. 1992 yılında incelenen 24 tarlada hastalık oranı 22 arpa tarlası için %1-10 oranında görülmüş ve diğer 2 arpa tarlası için de %20’den fazla hastalığın bulunduğu bildirilmiştir. 1993 yılında ise incelenen arpa tarlalarının 12 adedi %1-10, 4 adedi %11-20 ve 3 adedi de %20’den fazla hastalık yaygınlık oranına sahip olarak bulunmuştur.

Batman merkez ve ilçeleri, Diyarbakır, Siirt ve Mardin’in bazı ilçelerinde olmak üzere toplam 37 arpa tarlası arpa yaprak hastalıkları bakımından incelenmiştir. Buna ek olarak 24 doğal olarak gelişmiş yabani arpa (*H. spontaneum*) popülasyonu da arpa yaprak hastalıkları bakımından incelenmiştir. *D. graminea*’nın neden olduğu arpa çizgili yaprak lekesinin bölgede en çok görülen hastalıklar arasında olduğu ortaya çıkmıştır. Hastalık 37 arpa tarlasının 18’inde %1-30 oranında görülmüştür. İncelenen tarlalar arasında Kocaköy ve Kozluk bölgelerinde yer alanlar dışında tüm tarlalarda hastalık

görülmüştür. Hastalığın görülmediği bu iki bölgede ise sadece birer tarla incelenmiştir. Doğal koşullarda yabancı arpa popülasyonlarında etmene rastlanmamıştır. Araştırmacılar hastalık belirtisi göstermeyen bu yabancı popülasyonların kontrollü koşullarda arpadaki önemli hastalıklar bakımından test edilmesini ve ıslah çalışmalarında dayanıklılık kaynağı olarak kullanılmasını tavsiye etmişlerdir (Saraç Sivrikaya vd. 2021).

2018 yılında Ankara'nın Bala ilçesinde 50 arpa tarlası yaprak hastalıkları bakımından incelenmiş ve *Drechslera graminea* 20 tarlada bulunmuştur. Etmenle bulaşık tarlalarda hastalığın bulunma oranı % 1-10 arasında değişmiş olup hastalık ortalama %1.16 oranında bulunmuştur (Ertürk vd. 2018).

Karakaya vd. (2016) Orta Anadolu'da 11 ilde (Kayseri, Kırıkkale, Sivas, Yozgat, Aksaray, Kırşehir, Nevşehir, Ankara, Çankırı, Konya ve Eskişehir) toplam 205 arpa tarlasını incelemiştir. 82 tarlada (%40) *Drechslera graminea* tespit edilmiştir. Hastalık oranı %1-70 aralığında bulunmuş olup Kayseri, Sivas, Yozgat ve Aksaray illeri hastalığın en yüksek oranda bulunduğu iller olarak öne çıkmıştır.

Elazığ ilinde merkez ilçe dahil toplamda 10 ilçede yapılan bir çalışmada arpa tarlaları yaprak hastalıkları bakımından incelenmiş ve 42 arpa tarlasının 11 adedinde arpa çizgili yaprak lekesi hastalığı bulunmuştur. Baskil ilçesinde hastalığın yaygınlığı %9.6 olarak bulunmuştur. Diğer ilçelerde yaygınlık oranının daha düşük olduğu bildirilmiştir (Saraç vd. 2019).

Saraç Sivrikaya vd. (2020) Bingöl ilinde merkez ilçe, Genç ve Adaklı ilçelerinde toplamda beş arpa tarlasını incelemişlerdir. İki arpa tarlasının incelendiği merkez ilçede bir tarlada *D. graminea* tespit edilmiş olup hastalığın bulunma oranı %1 olarak rapor edilmiştir.

2.2 Çeşit, Yabani Arpa (*H. spontaneum*) ve Yerel Çeşitlerin *P. graminea*'ya Dayanıklılıklarını İnceleyen Çalışmalar

Tokak 157/37 çeşidi arpa çizgili yaprak lekesi etmeni Mt-6 ve Mt-10 izolatlarına dayanıklı olarak bulunmuştur (Konak ve Scharen 1994).

Damgacı ve Aktuna (1988) Türkiye'de arpa çizgili yaprak lekesinin zarar miktarını ve yayılışını inceledikleri çalışmada sera koşullarında yaptıkları denemede Zafer 160, Kaya 7794, 69 147 ve P17-27 genotiplerini etmene hassas bulmuşlardır.

Albustan vd. (1999) 1216 adet arpa hattını arazi koşullarında arpa çizgili yaprak lekesine olan dayanıklılıkları bakımından incelemiştir. Bu hatların %25'i dayanıklı ve %8'i orta derece dayanıklı olarak bulunmuştur.

Golzar (1993) İran'da 50 adet arpa çeşidini ve ileri kademe ıslah hattını *D. graminea* 'ya olan dayanıklılığı bakımından incelemişlerdir. Arazi ve sera çalışmaları sonucu Cm67/Apro//Sv.02, As46/Aths, Morocco-9-75, Wi 2269 ve Moroc-9-75/Pmb genotipleri arpa çizgili yaprak lekesi etmenine dayanıklı olarak bulunmuştur. Roho/Mazurka, Rihane's", C.63, C108887/C105761, Lignee 27/ Arar, C.C.89 ve Gloria "S"-ly-4m-oy genotipleri etmene çok hassas bulunmuştur. Diğer hat ve çeşitlerin reaksiyonlarının bu iki kategori arasında bulunduğu rapor edilmiştir.

Tunalı (1995) iki adet *P. graminea* izolatu kullanarak 53 adet arpa genotipinin arpa çizgili yaprak lekesine dayanıklılıklarını incelemiştir. Üç genotipte hiç belirti görülmemiş ve iki genotipte ise belirtiler %5' den küçük bulunmuştur.

Arru vd. (2003a) farklı jenerasyonlardan 19 adet arpa çizgili yaprak lekesine dayanıklı arpa hattının, 19 adet dayanıklı- hassas karışık F2 jenerasyonundan oluşan arpa hattının ve 150 adet arpa aksesyonunun Dg2 ve Dg5 *D. graminea* izolatlarına karşı olan dayanıklılıklarını *Rdg2a* geni ile ilişkili MWG2018 markörü ile değerlendirmiş ve markörü arpada arpa çizgili yaprak lekesi dayanıklılığını ölçmek için işlevsel bulmuştur. Dg2 ve Dg5 izolatlarına arpa genotipleri farklı derecelerde dayanıklılık göstermiştir.

Rebelle, Proctor, Vada, Alf ve Rondo çeşitleri yüksek virülensliğe sahip bu iki izolata karşı dayanıklı olarak bulunmuştur. Diğer genotipler Dg2 izolata karşı dayanıklı ancak Dg5 izolata karşı hassas olarak bulunmuştur. Bitkilerin enfekte oranı %50 (hat 803), %80 (Thibaut, Haruna Nijo, Galleon) ve daha fazlası olarak kaydedilmiştir.

Ulus ve Karakaya (2007) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada 15 arpa çeşidi (Tokak 157/37, Cumhuriyet 50, Yerçil 247, Bülbül 89, Erginel 90, Tarm 92, Karatay 94, Orza 96, Kırıl 94, Sladoran, Çetin 2000, Çumra 2001, Aydanhanım, Sur 93, Avcı 2002) fide dönemlerinde arpa çizgili yaprak lekesi etmeni *D. graminea*'ya karşı gösterdikleri reaksiyonlar bakımından incelenmiştir. Bu çalışmada Ankara'nın farklı bölgelerinden elde edilen 5 farklı *D. graminea* izolatu kullanılmıştır. İzolatlar arasında virülens farklılıkları gözlenmiş ve en virulent izolat Dg3 (ortalama hastalık oranı %39) izolatu olarak bulunmuştur. Çumra 2001 ve Yerçil 147 çeşitleri beş izolata; Sladoran çeşidi ise 4 izolata karşı dayanıklı olarak bulunmuştur. Erginel 90, Orza 96, Çetin 2000 ve Aydanhanım çeşitleri üç izolata karşı hassas olarak değerlendirilmiştir.

Bayraktar ve Akan (2012) Türkiye'de çeşitli illerden toplanan 13 *D. graminea* izolatını 48 arpa çeşidine inokule ederek çeşitlerin dayanıklılıklarını gözlemlemişler ve Durusu, Balkan 96 (Igri), Çumra 2001 ve Anadolu 98 çeşitlerini dayanıklı olarak bulmuşlardır. 45 adet *D. graminea* izolatu ISSR ve RFLP yöntemleriyle incelenmiş ve izolatlar %12 farklılıkla 4 farklı grupta sınıflandırılmıştır. Türk izolatları İtalyan izolatları ile farklı gruplanmıştır. Türk izolatlarının genetik olarak homojen ve tek bir gen havuzundan oluştuğu önerilmiştir.

Çelik vd. (2016) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada 20 adet arpa yerel çeşidi ve üç adet arpa çeşidi (*Hordeum vulgare* L.) arpa çizgili yaprak lekesine dayanıklılıkları bakımından sera koşullarında incelenmiştir. Bu çalışmada Türkiye'nin farklı noktalarından elde edilen *D. graminea* izolatları kullanılmıştır. Çumra 2001 çeşidi tüm izolatlara dayanıklılık göstermiştir. Atılır ve Larende çeşitleri ise 9 izolata hassas olarak bulunmuştur. İzolatlar virülenslikleri bakımından çeşitlilik göstermiştir. Virülensliği en yüksek izolat Konya (Bozkır) izolatu en düşük izolat ise Ankara (Haymana) izolatu olarak tespit edilmiştir.

23 adet kavuzsuz arpa hattı Kayseri, Eskişehir ve Ankara illerinden elde edilen üç *D. graminea* izolatıyla arpa çizgili yaprak lekesine olan dayanıklılıkları bakımından incelenmiştir. Kayseri izolatu en virulent izolat olarak bulunmuş olup sadece bir hat bu izolata karşı dayanıklı bulunmuştur. İki adet arpa hattı Eskişehir izolatına ve 5 adet arpa hattı Ankara izolatına karşı dayanıklı olarak bulunmuştur. Kayseri izolatına 3 hat, Eskişehir izolatına 11 hat ve Ankara izolatına 3 hat orta derecede dayanıklılık göstermiştir. Hat #2 tüm izolatlara dayanıklı olarak bulunmuştur. Hat #6 Ankara izolatına dayanıklı diğer iki izolata orta dayanıklı olarak bulunmuştur. Hat #23 ise tüm izolatlara orta derece dayanıklı olarak değerlendirilmiştir (Çelik Oğuz vd. 2017).

Karakaya vd. (2017) İran'ın Kuzeybatı bölgesinden elde edilen 25 adet yerel arpa çeşidini üç adet *D. graminea* izolatu kullanılarak arpa çizgili yaprak lekesine olan reaksiyonları bakımından incelemişlerdir. *D. graminea* izolatları Kayseri, Ankara ve Eskişehir illerinden elde edilmiştir. İzolatların ortalama virülenslik dereceleri sırasıyla yüzde 31.12, 14. 74 ve 15. 95 olarak bulunmuştur. Yerel çeşit #9 Kayseri ve Eskişehir izolatlarına dayanıklı, Ankara izolatına orta derecede dayanıklı olarak bulunmuştur. Yerel çeşit #21 Eskişehir ve Ankara izolatlarına dayanıklı, Kayseri izolatına orta derece dayanıklı olarak bulunmuştur. Yerel çeşitler #3 ve #22 bir izolata dayanıklı, iki izolata ise orta derecede dayanıklı reaksiyon göstermiştir. Yerel çeşitler #7 ve #11 tüm izolatlara orta derecede dayanıklılık göstermiştir.

Benkorteby-LYazidi vd. (2019) Cezayir'in farklı bölgelerinde elde edilmiş 9 adet *P. graminea* izolatını kullanarak Cezayir'in en çok tercih edilen üç çeşidinin de dahil olduğu Cezayir varyetelerinin dayanıklılık durumlarını incelemişlerdir. Minnesota 23 arpa çeşidi %5'den az hastalık reaksiyonu ile ve 18/17/7L2 hattı koleksiyon içinde izolatlara en dayanıklı olanlar ve en yüksek verime sahip olanlar olarak belirlenmiştir.

Çelik Oğuz (2019) 30 yabancı arpa (*H. spontaneum*) genotipinin ve 30 arpa yerel çeşidinin Eskişehir ve Yozgat illerinden elde edilen iki adet *Drechslera graminea* izolatına dayanıklılık durumlarını incelemiştir. İzolatlar arasında virülenslik farkı bulunmuştur. *H. spontaneum* genotipleri %23 ve %63 oranlarıyla, arpa yerel çeşitleri ise %43 ve %90 oranlarıyla sırasıyla Yozgat ve Eskişehir izolatlarına dayanıklı

bulunmuştur. *Hordeum spontaneum* genotiplerinden 13, 24, 27, 29, 54, 86 ve 91 iki izolata da dayanıklı olarak bulunmuştur. Genotip 14 ve 32 ise Yozgat izolatına orta derecede dayanıklılık gösterirken Eskişehir izolatına dayanıklı olarak bulunmuştur. Arpa yerel çeşitlerinden 21, 37, 38, 39, 40, 73, 98, 128, 139, 153, 159, 167 ve 171 iki izolata da dayanıklılık göstermiştir. Yerel çeşit 8 ise yine bu iki izolata orta derecede dayanıklı olarak bulunmuştur. Arpa yerel çeşidi 3, 20, 24, 71, 101, 103, 104 ve 160 Yozgat ve Eskişehir izolatlarına orta derecede dayanıklılık göstermiştir.

Arpada bu etmene karşı dayanıklılık sağlayan gen bölgelerinin tespitine dair moleküler çalışmalar yapılmaktadır.

Tacconi vd. (2001) tarafından yüksek virülensliğe sahip izolat Dg2'ye karşı dayanıklılık sağlayan geni taşıyan Thibaut çeşidinin hassas çeşit Mirco ile geri melezlenmesi sonucu yakın izogenik hatlar (NILs) elde edilmiştir. Direnç geninin ayrılması 128 bitkiden oluşan F₂ popülasyonunda ve F₂ bitkilerinden oluşan F₃ hattında izlenmiştir. Bu ayrılma tek bir gen için 1:2:1 oranına uymaktadır. Yakın izogenik hatlar kullanılarak dayanıklılık geni ile ilişkili RAPD markörü tanımlanmıştır ve çoğaltılan sekansa özel sekansa spesifik (STS) primerler tasarlanmıştır. Rekombinant inbred hatların (RIL) popülasyon haritalamasında AFLP tabanlı harita kullanılarak arpanın 7HS (1S) kromozomuna bu markörler konumlandırılmıştır. Arpanın 7HS kromozomunun telomerik bölgesini haritalamak için RFLP'den STS ve CAPS markörü ve üç adet PCR tabanlı markör geliştirilmiştir. Bu markörlerin ayrılışı F₂ popülasyonunda takip edilmiştir ve haritada dayanıklılık genine olan konumları belirlenmiştir. Sonuç olarak *Rdg2a* olarak belirlenen Thibaut dayanıklılık geni 7HS arpa kromozomunda tespit edilmiştir. *Rdg2a* geni OPQ-9700 ve MWG2018 markörleri tarafından kuşatılmıştır. OPQ-9700 markörü gene 3.1 cM, MWG2018 markörü ise 2.5 cM uzaklıkta bulunmuştur. PCR tabanlı markör MWG2018'in seleksiyon destekli arpa ıslah programlarına olan uygunluğu tartışılmıştır.

Haegi vd. (2008) tarafından dayanıklı genotip NIL3876-*Rdg2a* ve hassas yakın izogenik hat (NIL) Mirco-*rdg2a* *D. graminea*'ya olan dayanıklılıkları bakımından moleküler olarak incelenmiştir. Dayanıklı genotipin embriyosunda skutellar düğümde fungal

gelişme dururken hassas yakın izogenik hatta skutellar düğümü geçmiş ve embriyonun içine girmiştir. Dayanıklı ve hassas yakın izogenik hatlar ayırıcı özellik olan olan fenolik bileşenlerin birikiminde UV otoflorans ve toluidin mavisi ile boyamada farklı seviyeler göstermiştir.

L94 (hassas) × Vada (dayanıklı) çaprazlanması ile 103 adet ve Arta (hassas) × *Hordeum spontaneum* 41-1 (dayanıklı) çaprazlanması ile elde edilen 194 rekombinant inbred hat (RIL) *P. graminea*'ya karşı olan dayanıklılık lokusunu tanımlamak için yüksek virülensliğe sahip Dg2 ve Dg5 arpa çizgili yaprak lekesi izolatları kullanılarak test edilmiştir. İki popülasyonda 2HL kromozomunda Vada ve *H. spontaneum* 41-11'den gelen majör bir gen pozitif alleliyle birlikte saptanmıştır. Gen bölgesindeki yaygın markörler haritaların karşılaştırılmasını ve dayanıklılık lokusunda örtüşen yerlerin vurgulamasını sağlamıştır. Bu çalışma ile bulunan dayanıklılık lokusunun harita pozisyonunun daha önceden Alf genotipinde haritalanan ve 'botanik' arpa hattı *H. laevigatum*'dan elde edilen ile aynı olduğu için araştırmacılar Vada ve *H. spontaneum* 41-1 deki arpa çizgili yaprak lekesi dayanıklılığının aynı *Rdg1a* tarafından meydana getirildiğini ve *Rdg1a* dayanıklılığının arpanın atası *H. spontaneum*'a dayanabileceğini belirtmişlerdir (Biselli vd. 2010).

P. graminea'ya karşı dayanıklılık sağlayan *Rdg2a* lokusu Thibaut genotipinde birbirine yüksek oranda benzeyen üç adet paralogdan bir gen ailesi oluşturmaktadır. Bu gen ailesinde sadece bir üye arpa çizgili yaprak lekesi izolatı Dg2'ye dayanıklılık sağlayan (*Rdg2a*) CC (coiled coil) -NB (nucleotide binding)-LRR (leucine rich repeats) proteini üretir. Genomun evrimini ve *Rdg2a* lokusundaki çeşitliliği incelemek için arpa çizgili yaprak lekesine dayanıklı (Thibaut) ve hassas (Mirco) olan iki çeşit karşılaştırılmıştır. Morex'de sekansın yüksek oranda korunmasına rağmen bu durum üç adet ana silinmeyi de içeren birkaç yeniden düzenlemeyle kesintiye uğramıştır. 13,962 bp'nin ana delesyonu büyük ihtimalle *Rdg2a* paralogları arasında eşit olmayan crossing over sonucu oluşmuş olup kimerik Morex *rdg2a* geninin meydana gelmesini sağlamıştır. Bu gen de arpa çizgili yaprak lekesini tespit edebilir seviyede dayanıklılık ile ilişkili değildir. Yirmidokuz adet *H. vulgare* hattı ve bir *H. vulgare* ssp. *spontaneum* aksesyonu ile yapılan *Rdg2a* lokusundaki genik ve intergenik bölgelerin PCR analizleri ekimi

yapılan arpa gen havuzunda büyük haplotip değişkenliği göstermiştir. Bu da bu lokusta hızlı ve son zamanlarda olan ayrışmayı göstermiştir. Thibaut gibi *Rdg2a* lokusunda aynı haplotipi gösteren arpa genotipleri allel resekanslama yolu ile *Rdg2a* allel madenciliği için seçilmişler ve iki hatta CC-NB ve LRR kodlayan domainlerde aminoasit değişkenliğine yol açan polimorfik nükleotidler tanımlanmıştır. *Rdg2a* alellerindeki nükleotid çeşitliliğinin analizleri polimorfik alanların pozitif seleksiyona tabi tutulduğunu ortaya çıkarmıştır. LRR kodlayan domainde kuvvetli pozitif olarak seçilmiş bölgelerin bulunması pozitif seleksiyon ve homolog lokuslardaki farklılığın muhtemelen arpa genetik havuzundaki *Rdg2a* lokusunda ki yüksek çeşitliliğin oluşmasındaki yüksek çeşitliliği temsil etmesini akla getirmektedir (Biselli vd. 2013).

Faccini vd. (2021) 206 adet yazlık iki sıralı arpadan oluşan Avrupa költivar setini yüksek virölensliğe sahip Dg2 izolatu ile yapay olarak inokule etmiş ve enfeksiyon oranlarında yüksek varyasyon gözlemlemiştir. Ortalama olarak eski költivarlar yenilere göre daha dayanıklı olarak bulunmuşlardır. 400’den fazla SNP ile genom boyutlu ilişkilendirme haritası yapılmış ve 6H kromozomunun kısa kolunda *P. graminea*’ya karşı dayanıklılık sağlayan daha önce tespit edilmemiş QTL tespit edilmiştir. Referans arpa genomunun son versiyonuna göre kinaz domainine sahip proteinleri kodlayan genler lokus için aday gösterilmiştir (Faccini vd. 2021).

2.3 *Pyrenophora graminea* İzolatları Arasındaki Virölens Farklılığını İnceleyen Çalışmalar

Pyrenophora graminea izolatlarının költürleri arasında farklılık olabilir (Hammouda 1988). Tek spor izolatları arasında morfolojik farklılıklar vardır (Mohammad ve Mahmood 1976).

Patojen popölasyonunun yapısının bilinmesi etmene karşı dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesinin hedeflendiği ıslah programlarında etkin uygulamaların belirlenebilmesi için önemlidir (Bembelkacem vd. 2000a).

Bembelkacem vd. (2000b) Cezayir' in farklı bölgelerinden toplanan 19 adet Cezayir ve bir adet Suriye izolatını 9 adet arpa varyetesi üzerinde test etmiştir. Tüm izolatların farklı virülenslik spektrumunda olduğu bulunmuştur. *P. graminea* popülasyonlarının ülke ve bölge bazında varyasyon gösterdiği bildirilmiştir.

Arabi ve Jawhar (2004) Suriye'nin farklı bölgelerinde elde ettikleri izolatların virülensliklerinde çeşitlilik gözlemlemişlerdir.

Ulus ve Karakaya (2007) 5 adet *D. graminea* izolatı kullandıkları çalışmada izolatların virülensliğinde farklılık tespit etmiştir.

Bayraktar ve Akan (2012) Türkiye'nin çeşitli bölgelerinden ve İtalya'dan elde ettikleri toplamda 45 adet olan *D. graminea* izolatlarının patojenik varyasyonlarını incelemiş ve izolatlar arasında önemli farklılıklar bulmuştur. Arpa çizgili yaprak lekesi enfeksiyonları %0,71 ve %36,14 arasında değişmiştir. Ankara- Haymana'dan elde edilen izolat 1003 en virulent izolat ve Afyon'dan elde edilen izolat 1010 en az virulent olan izolat olarak bulunmuştur.

Çelik vd. (2016) bazı arpa yerel çeşitlerinin ve genotiplerinin *D. graminea* izolatlarına gösterdikleri reaksiyonları inceledikleri çalışmada Türkiye'de 10 farklı lokasyondan elde ettikleri 10 adet *D. graminea* izolatının virülenslik seviyelerini farklı bulmuşlardır. Konya (Bozkır) izolatı en virulent izolat olarak belirlenmiştir. Konya izolatını Yozgat, Konya (Altınekin), Ankara (Akyurt) ve Afyon izolatları takip etmiştir. Ankara (Haymana) izolatı en düşük virülensliğe sahip izolat olarak belirlenmiş olup genel hastalık yapma yüzdesi 1.51 olarak bildirilmiştir. Bu izolatı genel hastalık oluşturma yüzdesi 8.5 ile Kayseri izolatı takip etmiştir. Virülenslik seviyelerindeki farklılığa ek olarak izolatların gelişmesinde ve koloni karakterlerinde de farklılık gözlemlenmiştir.

3. MATERİYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Hastalıklı bitki örneklerinin temini

Türkiye'nin farklı bölgelerindeki arpa tarlalarından arpa çizgili yaprak lekesi etmeni tarafından hastalandırılan arpa bitkilerinden yaprak örnekleri toplanmıştır. Toplanan örnekleri kurutma kâğıtları arasına yerleştirilmiş ve Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Fitopatoloji Laboratuvarına getirilmiştir. Yaprak örneklerinin bulunduğu kâğıtlar periyodik olarak değiştirilerek örnekler kurutulmuştur.

3.1.2 Arpa çeşit ve genotiplerin temini

Bu yüksek lisans tezi kapsamında 10 adet yabani arpa (*Hordeum spontaneum*) genotipi, 10 adet yerel çeşit (köy çeşidi) ve 12 adet çeşit seçilmiştir (Çizelge 3.1). Yerel çeşitler ve yabani genotipler Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümünden, çeşitler ise Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü'nden temin edilmiştir.

Çizelge 3.1.Kullanılan tescilli çeşit, yerel çeşit ve yabani arpa genotipleri

Çeşit	Yerel Çeşit	Yabani Arpa Genotipi (<i>H. spontaneum</i>)
Cirit	L90	W1
Misket	L115	W41
Sabribey	L153	W91
Beşparmak	L139	W38
Ayrancı	L171	W65
Sinanbey	L167	W60
Martı	L18	W13
Larende	L74	W86
Çumra 2001	L200	W44
Avcı 2002	L98	W29
Thibaut		
Mirco		

3.2 Yöntem

3.2.1 *Pyrenophora graminea* izolatlarının elde edilmesi

Arpa çizgili yaprak lekesi hastalığı görülen arpa tarlalarından enfekteli yapraklar toplanarak kağıt zarf içinde Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü laboratuvarına getirilmiştir. Toplanan hastalıklı yapraklardan 10 adet seçilmiş ve seçilen her yapraktan hastalıklı ve sağlıklı dokuyu içerecek şekilde küçük parçalar kesilmiştir. Bu parçalar 3 dakika %1'lik Sodyum Hipoklorit (NaOCl) çözeltisinde yüzey sterilizasyonuna tabi tutulduktan sonra steril su ile durulanmıştır. Durulanan yaprak parçaları steril kurutma kâğıdı ile kurutulduktan sonra Patates Dekstroz Agar (PDA) ortamına aktarılmıştır. PDA'da gelişen kültürlerden hif ucu yöntemiyle saf *P. graminea* izolatları oluşturulmuştur. Bu 10 izolat önceki çalışmalarla hassas olduğu belirlenmiş Larende çeşidinin tohumlarına sandviç yöntemiyle inokule edilmiştir (Mohammad ve Mahmood 1974). Bu tohumlardan elde edilen enfekteli fideler ekimden 60 gün sonra Tekauz (1983) ıskalasına göre arpa çizgili yaprak lekesi hastalığı bakımından fenotipik olarak değerlendirilmiştir. Larende çeşidinde yapılan fenotipik değerlendirmeler sonucu Dg80 izolatı yüksek derecede virulent, Dg26 izolatı orta derecede virulent ve Dg8 izolatı da düşük derecede virulent olarak sınıflandırılarak bu çalışma için seçilmiştir. Bu izolatlar Şanlıurfa ve Ankara, Haymana'dan elde edilmişlerdir.

3.2.2 Tohum inokulasyonu ve bitkilerin yetiştirilmesi

Arpa tohumları sandviç metodu kullanılarak inokule edilmiştir. Enfekteli bitkilerden hif ucu metoduyla elde edilen Dg80, Dg26 ve Dg8 izolatları kullanılmıştır. 90 mm'lik steril Petri kutularına 30-35 mL PDA dökülmüş ve *P. graminea* izolatları aşılanmıştır. Her çeşit ve genotip için üç tekerrür hazırlanmıştır. Petri kutuları 22°C'de 10 gün muhafaza edilerek fungusun PDA'nın yüzeyinin tamamen kaplayacak kadar gelişmesi beklenmiştir. Daha sonra tohumlar %1'lik NaOCl ile 3 dakika yüzey sterilizasyonuna tabi tutulmuş ve steril su ile durulama işlemi uygulanmıştır. Her Petri kutusuna 10 adet tohum Petri kutusunun yarısını kaplayacak ve tohumlar birbirine değmeyecek şekilde

yerleştirilmiştir. PDA'nın diğer yarısı tohumların yerleştirildiği kısmın üzerine ters çevrilip kapatılmıştır (Şekil 3.1). Petri kutuları ışık altında 22°C'de 72 saat tutulduktan sonra çimlenmeye bağlı olarak 5-7 gün 4°C'de inkübe edilmiştir (Mohammad ve Mahmood 1976).



Şekil 3.1 *Pyrenophora graminea* izolatlarının geliştiği Petri kutularına tohumların yerleştirilmesi ve tohumların inokulasyonunda kullanılan sandviç metodu

İnkübe edilmiş tohumlar agar sandviçlerinin arasından çıkartılıp kum, hayvan gübresi ve toprak (1:1:3 v/v/v) karışımı bulunan 10 cm çapındaki saksılara ekilmiştir. Her saksıya 10 adet arpa tohumu ekilmiştir. Her çeşit ve genotip için 3 tekerrür yapılmış ve toplamda 180 adet saksı kullanılmıştır. Sıcaklığı 10-22 ± 3 °C arasında değişen sera koşullarında bitkiler gerektiği zaman sulanmış ve diğer bakım işlemleri yapılmıştır.

Rdg2a lokusunun taranacağı DNA'lar için her genotip ve çeşit 10 cm çapındaki saksılara her saksıda 3 adet tohum olacak şekilde ekilmiştir. Sera koşullarında 10-22 ± 3 °C arasında değişen sıcaklıklarda gerekli bakım işlemleri yapılmış ve gerektiği zaman sulama yapılmıştır. İzolasyon için iki-iki buçuk yaprağa sahip bitkiler kullanılmıştır.

3.2.3 Hastalığın fenotipik olarak değerdendirmesi ve verilerin analizi

Arpa çizgili yaprak lekesi hastalığına neden olan *Pyrenophora graminea* ile enfekteli arpa bitkilerinde hastalık değerdendirmesi toprağı ekimden 60 gün sonra Tekauz (1983) tarafından geliştirilen 1-3 ıskalasına göre yapılmıştır.

Tekauz (1983)'un 1-3 ıskalasında;

1: Dayanıklı (% çizgi enfeksiyonu <%5) = D

2: Orta Dayanıklı (% çizgi enfeksiyonu %5-17) = OD

3: Hassas (% çizgi enfeksiyonu > %17) = H olarak üç sınıf değeri yer almaktadır.

3.2.4 DNA izolasyonu

Arpa çeşit ve genotiplerinin DNA izolasyonu CTAB yöntemi (Allen vd. 2006) kullanılarak yapılmıştır.

DNA izolasyonu için arpa genotip ve çeşitleri 5 cm saksılara her saksıda 3 adet tohum olacak şekilde ekilmiştir. Bitkiler iki- ikibuçuk yapraklı (büyüme devreleri 11-12-13, Zadoks vd. 1974) dönemde iken bitkinin yaprak kısmından 5 cm'lik örnekler alınmıştır. Yaprak örnekleri 2 mL'lik mikrotüplerde sıvı azotla çubuk yardımıyla toz hale gelinceye kadar ezilmiştir. Her tüpe 1200 µL CTAB konulmuştur. Tüpler 65°C' de 30 dk su banyosunda tutulmuştur ve 5-10 dk'lık aralıklarla çevrilmiştir. Daha sonra örnekler 13500 g'de 10 dk santrifüj edilmiştir. Santrifügasyon işlemi sonucunda süspansiyon iki faza ayrılmıştır. Supernatant alttaki faz hareket ettirilmeden alınıp 2 mL'lik tüplere aktarılmıştır. Tüplere 800 µL fenol:kloroform:izoamil alkol (25 :24 :1 v/v/v) eklenmiştir. Oda sıcaklığında 20 dk ters-düz edilerek çalkalanmıştır. Çalkalama işleminden sonra tüpler 13.500 g'de 10 dk santrifüj işlemine tabi tutulmuştur. Santrifüj işlemi sonucunda tüplerden süpernatant alınarak yeni 2 mL'lik tüplere aktarılmıştır. Tüplere önceden -20 °C'de soğutulmuş izopropanol eklenmiştir. Tüpler hafifçe alt üst edilerek oda sıcaklığında 10 dk bekletilmiştir. Süspansiyon bulanıklaşmış halde iken ve

DNA'lar gözle görülmeye başladıktan sonra tüpler 13.500 g'de 10 dk santrifüj edilerek DNA'nın eppendorf tüpün dip kısmında pellet oluşturmaya başlanmıştır. Pelletler hareket ettirilmeden süpernatant tüpten dikkatlice dökülerek uzaklaştırılmıştır. Tüplere 1X TE eklenmiş ve tüplere nazikçe vurulmuştur. 2.5 µL RNase (10mg/mL) eklenerek nazikçe vurma işlemi tekrarlanmıştır. Daha sonra tüpler 37 °C'de 30 dk inkubasyona bırakılmıştır. İnkubasyon tamamlandıktan sonra 25 µL 3M NaAC eklenmiş ve tüplere hafifçe vurulmuştur. Ardından 600 µL soğuk mutlak etanol eklenerek tüpler 5-10 defa alt üst edilmiştir. Daha sonra tüpler -20°C'de 20 dk bekletilmiştir. Bekletilen tüpler 13. 500 g'de 10 dk santrifüj edilmiştir. İşlem sonucu pellet oynatılmadan süpernatant tüpten uzaklaştırılmıştır. Tüplere 500 µL %70'lik etanol (v/v, -20 °C) eklenmiş ve 13.500 g'de 10 dk santrifüj işlemine tabii tutulmuştur. İşlem sonunda tüplerden pellet hareket ettirilmeden süpernatant uzaklaştırılmıştır. Tüpler kapakları açık şekilde kurumaya bırakılmış ve toz girişini önlemek için üstlerine peçete örtülmüştür. Kuruyan tüplere 100 µL dd H₂O eklenerek DNA'ların çözünmesi sağlanmıştır. Daha sonra DNA miktarları nanodrop ile ölçülmüştür.

3.2.4 PCR Uygulamaları, STS ve CAPS analizleri

Tacconi vd. (2001) tarafından belirlenmiş olan *Rdg2a* dayanıklılık lokusu ile bağlantılı 2 STS ve 2 CAPS markörü (Çizelge 3.2) arpa çizgili yaprak lekesi hastalığına karşı 12 adet arpa çeşidi, 10 adet yabani arpa (*H. spontaneum*) genotipi ve 10 adet yerel çeşitte (köy çeşidinde) dayanıklılık taraması yapılmıştır *Rdg2a* dayanıklılık bölgesi için, STS ve CAPS analizi için 90 ng arpa DNA'sı kullanılarak 20 µL (1x reaksiyon tamponu, 2.0 mM MgCl₂, herbiri için 0.2 mM dNTP, her primerden 0.25 uM, 0.4 ünite Taq polimeraz) hacminde çalışılmıştır.

PCR koşulları, 94°C'de 2 dakika boyunca bir döngü; 94°C'de 40 sn 35 döngü, 65°C'de 50 sn (SCQ-9700 primeri için 60°C), 72°C'de 1 dakika ve 20 sn, 72°C'de 6 dakika olacak şekilde yapılmıştır.

CAPS analizinde enzim ile hidroliz için 10 µL PCR ürünü daha sonra 1x restriksiyon enzim tamponu, 5 ünite restriksiyon enzimi ve 0.5 µg/µL asetillenmiş BSA ile 20 µL'lik son hacimde bir gece boyunca 37 °C'de inkübe edilmiştir (Tacconi vd. 2001). Ardından amplifikasyon ürünlerinin fraksiyonları Ethidium-bromid ile boyanmış %2.5 (W/V) agaroz jel (W/V) üzerinde 3 saat 80V'da koşturulmuş ve UV ışık altında görüntülenmiştir. *Rdg2a* dayanıklılık bölgesi için Tacconi vd. (2001) çalışmasında bulunan bant profilleri ve bu gen bölgesini içeren veya içermeyen dayanıklı ve hassas kontrol çeşitlerindeki bant profillerine göre çeşit/genotip sonuçları değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.2. *Rdg2a* lokusu ile bağlantılı STS ve CAPS markörleri. Her bir markör için primerlerin sekansları ve polimorfizmi tespit için kullanılan restriksiyon enzimleri şekilde belirtilmiştir. RAPD primeri OPQ-9'a tekabül eden sekans STS primeri SCQ-9₇₀₀ de belirtilmiştir (Tacconi vd. 2001).

Markör	Primer	Restriksiyon enzimi
MWG2018	5'-CACCATGCTCCCCGTCACCTACCTC 5'-CGTGAACCCGTCGCCCAAGTCTAAG	
ABG704	5'-TCGCCTTCTTCAGATTCCTACCA 5'-ATTACCATGTGCGATATTGTTTCCACTG	<i>Bam</i> HI
PBI35	5'-CTACGTCAGTTAAGCCAGTCC 5'-TTAAAGCAAAAGCGTCTCATC	<i>Nla</i> III
SCQ-9 ₇₀₀	5'-GGCTAACCGAGAAAAGTCGA 5'-GGCTAACCGATACATCATCT	

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Çeşit ve Genotiplerin İzolatlara Reaksiyonları

Çeşit ve genotiplerin her bir izolata gösterdiği reaksiyonlar farklı bulunmuştur ve izolatlarda patojenik varyasyon tespit edilmiştir.

Larende çeşidinde yapılan fenotipik değerlendirmeler sonucu Dg80 izolatu yüksek derecede virulent, Dg26 izolatu orta derecede ve Dg8 izolatu da düşük derecede virulent olarak sınıflandırılarak bu çalışma için seçilmiştir.

Çizelge 4.1 Çeşit ve genotiplerin Dg80, Dg26 ve Dg8 *Pyrenophora graminea* izolatlarına sera koşullarında reaksiyonlarının Tekauz (1983) 1-3 iskalasına göre hastalık yüzdeleri ve sınıf dereceleri

Arpa Çeşit/Genotip İsimleri	İzolatlarda					
	Dg80		Dg26		Dg8	
	Ortalama Hastalık Yüzdesi	Sınıf Derece	Ortalama Hastalık Yüzdesi	Sınıf Derece	Ortalama Hastalık Yüzdesi	Sınıf Derece
Cirit	%55.55	3(H)	%77.78	3(H)	%0	1(D)
Misket	%0	1(D)	%0	1(D)	%0	1(D)
Sabribey	%0	1(D)	%0	1(D)	%0	1(D)
Beşparmak	%84.21	3(H)	%44.44	3(H)	%0	1(D)
Ayrancı	%30	3(H)	%40	3(H)	%11.11	2(OD)
Sinanbey	%0	1(D)	%11.11	2(OD)	%0	1(D)
Martı	%14.29	2(OD)	%0	1(D)	%0	1(D)

Çizelge 4.1 Çeşit ve genotiplerin Dg80, Dg26 ve Dg8 *Pyrenophora graminea* izolatlarına sera koşullarında reaksiyonlarının Tekauz (1983) 1-3 ıskalasına göre hastalık yüzdeleri ve sınıf dereceleri (devam)

Larende	%30	3(H)	%20	3(H)	%0	1(D)
Çumra 2001	%0	1(D)	%0	1(D)	%0	1(D)
Avcı 2002	%26.67	3(H)	%12.25	2(OD)	%0	1(D)
Thibaut	%14.30	2(OD)	%30	3(H)	%0	1(D)
Mirco	%40	3(H)	%66.67	3(H)	%0	1(D)
L90	%21.42	3(H)	%30	3(H)	%30	3(H)
L115	%0	1(D)	37.5	3(H)	%0	1(D)
L153	%0	1(D)	%10	2(OD)	%0	1(D)
L139	%27.27	3(H)	%50	3(H)	%0	1(D)
L171	%53.85	3(H)	%75	3(H)	%0	1(D)
L167	%0	1(D)	%0	1(D)	%0	1(D)
L18	%40	3(H)	%0	1(D)	%0	1(D)
L74	%37.5	3(H)	%66.67	3(H)	%0	1(D)
L200	%73.33	3(H)	%42.85	3(H)	%0	1(D)
L98	%12.5	2(OD)	%14.28	2(OD)	%0	1(D)
W1	%100	3(H)	%100	3(H)	%0	1(D)
W41	%0	1(D)	%0	1(D)	%0	1(D)
W91	%64.29	3(H)	%75	3(H)	%0	1(D)
W38	%100	3(H)	%75	3(H)	%11.11	2(OD)
W65	%100	3(H)	%100	3(H)	%12.5	2(OD)
W60	%100	3(H)	%100	3(H)	%0	1(D)
W13	%100	3(H)	%66.67	3(H)	%0	1(D)

Çizelge 1.4 Çeşit ve genotiplerin Dg80, Dg26 ve Dg8 *Pyrenophora graminea* izolatlarına sera koşullarında reaksiyonlarının Tekauz (1983) 1-3 ıskalasına göre hastalık yüzdeleri ve sınıf dereceleri (devam)

W86	%68.80	3(H)	%83.33	3(H)	%0	1(D)
W44	%100	3(H)	%100	3(H)	%0	1(D)
W29	%85.71	3(H)	%82.5	3(H)	%0	1(D)

Şanlıurfa ilinden elde edilen Dg80 izolatına 30 adet genotip ve çeşitten 3 adet çeşit (Misket, Sabribey ve Çumra 2001); yerel çeşitlerden 1 adet çeşit (L167); yabancı arpa (*H. spontaneum*) genotiplerinden de 1 adet genotip (W41) dayanıklı bulunmuştur. Dg80 izolatına 5 adet çeşit (Cirit, Beşparmak, Ayrancı, Larende ve Avcı 2002), 6 adet yerel çeşit (L90, L139, L171, L18, L74, L200) ve 9 adet (W1, W91, W38, W65, W60, W13, W86, W44, W29) yabancı arpa genotipi hassas reaksiyon vermiştir (Şekil 4.1) (Çizelge 4.1).

Dg26 izolatı da Şanlıurfa ilinden elde edilmiştir. Bu izolata çeşitlerden 4 adet (Misket, Sabribey, Martı ve Çumra 2001), yerel çeşitlerden 2 adet (L167 ve L18) ve yabancı arpalardan 1 adet (W41) genotip dayanıklı reaksiyon vermiştir. Çeşitlerden 2 adet (Sinanbey ve Avcı 2002) ve yerel çeşitlerden 2 adet (L153 ve L98) Dg26 izolatına orta derecede dayanıklı olarak bulunmuştur. 4 adet çeşit (Cirit, Beşparmak, Ayrancı ve Larende), 6 adet yerel çeşit (L90, L115, L139, L171, L74 ve L200) ve 9 adet *H. spontaneum* (W1, W91, W38, W65, W65, W60, W13, W86, W44, W29) genotipi hassas bulunmuştur (Çizelge 4.1).

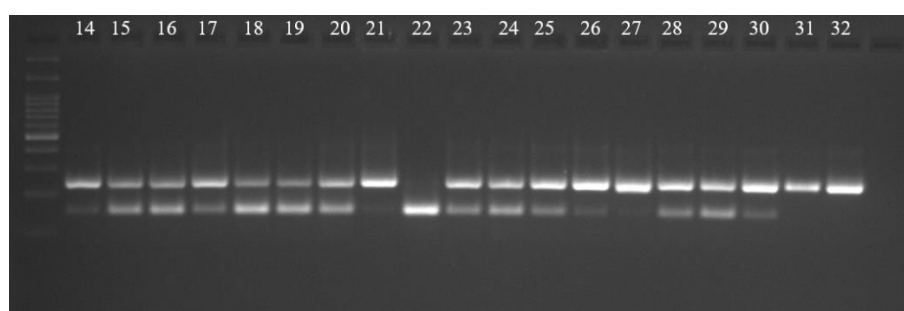
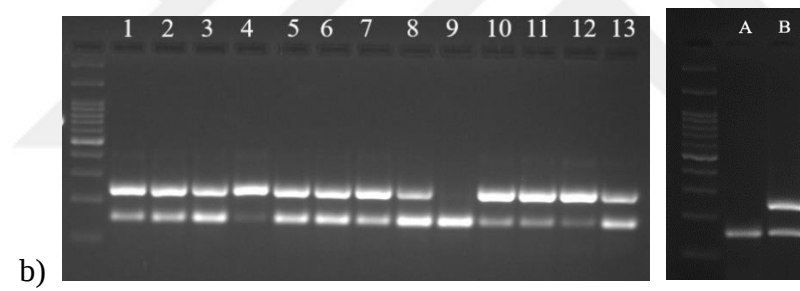
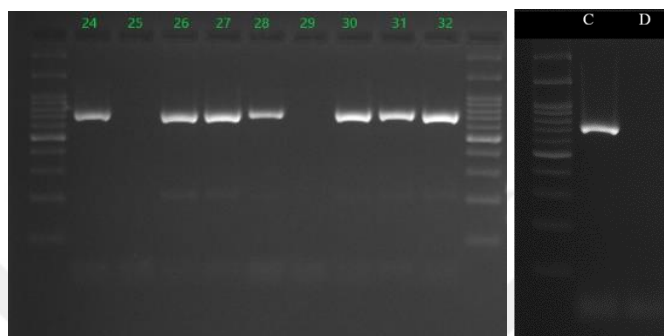
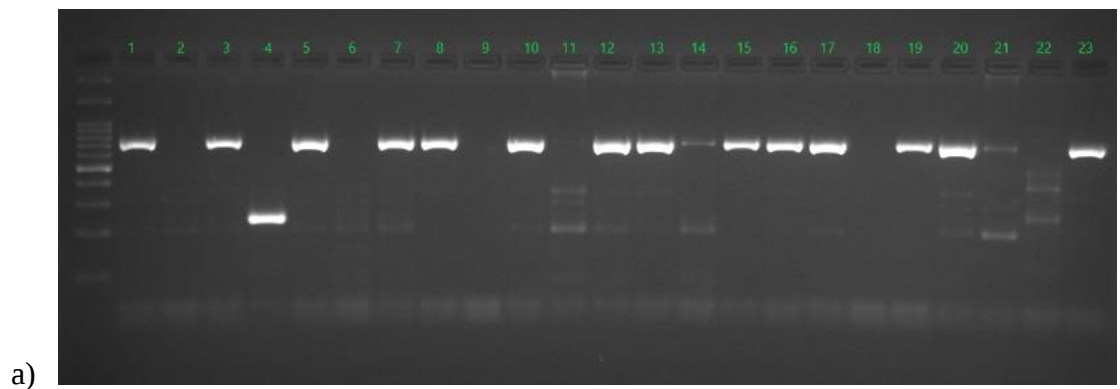


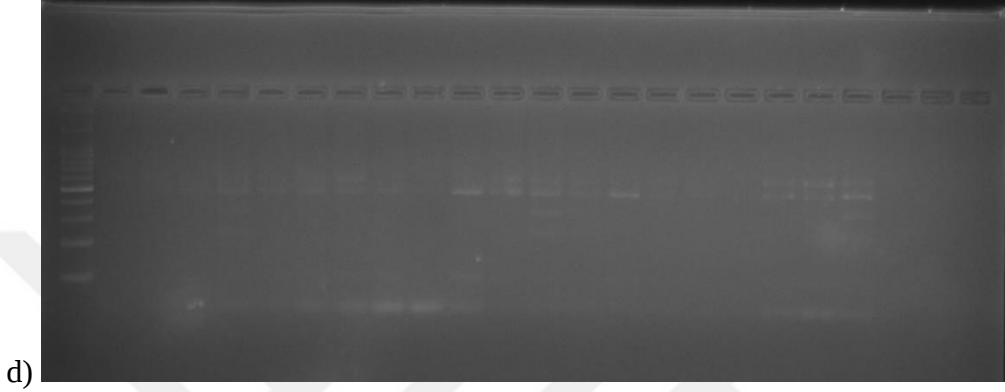
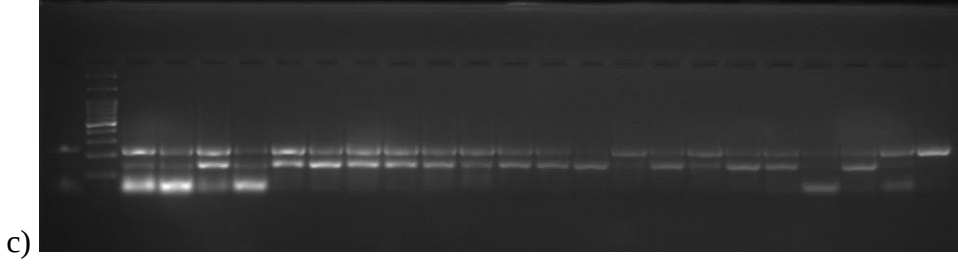
Şekil 4.1 Dg80 izolatının *Hordeum spontaneum* W86 genotipinde neden olduğu belirti

Ankara, Haymana'dan elde edilen Dg8 izolatına 9 çeşit (Cirit, Misket, Sabribey, Beşparmak, Sinanbey, Martı, Larende, Çumra 2001 ve Avcı 2002), 9 adet yerel çeşit (L115, L153, L139, L171, L167, L18, L74, L200 ve L98) ve 8 adet yabancı arpa (W1, W41, W91, W60, W13, W86, W44, W29) genotipi dayanıklı bulunmuştur. Ayrancı çeşidi, yabancı arpa genotipi W65 ve W38 bu izolata orta derecede dayanıklı olarak belirlenmiştir. Sadece L90 arpa yerel çeşidi Dg8 izolatına hassas reaksiyon göstermiştir (Çizelge 4.1).

4.2 STS ve CAPS Markör Sonuçları

STS markörlerinden SCQ-9₇₀₀ markörü *Rdg2a* bölgesine 3.1 cM uzaklıkta bulunmaktadır. Hassas kontrol Mirco çeşidinde 700 bp'de bant gözlenirken dayanıklı kontrol Thibaut çeşidinde bant gözlenmemiştir (Şekil 4.2). Cirit, Sabribey, Ayrancı, Martı, Larende, Avcı 2002, L115, L153, L171, L167, L18, L200, L98, W91, W38, W60, W13, W86 ve W29 700 bp'de bant oluşturmuştur. Beşparmak çeşidi 250 bp'de bant oluşturmuştur. Misket, Sinanbey, Çumra 2001, L90, L139, L74, W1, W41, W65 ve W44, dayanıklı kontrol Thibaut'da olduğu gibi bant oluşturmamıştır.





Şekil 4.2 *Rdg2a* lokusu ile ilişkili PCR temelli markörler. Ethidium-bromide ile boyalı %2,5 agaroz jel;1) Cirit, 2)Misket, 3)Sabribey, 4)Beşparmak, 5) Ayrancı, 6) Sinanbey, 7)Martı, 8)Larende, 9) Çumra 2001, 10)Avcı 2002, 11) L90, 12) L115, 13) L153, 14) L139, 15) L171, 16) L167, 17) L18, 18) L74, 19) L200, 20) L98, 21) W1, 22) W41, 23) W91, 24) W38, 25) W65, 26) W60, 27) W13, 28) W86, 29) W44, 30) W29, 31) Mirco, 32) Mirco, 33) Thibaut A) Çumra 2001, B) Thibaut, C) Mirco, D) Thibaut; a)STS markörü SCQ-9₇₀₀ b) STS markörü MWG2018 c) CAPS markörü ABG704 d) CAPS markörü PBI35

STS markörlerinden MWG2018 markörü *Rdg2a* bölgesine en yakın markör olup 2.5 cM uzaklığındadır. Dayanıklı çeşit Thibaut 150 bp ve 250bp da bant verirken hassas çeşit Mirco sadece 250 bp da bant vermiştir. Cirit, Misket, Sabribey, Ayrancı, Sinanbey, Martı, Larende, Avcı 2002, L90, L115, L153, L139, L171, L167, L18, L74, L200, L98, W91, W38, W65, W60, W86, W44 ve W29 çeşit ve genotipleri Thibaut ile aynı bant desenini göstermiştir. Her üç izolata da dayanıklı olan Misket, Sabribey, Çumra 2001, L167 ve W41 genotiplerinden Misket, Sabribey ve L167 çeşitleri Thibaut aynı bant desenini sergilemişlerdir. Beşparmak çeşidi, W1 ve W13 genotipleri 250 bp’de bant vererek Mirco çeşidi ile uyumlu olarak bulunmuştur. Fenotipik olarak tüm izolatlara dayanıklı bulunan Çumra 2001 çeşidi ve W41 genotipi ise alternatif bant deseni sergileyerek 150 bp’ de tek bant vermiştir.

MWG2018 markörü ile tarandığında dayanıklı kontrol çeşidi (Thibaut) ile bant profili uyumlu olan Cirit, Misket, Sabribey, Ayrancı, Sinanbey, Martı, Larende, Avcı 2002, L90, L115, L153, L139, L171, L167, L18, L74, L200, L98, W91, W38, W65, W60, W86, W44 ve W29 genotiplerinin *Rdg2a* direnç genini taşıyabileceği düşünülmektedir. Dayanıklı kontrol çeşidi Thibaut ile bant profili uyumlu olan genotip ve çeşitlerden Misket, Sabribey ve L167 yerel çeşidi fenotipik olarak da üç izolata dayanıklı bulunmuştur.

Çalışmada kullanılan *Rdg2a*'ya en uzak (27.8 cM) olan CAPS markörü PBI35 izolatların yarısından fazlasında çalışmamış ve dayanıklı ve hassas izolatlar açısından net bir farklılık ortaya konulamamıştır.

Rdg2a'ya 5.8 cM uzaklıktaki CAPS markörü ABG704 ile de diğer CAPS marköründe olduğu gibi dayanıklı ve hassas izolatları ayıracak bir farklılık ortaya konulamamıştır.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada 12 adet arpa çeşidi, 10 adet yerel çeşit (köy çeşidi) ve 10 adet yabancı arpa (*H. spontaneum*) genotipi Şanlıurfa ve Ankara, Haymana'dan elde edilen 3 adet *P. graminea* izolatına karşı gösterdikleri reaksiyonlar bakımından değerlendirilmiştir. İzolatlar çeşit ve genotiplerde farklı reaksiyonlara neden olmuştur. İzolatlar arasında patojenik varyasyon görülmüş olup virülenslik dereceleri farklı bulunmuştur. Arpa çeşitleri, yerel çeşitler ve yabancı arpa genotipleri arpa çizgili yaprak lekesi hastalığına farklı reaksiyonlar göstermiştir. Farklılıkların bitkilerin dayanıklılık özellikleri (genetik yapısı) ve izolatlar arasındaki patojenik varyasyondan kaynaklandığı düşünülmektedir. MWG2018 markörü ile tarandığında dayanıklı çeşit Thibaut ile aynı bant desenini veren ancak fenotipik olarak dayanıklı bulunmayan çeşitler Dg 80 ve Dg26 izolatlarının virülensliğinin oldukça yüksek olduğunu ve bu gen bölgesinin bu izolatlara karşı dayanıklılık sağlayamadığını göstermiştir. Benzer bir şekilde Arru vd. (2003) Thibaut çeşidinin kullandıkları Dg2 izolatına dayanıklılık gösterdiğini, Dg5 izolatına ise hassasiyet gösterdiğini belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda fenotipik değerlendirmede her üç izolata da dayanıklı çıkan bazı çeşit ve genotipler MWG2018 markörü ile tarandığında dayanıklı çeşit Thibaut ile aynı bant desenini oluşturmamışlardır. Bu durum söz konusu çeşit ve genotiplerin dayanıklılığının başka mekanizmalar tarafından yönetilebileceğini düşündürmektedir.

Tohum inokulasyonunda tercih edilen sandviç metodu çeşitli çalışmalarda farklı araştırmacılar tarafından da tercih edilmiş ve güvenilir olduğu bildirilmiştir (Mohammad ve Mahmood 1974, Çetin vd. 1995, Ulus ve Karakaya 2007, Bayraktar ve Akan, 2012).

Çelik vd. (2016) yaptığı çalışmada arpa yerel çeşitleri ve hatlarını arpa çizgili yaprak lekesi etmeni *D. graminea* izolatlarına olan dayanıklılıkları bakımından incelemiştir. Çumra 2001 çeşidi Konya, Altıntekin izolatına dayanıklı (%3.33), Konya, Bozkır izolatına dayanıklı (%3,7), Ankara, Akyurt izolatına dayanıklı (%0), Ankara Haymana izolatına dayanıklı (%0), Eskişehir izolatına dayanıklı (%1.41), Bilecik izolatına

dayanıklı (%0), Afyon izolatına dayanıklı (%0), Kayseri izolatına dayanıklı (%0), Sivas izolatına dayanıklı (%4.67) ve Yozgat izolatına da dayanıklı (%0) bulunmuştur.

Ulus ve Karakaya (2007) 15 adet arpa çeşidinin Ankara'dan elde edilen 4 adet *D. graminea* izolatına olan reaksiyonlarını inceledikleri çalışmada Çumra 2001 çeşidini bütün izolatlara dayanıklı olarak bulunmuşlardır. Avcı 2002 çeşidinin ise sadece Haymana, Ankara izolatına hassas olduğu, diğer 3 izolata dayanıklı olduğu tespit edilmiştir. Bizim çalışmamızda da Çumra 2001 çeşidi tüm izolatlara karşı dayanıklı olarak bulunmuştur. Avcı 2001 çeşidi ise Dg80 izolatına hassas, Dg26 izolatına orta derecede dayanıklı, Dg8 izolatına ise dayanıklı olarak bulunmuştur.

Bayraktar ve Akan (2012) yaptıkları çalışmada arpa çeşitlerini 13 adet *D. graminea* izolatına olan dayanıklılıkları bakımından değerlendirmişlerdir. Çumra 2001 çeşidi 13 izolata, Larende çeşidi 5 ve Avcı 2002 çeşidi 7 izolata dayanıklı bulunmuştur. Bizim çalışmamızda ise Çumra 2001 çeşidi %0 hastalık oranıyla tüm izolatlara karşı dayanıklı bulunmuştur. Larende çeşidi Dg80 izolatına %30, Dg26 izolatına %20 reaksiyon göstermiş ve Dg8 izolatına dayanıklı olarak bulunmuştur. Avcı 2002 çeşidi Dg80 izolatına %26.67 oranında, Dg26 izolatına %12.25 oranında ve Dg8 izolatına ise %0 oranında hastalık reaksiyonu vermiştir.

Çelik Oğuz (2019) *D. graminea* izolatlarına karşı 30 arpa yerel çeşidini ve 30 yabancı arpa (*H. spontaneum*) genotipini dayanıklılıkları bakımından incelemiştir. *Hordeum spontaneum* W1 yabancı arpa genotipi Yozgat ve Eskişehir izolatlarına hassas (%100 ve %22.2) bulunmuştur. *H. spontaneum* 29 genotipi Yozgat ve Eskişehir izolatlarına dayanıklı (ikisi de % 0) olarak bulunmuştur. Genotip 38 Yozgat izolatına hassas (%66.6) ve Eskişehir izolatına dayanıklı (%0) olarak bulunmuştur. Genotip 44 Yozgat izolatına hassas (%33.33) ve Eskişehir izolatına orta dayanıklı (%16.6) olarak bulunmuştur. Yabancı arpa genotipleri 86 ve 91 Yozgat ve Eskişehir izolatlarına dayanıklı (%0) reaksiyon göstermiştir. Bu tez kapsamında yapılan çalışmada W1 genotipi Dg80 ve Dg26 izolatlarına hassas (%100) reaksiyon gösterirken Dg8 izolatına dayanıklı (%0) bulunmuştur. W38 genotipi Dg80 izolatına hassas (%100), Dg26 izolatına hassas (%75) ve Dg8 izolatına orta dayanıklı (%11.11) bulunmuştur. Dg80 ve

Dg26 izolatları W44 genotipinde hassas (%100) reaksiyon oluşturmuş, Dg8 izolatına ise dayanıklı (%0) reaksiyon vermiştir. W86 genotipi Dg80 ve Dg26 izolatlarına hassas (%68,80 ve 83,33) ve Dg8 izolatına dayanıklı (%0) reaksiyon göstermiştir.

Çelik Oğuz vd. (2017) çalışmasında L18 yerel çeşidini Yozgat izolatına hassas (%22.2) ve Eskişehir izolatına dayanıklı (%0) bulunmuştur. L74 ise Yozgat izolatına hassas (50), Eskişehir izolatına orta dayanıklı (%14.2) bulunmuştur. L90 izolatu Yozgat izolatına hassas (%37.5) Eskişehir izolatına dayanıklı (%0) reaksiyon vermiştir. L98, L139, L153, L167, L171 yerel çeşitleri iki izolata da %0 hastalık oranı ile dayanıklı bulunmuşlardır. Bu tez çalışmasında L18 Dg80 izolatına %40 hastalık oranı ile hassas bulunmuş diğer iki izolata ise dayanıklı (%0) reaksiyon göstermiştir. L74 Dg80 ve Dg26 izolatlarına sırasıyla %37.5 ve %66.67 hastalık oranlarıyla hassas reaksiyon göstermiş olup Dg8 izolatına ise dayanıklı (%0) bulunmuştur. L90 3 izolata da hassas (%21.42, %30, %30) reaksiyon vermiştir. L98 Dg80 ve Dg26 izolatlarına orta dayanıklı (%12,5 ve %14.28) bulunmuş ve Dg8 izolatına dayanıklı (%0) reaksiyon göstermiştir. L139 sırasıyla %27.27 ve %50 hastalık oranlarıyla Dg80 ve Dg26 izolatlarına hassas, %0 hastalık oranıyla da Dg8 izolatına dayanıklı bulunmuştur. L153 Dg80 ve Dg8 izolatlarına %0 hastalık oranıyla dayanıklı, Dg26 izolatına ise %10 ile orta dayanıklı bulunmuştur. L167 tüm izolatlara %0 hastalık oranıyla dayanıklı reaksiyon vermiştir. L171 ise Dg80 ve Dg26 izolatlarına %53.85 ve %75 hastalık oranlarıyla hassas ve Dg8 izolatına hiç belirti göstermeyerek dayanıklı bulunmuştur.

Türkiye’de yapılan çalışmalarla arpa çeşitleri, yerel arpa çeşitleri ve yabancı arpa (*H. spontanenum*) genotiplerinin diğer hastalıklara olan dayanıklılıkları rapor edilmiştir (Taşkoparan ve Karakaya 2009, Aktaş Doğan vd. 2013, Gerlegiz vd. 2014, Usta vd. 2014, Yazıcı vd. 2015, Karakaya vd. 2017, Çelik ve Karakaya 2017, Çelik Oğuz vd. 2017b, Çelik Oğuz vd. 2019, Azamparsa vd. 2019). Bu çalışmalarda genotiplerin reaksiyonları hassas ile dayanıklı arasında değişmiştir.

Çelik Oğuz vd. (2017b ve 2019) arpa çeşit, yerel çeşit ve yabancı arpa genotiplerinin (*H. spontaneum*) arpa ağ-benek izolatlarına olan dayanıklılıklarını incelemişlerdir. Bu çalışmalarda 3 adet; *P. teres* f. s. *maculata* (Ptm) fungusuna ait Ankara, Kahramanmaraş

ve Diyarbakır illerinden *Pyrenophora teres* f. s. *teres* (Ptt) fungusuna ait Sivas, Kilis ve Şanlıurfa illerinden de 3 adet izolat kullanmıştır. Yabancı arpa genotipi 13 üç adet Ptm izolatına da orta dayanıklı bulunmuştur. Genotip 29 Sivas ve Şanlıurfa illerinden elde edilen Ptt izolatlarına orta dayanıklı, Kilis’den elde edilen izolata ise dayanıklı olarak belirlenmiştir. Yabancı arpa genotipi 44 beş izolata orta dayanıklı, Kilis ilinden elde edilen Ptt izolatına ise dayanıklı-orta dayanıklı olarak bulunmuştur. Genotip 65 Ptm Ankara izolatına dayanıklı, diğer iki Ptm izolatına ise orta dayanıklı bulunmuştur. Arpa yerel çeşitlerinden L18 üç Ptt izolatına orta dayanıklılık göstermiştir. L98 yerel çeşidi Ptm izolatlarının üçüne de orta dayanıklı bulunmuştur. L115 çeşidi Ptm Ankara izolatına dayanıklı ve Kahramanmaraş izolatına orta dayanıklı olarak bulunmuştur. Yerel çeşit L153 Ptt izolatlarının üçüne de orta dayanıklı bulunmuştur. Bu çalışmada L153 yerel çeşidi Dg80 ve Dg8 izolatına dayanıklı, Dg26 izolatına orta dayanıklı bulunmuştur. L167 çeşidi Ptm izolatlarının hepsine orta dayanıklı olarak belirlenmiştir. Bu çeşit bizim çalışmamızda ise üç Dg izolatına da dayanıklı bulunmuştur. Yerel çeşit L171 ise Ptm izolatlarının hepsine orta dayanıklı reaksiyon göstermiştir. Avcı 2002 çeşidi 6 izolata da dayanıklı bulunmuştur. Bu çalışmada ise Dg26 izolatına orta dayanıklı ve Dg8 izolatına da dayanıklı olarak değerlendirilmiştir.

Azamparsa vd. (2019) 198 adet arpa yerel çeşidini ve 104 adet yabancı arpa (*H. spontaneum*) genotipini 6 adet *Rhynchosporium commune* izolatına karşı dayanıklılıkları bakımından incelemiştir. Bir adet arpa yerel çeşidi (genotip no: 200, Yeşilköy 9052) ve 7 adet *Hordeum spontaneum* genotipi 6 izolata da dayanıklı bulunmuştur. Bu çalışmada 6 izolata da dayanıklı bulunan arpa yerel çeşidi genotip 200 ve yabancı arpa genotipi 60 bizim çalışmamızda Dg80 ve Dg26 izolatlarına hassas, Dg8 izolatına dayanıklı reaksiyon göstermiştir. Yine bizim çalışmamızda kullanılan L115 ve L153 numaralı yerel çeşitler Dg 80 ve Dg 8 izolatlarına dayanıklı olarak bulunurken, L115 Dg 26 izolatına hassas, L153 ise Dg 26 izolatına orta derecede dayanıklı olarak bulunmuşlardır.

Arru vd. (2003a) MWG2018 markörünün arpada arpa çizgili yaprak lekesine karşı dayanıklılık sağlayan *Rdg2a* lokusunu tespit etmedeki işlevselliğini incelediği çalışmada Thibaut ve Mirco çeşitlerinin yüksek virülensliğe sahip olduğu bilinen Dg2

ve Dg5 *D. graminea* izolatlarına olan dayanıklılığını incelemişlerdir. Dg2 izolatı Thibaut çeşidinde %2 oranında hastalığa neden olurken Dg5 izolatı %85 oranında hastalığa neden olmuştur. Thibaut çeşidi Dg2 izolatına dayanıklı Dg5 izolatına hassas bulunmuştur. Mirco çeşidinde ise Dg2 izolatı %85 ve Dg5 izolatı %90 hastalık oranına neden olmuştur. Mirco çeşidi her iki izolata birden hassas bulunmuştur.

Tacconi vd. (2001) tarafından *Rdg2a* geninin tanımlandığı ve haritalandığı çalışmada MWG2018 markörü Thibaut çeşidinde 500 bp ve 560 bp büyüklüğünde iki bant, Mirco çeşidi ise 350 bp ve 400 bp boyutlarında iki bant oluşturmuştur. *Rdg2a* genine en yakın markör olan MWG2018 markörünün ıslah programlarında dayanıklılık özelliği için indirekt seleksiyonda kullanışlı bir araç olduğu bildirilmiştir. *Rdg2a* geni etmenin Dg5 hariç diğer 11 izolatına dayanıklılık göstermiştir. Bu durum diğer izolatlatlara karşı olan dayanıklılığında *Rdg2a* genin etkili olabileceğini göstermektedir.

Arru vd. (2003a) MWG2018 markörü ile Rebelle, Haruna Nijo ve Galleon genotiplerini taramıştır. Bu genotipler Thibaut ile aynı deseni vermiş olup. 500 bp ve 560 bp'de iki bant oluşturmuştur. Galleon genotipi bu iki banta ek 450 bp büyüklüğünde bir bant ve bu boyuttan daha küçük iki bant daha oluşturmuştur. Jaidor, CI6944, Nudinka ve Passport genotipleri hassas olarak bulunmuş ve Mirco çeşidinin oluşturduğu bant deseninde (380 bp ve 450 bp) bant oluşturmuşlardır. Tüm hassas çeşitlerde MWG2018 lokusunda alternatif allel görülmüştür. Dayanıklı BCC aksesyonları hassas allelin bant desenini göstermişlerdir. Yalnız BCC 803 genotipinde (Acuario çeşidi) MWG2018 dayanıklılık alleli görülmüştür. Thibaut, Haruna Nijo, Galleon ve Acuario genotiplerinin *P. graminea* izolatlarına aynı dayanıklılık desenini göstermesi ve MWG2018 lokusunda aynı allel desenini oluşturması bu genotiplerdeki arpa çizgili yaprak lekesine dayanıklılığın aynı dayanıklılık genleri tarafından sağlanabildiğini göstermektedir. Bu dört genotip Dg2 izolatına dayanıklı, Dg5 izolatına hassastır. Ek olarak Rebelle çeşidinden elde edilen beş hattın dördü (F3494, F3505, F3486 ve F3510.C) ebeveyn tarafından taşınan Dg5 dayanıklılık genini kaybetmiştir. Bu iki durum iki izolata karşı olan dayanıklılığın farklı dayanıklılık genleri tarafından sağlandığını göstermektedir. Bu çalışmada Mirco çeşidinin oluşturduğu bant deseninde iki bant görülmüştür (380 bp ve 450 bp). Tacconi ve arkadaşları tarafından yapılan

çalışmada (2001) ise Mirco çeşidinde aynı markör kullanılarak iki farklı boyutta bant desenleri görülmüştür (350 bp ve 400 bp). Bu tez çalışmasında ise Mirco çeşidinde aynı markör kullanılmış ve farklı boyutta bant deseni görülmüştür (250 bp). Yine bu tez çalışmasında Thibaut çeşidinde aynı markör kullanılmış ve farklı boyutta bant desenleri görülmüştür (150 bp ve 250 bp).

Bu tez çalışmasında dayanıklı ve hassas kontrol çeşitleri olarak kullanılan Thibaut ve Mirco çeşitleri MWG2018 lokusunda 250 bp (Mirco), 150 bp ve 250 bp (Thibaut) bant oluşturmuşlardır. Tacconi vd. (2001) çalışmasında ise Thibaut çeşidi MWG2018 lokusunda iki bant (500 bp ve 560 bp) ve Mirco çeşidi de MWG2018 lokusunda iki bant (380 bp ve 450 bp) oluşturmuştur. Bu tez çalışmasında değerlendirme sonuçları dayanıklı ve hassas kontrol çeşitlerinin bant desenine göre yapılmıştır. Kullanılan moleküler markörler arasında en işlevsel olduğu düşünülen STS markörü MWG2018 ile yapılan taramada Cirit, Misket, Sabribey, Ayrancı, Sinanbey, Martı, Larende, Avcı 2002, L90, L115, L153, L139, L171, L167, L18, L74, L200, L98, W91, W38, W65, W60, W86, W44 ve W29 genotiplerinde *Rdg2a* Thibaut çeşidi ile aynı bant desenini vermiştir. MWG2018 markörü ele alındığında 5 genotip hariç (Çumra 2001, Beşparmak, W1, W13 ve W41) kullanılan tüm genotipler dayanıklı kontrol genotipi Thibaut ile aynı bant desenini göstermiştir. Bu da MWG2018 markörüne göre çeşitlerimizin %83.3'ünün dayanıklılık geni taşıyabileceğini göstermektedir. Thibaut ile aynı bant desenini göstermeyen Çumra 2001 ve W41 genotipleri fenotipik olarak kullanılan 3 izolata da dayanıklı olarak bulunmuştur. Bu nedenle bu iki genotipte dayanıklılığın başka bir gen bölgesi tarafından yönetilebileceği düşünülmektedir. Diğer genotipler Beşparmak, W1 ve W13 ise Dg 80 ve Dg 26 izolatlarına hassas, Dg 8 izolatına ise dayanıklı reaksiyon vermişlerdir.

Rdg2a gen bölgesinin tespit edildiği çeşit ve genotiplerden bazı izolatlara fenotipik olarak hassas reaksiyon verenler mevcuttur. Bu durum izolatlarda patojenisite varyasyonu olduğunu göstermektedir. Fenotipik olarak üç izolata dayanıklı ancak Thibaut ya da Mirco çeşitlerinin oluşturduğu desenden farklı bir desen oluşturup 150 bp'de bant oluşturan çeşit ve genotipler mevcuttur. Bu çeşit ve genotiplerin dayanıklılığının başka mekanizmalar tarafından sağlandığı düşünülmektedir. STS

markörlerinden SCQ-9₇₀₀ marköründe de izolatlarımızın %33.3'ü dayanıklı kontrol çeşidi Thibaut ile uyumlu olarak bulunmuştur. Çalışmamızda kullanılan STS markörlerinden MWG2018, Thibaut ve Mirco kontrol çeşitleri bant desenine göre, CAPS markörlerine kıyasla daha umut verici olarak bulunmuştur.

Bunların yanı sıra, *Rdg2a*'nın haritalandığı kromozomal bölgede en az üç başka direnç geni tanımlanmıştır. Pas patojeni *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*'ye direnç kazandıran *Rpg1* geni, moleküler markör ABG704'ten 0.3 cM proksimal olan arpa kromozomu 7HS'nin subtelomerik bölgesinde haritalanmış olup (Kilian vd. 1994, 1995) aynı işaretleyici, *Rdg2a*'dan yaklaşık 6-cM uzaktadır. Küllemeye (*Erysiphe graminis* f.sp. *hordei*) karşı ırka özgü direnç veren çekinik gen *mlt*, kromozom 7HS'nin telomerik bölgesinde bulunan moleküler işaretleyici MWG851a'dan yaklaşık 6-cM uzakta haritalanmıştır (Schönfeld vd. 1996). Arpa yaprak lekesine (*Rhynchosporium secalis*) karşı direnç sağlayan *Rh2* gen lokusu, arpa kromozomu 7HS'nin telomerik bölgesinde bulunmaktadır (Schweizer vd. 1995). Bu bulgular göz önüne alındığında, arpa kromozomu 7H'nin bu bölgesi, daha önce önerildiği gibi, patojen direnç genlerinin kümelenmesinin meydana geldiği bir kromozomal bölge gibi görünmektedir (Graner 1996).

Rdg2a'ya en yakın ve kullanışlı markör, *Rdg2a* geninden 2.5-cM uzaklıkta bulunan MWG2018'dir. Ek olarak, *Rdg2a*'yı çevreleyen belirteçler, yakından ilişkili yeni belirteçleri ortaya çıkarmak için aday BAC'leri (bacterial artificial chromosome) tanımlamak için kullanılabilir. Ek olarak diğer moleküler belirteçlerin mevcudiyeti ile birlikte fiziksel ve genetik mesafeler arasındaki uygun oranlarla *Rdg2a* kromozomal bölgesinin yüksek çözünürlüklü genetik haritalamasına izin verebilmektedir (Tacconi vd. 2001). Sınırlı sayıda arpa çizgili yaprak lekesine karşı dayanıklılık geninin bulunmuş olması nedeniyle patojenin yayılışını sınırlandırmak için yeni dayanıklılık kaynaklarının keşfedilmesi gerekmektedir (Biselli vd. 2013).

Arpa çizgili yaprak lekesi hastalığı önlem alınmadığı takdirde verim kayıplarına neden olabilen önemli bir hastalıktır. Bu çalışma ile *P. graminea*'ya karşı yeni dayanıklılık kaynakları ortaya konulmuş ve bu dayanıklılığın *Rdg2a* bölgesi ile ilişkisi

araştırılmıştır. Çalışmada dayanıklı bulunan genotipler doğrudan ekim veya ışlah çalışmalarında kullanılabilircek, markör destekli seleksiyon çalışmaları ile *Rdg2a* dayanıklılık lokusunu taşıyan genotipler ise bitki ışlahında gen piramitleme çalışmalarında kullanılabilirceklerdir.



KAYNAKLAR

- Afansenko, O. S., Makarova, I. G. and Zubkovich, A. A. 2000. Inheritance of resistance to different *Pyrenophora teres* Dresch. strains in barley accession CI5791., Proceedings of 8th International Barley Genetics Symposium, 22-27 October, Abstracts 73-75, Adelaide.
- Aktaş, H. 1983. Die Verbreitung der Gerstenstreifenkrankheit (*Drechslera graminea* "Rab. Ex Schlecht" Shoem.) in Mittelanatolien und Kunstliche Methoden, The Journal of Turkish Phytopathology, 12 (2/3); 113-123.
- Aktaş Doğan, D., Karakaya, A., Çelik Oğuz, A., Mert, Z., Sayım, İ., Ergün , N. ve Aydoğan, S. 2013. Bazı arpa genotiplerinin *Drechslera teres* f. sp. *maculata* (Smed.-Pet., 1971)'ya karşı fide dönemi reaksiyonlarının belirlenmesi. Bitki Koruma Bülteni, 3(53); 175-183.
- Albustan, S., Çetin, L., Düşünceli, F., Tosun, H. ve Akar, T. 1999. Orta Anadolu Bölgesi için TARM tarafından oluşturulan 1998 yılı arpa nörserilerinin yaprak lekesi (*Rhynchosporium secalis* J. J. Davis) ve arpa çizgili yaprak lekesi (*Pyrenophora graminea*) hastalıklarına karşı dayanıklılık bakımından değerlendirilmesi. Hububat Sempozyumu. 8-11 Haziran, 700-704, Konya, Türkiye.
- Al-Daoude, A. M., Nabulsi, I. and MirAli, N. 2012. Molecular phylogeny of *Pyrenophora graminea* as determined by RAPD and ISSR fingerprints. Journal of Plant Biology, 1, 25-35.
- Allen, G., Flores-Vergara, M., Krasynanski, S., Kumar, S. and Thompson, W. 2006. A modified protocol for rapid DNA isolation from plant tissues using cetyltrimethylammonium bromide. Nature Protocols, 1(5); 2320-2325.
- Anikster, Y. and Wahl, I. 1979. Coevolution of the rust fungi on Gramineae and Liliaceae and their hosts. Annual Review of Phytopathology, 17(1); 367-403.
- Anonim. 2020. Web Sitesi: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Erişim Tarihi: 07.03.2022.
- Anonim. 2021. Web Sitesi: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2021-37249>. Erişim Tarihi: 15.02.2022
- Anonim. 2022a. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/27662#totaxonomicTree>. Erişim Tarihi: 16.02.2022.
- Anonim. 2022b. https://en.wikipedia.org/wiki/Pyrenophora_graminea. Erişim Tarihi: 24.02.2022

- Anonim 2022c. <https://bku.tarimorman.gov.tr/Zararli/Details/202>. Erişim Tarihi: 29.07.2022
- Arabi, M. E. and Jawhar, M. 2004. Genetic variation among Syrian *Pyrenophora graminea* isolates determined by protein profile analysis. *Advances in Horticultural Science*, 18, 132-137.
- Arru , L., Faccini, N., Govoni, C., Cattivelli, L., Pecchioni, N., Delogu, G. Stanca, A. M. and Vale, G. 2003a. The PCR-based marker MWG2018 linked to the *Rdg2a* leaf stripe resistance gene is a useful tool for assesing barley resistnace in breeding programs. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 43(3); 1036-1042.
- Arru, L., Francia, E. and Pecchioni, N. 2003b. Isolate-specific QTLs of resistance to leaf stripe (*Pyrenophora graminea*) in the Steptoe-Morex spring barley cross. *Theoretical and Applied Genetics*, 106, 668-675.
- Azamparsa, M. R., Karakaya, A., Ergün, N., Sayım, İ., Duran, R. M. ve Özbek, K. 2019. Identification of barley landraces and wild barley (*Hordeum spontaneum*) genotypes resistant to *Rhynchosporium commune*. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 25, 530-535.
- Azhaguvel, P. and Komatsuda, T. 2007. A phylogenetic analysis based on nucleotide sequence of a marker linked to the brittle rachis locus indicates a diphyletic origin of barley. *Annals of Botany*, 100, 1009-1015.
- Babadoost, M. and Toraby, E. 1991. Barley stripe disease (*Pyrenophora graminea*) in East Azerbaijan, Iran: incidence and yield loss. *Rachis*, 10(1); 19-22.
- Baek, H., Beharav, A. and Nevo, A. 2003. Ecological-genomic diversity of microsatellites in wild barley, *Hordeum spontaneum*, populations in Jordan. *Theoretical and Applied Genetics*, 106(3); 397-410.
- Baum, B., Nevo , E., Johnson, D. and Beiles, A. 1997. Genetic diversity in wild barley (*Hordeum spontaneum* C. Koch) in the Near East: a molecular analysis using Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 44(2); 147-157.
- Bayraktar, H. and Akan, K. 2012. Genetic characterization of *Pyrenophora graminea* isolates and the reactions of some barley cuştivars to leaf stripe disease under greenhouse conditions. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 36(3); 329-229.
- Bembelkacem, A., Boubekour, R and Boulif., M. 2000a. Les pertes de rendements causées par la maladie striée (*Pyrenophora graminea*) de l'orge en Algérie. *Al Awamia* 101-Juin 2000, 53-65.

- Bembelkacem, A., Ceccarelli, S., Amri, A. and Boulif, M. 2000b. Variation in the pathogenicity of 20 Algerian isolates of "*Pyrenophora graminea*" Ito e Kur. on nine barley ("*Hordeum vulgare*" L.) varieties. *Phytopathologia Mediterranea* 39(3); 389-395.
- Benkorteby-LYazidi, H., Zeghar, I., Hanifi-Mekliche, L. ve Bouznad, Z. 2019. Barley leaf stripe disease in Algeria: evaluation of virulent *Pyrenophora graminea* isolates and identification of resistant Algerian barley genotypes. *Journal of Agricultural Sciences*, 25(3); 367-372.
- Biselli, C., Urso, S., Bernardo, L., Tondelli, A., Tacconi, G., Martino, Grando, S. and Vale, G. 2010. Identification and mapping of the leaf stripe resistance gene. *Theoretical Applied Genetics*, 120(6); 1207-1218.
- Biselli, C., Urso, S., Tacconi, G., Steuernagel, B., Schulte, D., Gianinetti, A., Bagnaresi, P., Stein, N., Cattivelli, L. and Vale, G. 2013. Haplotype variability and identification of new functional alleles at the *Rdg2a* leaf stripe resistance gene locus. *Theoretical and Applied Genetics*, 126, 1575-1586.
- Boulif, M. and Wilcoxson, R. D. 1988. Inheritance of resistance to *Pyrenophora graminea* in barley. *Plant Disease*, 72, 233-238.
- Bugarelli, D., Collins, N. C., Tacconi, G., Dall'Aglio, E., Brueggeman, E., Kleinhofs, R., Stanca, A.M. and Vale, G. 2004. High-resolution genetic mapping of the leaf stripe resistance gene *Rdg2a* in barley. *Theoretical and Applied Genetics*, 108, 1401-1408.
- Ceccarelli, S. 1996. Positive interpretation of genotype by environment interactions in relation to sustainability and biodiversity, In: *Adaptation and Crop Improvement*. M. Cooper and G. I. Hammer (eds), CABI Publishing, 467-486, Wallingford, UK.
- Ceccarelli, S. and Grando, S. 2000. Barley landraces from the Fertile Crescent: a lesson for plant breeders, In: *Genes in the field: On-farm conservation of crop diversity*, S. Brush (eds), Lewis Publishers, 51-76, Boca Raton, FL USA.
- Chakrabarti, N. K. 1968. Some effects of ultraviolet radiation on resistance of barley to net blotch and spot blotch. *Phytopathology*, 58, 467-471.
- Çelik, Y., Karakaya, A., Çelik Oğuz, A., Mert, Z., Akan, K., Ergün, N. and Sayim, İ. 2016. Determination of the reactions of some barley (*Hordeum vulgare* L.) landraces and cultivars to *Drechslera graminea*. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 29(2); 43-47.
- Çelik Oğuz, A. 2019. Resistance of wild barley (*Hordeum spontaneum*) and barley landraces to leaf stripe (*Drechslera graminea*). *Phytopathologia Mediterranea*, 58(3), 485-495.

- Çelik Oğuz, A. and Karakaya, A. 2021. Genetic diversity of barley foliar fungal pathogens. *Agronomy*, 3(11); 434.
- Çelik Oğuz, A., Karakaya, A. and Ergün, N. 2017. Determination of the reactions of some Turkish hulless barley lines to *Drechslera graminea*. *Works of Faculty of Agriculture and Food Sciences, University of Sarajevo*, 67(2); 196-202.
- Çelik Oğuz, A., Karakaya, A., Ergün, N. and Sayim, İ. 2017b. Turkish barley landraces resistant to net and spot forms of *Pyrenophora teres*. *Phytopathologia Mediterranea*, 56, 217-223.
- Çelik Oğuz, A., Ölmez, F. and Karakaya, A. 2019. Genetic diversity of net blotch pathogens of barley in Turkey. *International Journal of Agriculture And Biology*, 21, 1089-1096.
- Çelik, E. and Karakaya, A. 2015. Eskişehir ili arpa ekim alanlarında görülen fungal yaprak ve başak hastalıklarının görülme sıklıklarının ve yoğunluklarının belirlenmesi. *Bitki Koruma Bülteni*, 55(2); 157-170.
- Çelik, E. and Karakaya, A. 2017. Yabani arpa (*Hordeum spontaneum*) ve hastalıklara dayanıklılık. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(1); 65-86.
- Çetin, L., Albustan, S., Düşünceli, F., Tosun, H. and Akar, T. 1995. Determination of resistance of barley breeding materials developed for Central Anatolia to barley leaf stripe (*Pyrenophora graminea*), VII. Türkiye Fitopatoloji Kongresi ,126, Adana.
- Damgacı, M. and Aktuna, İ. 1988. The investigations on the establishment of damage degree and the distribution of barley stripe (*P. graminea* Ito & Kurib) in the Central Anatolia and reactions of some barley varieties against the disease. *The Journal of Turkish Phytopathology*, 17(3); 116-117
- Dempewolf, H., Eastwood, R. J., Guarino, L., Khoury, C. K., Müller, J. V. and Toll, J. 2014. Adapting agriculture to climate change: a global initiative to collect, conserve, and use crop wild relatives. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 4(38); 369-377.
- Dokhanchi, H., Baba-i Ahari, A. and Arzanlou, M. 2020. Distribution of mating type alleles in Iranian populations of *Pyrenophora graminea*, the casual agent of barley stripe disease, using a multiplex PCR approach. *European Journal of Plant Pathology*, 156(2); 343-354.
- Ellis, J. G., Lawrence, G. J., Luck, J. E. and Dodds, P. N. 1999. Identification of regions in alleles of the flax rust resistance gene L: that determine differences in gene-for-gene sepecificity. *Plant Cell*, 11, 495-506.

- Ellis, R. P., Froster, B. P., Robinson, D., Handley, L. L., Gordon, D. C., Ruseell, J. R. and Powell, W. 2000. Wild barley: a source of genes for crop improvement in the 21st century, *Journal of Experimental Botany*, 342(51); 9-17.
- Ertürk, H., Karakaya, A. and Çelik Oğuz, A. 2018. Leaf diseases occurring on barley plants in Bala district of Ankara Province, Turkey. *Ecological Life Sciences*, 13(4); 204-207.
- Eser, D., Geçit, H. H. ve Emekliler, H. Y., 1987. Türkiye'nin tahıl gen kaynakları bakımından önemi. *Türkiye Tahıl Sempozyumu*, 6-9 Ekim, 347-352, Bursa.
- Faccini , N., Delbono, S., Çelik Oğuz, A., Cativelli, L., Vale, G. and Tondelli, A. 2021. Resistance of European spring 2-row barley cultivars to *Pyrenophora graminea* and detection of associated loci. *Agronomy*, 11(2); 374.
- Farr, D. F. and Rossman, A. Y. 2019. Fungal Databases, U.S. National Fungus Collections, ARS, USDA. Web Sistesi: <https://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/>. Erişim Tarihi: 04. 03. 2022.
- Fetch Jr, T., Steffenson, B. and Nevo, E. 2003. Diversity and sources of multiple disease resistance in *Hordeum spontaneum*. *Plant Disease*, 87(12);, 1439-1448.
- Ford-Lloyd, B. V., Schmidt, M., Armstrong, S. J., Barazani, O., Engels, J., Hadas, R., Hammer, K., Kelly, S. P., Khoshbakht, K., Li, Y., Long, C., Lu, B. R., Ma, K., Nguyen, V. T., Qiu, L., Wei, W., Zhang, Z. and Maxted, N. 2011. Crop wild relatives—undervalued, underutilized and under threat?. *Bioscience*, 7(61); 559-565.
- Frankel, O. H. and Hawkes, J. G. 1975. Crop genetic resources for today and tomorrow. Cambridge University Press, 2, Cambridge.
- Gatti, A., Rizza, F., Delogu, G., Terzi, V. and Porta-Puglia, A. 1992. Physiological and biochemical variability in a population of *Drechslera graminea*. *Journal of Genetics and Breeding*, 46, 179-186.
- Geçit, H. H. 2016. Serin İklim Tahılları (Buğday, Arpa, Yulaf, Triticale). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.
- Gerlegiz, E. T., Karakaya, A., Çelik Oğuz, A., Mert, Z., Sayım, İ., Ergün, N. and Aydoğan, S. 2014. Assessment of the seedling reactions of some hulless barley genotypes to *Drechslera teres* f. *maculata*. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 2(28); 63-68.
- Giese, H., Holm-Jensen, A. G., Jensen, H. P. and Jensen, J. 1993. Localization of the Laevigatum powdery mildew resistance gene to barley chromosome 2 by the use of RFLP markers. *Theoretical and Applied Genetics*, 85, 897-900.

- Golzar, H. 1993. Resistance evaluation of cultivars and advanced lines to barley leaf stripe disease caused by *Pyrenophora graminea* in northern Iran, In: Durability of Disease Resistance. Current Plant Science and Biotechnology in Agriculture, Jacobs, T. and Parlevliet, J E. (eds), Springer, 18, Dordrecht.
- Gökgöl, M. 1969. Serin İklim Hububatı Ziraatı ve Islahı. Özyayın Matbaası, İstanbul
- Graner, A. 1996 Molecular mapping of genes conferring disease resistance: the present state and future aspects. In Scoles, G. and Rossnagel, B (eds), Proceedings 7 th International Oat Conference and 7 th International Barley Genetics Symposium: Invited Papers, 30 July–6 August, University Extension Press, 157–166, Saskatchewan, Canada.
- Güleç, T. E., Yıldırım, A. ve Sönmezoğlu, Ö. A. 2010. Bitkilerde markör destekli seleksiyon. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 2, 67-79.
- Haegi, A., Bonardi, V., Dell'aglio, E., Glissant, D., Tumino, G., Collins, N., Davide, B., Infantino, A., Stanca, M.A., Delledone, M. and Vale, G. 2008. Histological and molecular analysis of *Rdg2a* barley resistance to leaf stripe. Molecular Plant Pathology, 9(4); 463-478.
- Hammouda, A. 1988. Variability of *Drechslera graminea*, the causal. Acta Phytopathologica et Entologica Hungarica, 23, 73-80.
- Harlan, J. R. 1976. Evolution of crop plants, In: Barley, N. W. Simmonds (eds), Longman, 93-98, London.
- Harlan, J. and Zohary, D. 1966. Distribution of wild wheats and barley. Science, 15, 1074-1080.
- İlgen, M., Karakaya, A. and Çelik Oğuz, A. 2017. Leaf diseases occurring on barley and wheat fields in çubuk district of Ankara, Turkey. Wors of Faculty of Agriculture and Food Sciences, University of Sarajevo, 67(2); 210-215.
- Jakob, S. S., Rödder, D., Engler, J. O., Shaaf, S., Özkan, H., Blattner, F. R. and Kilian, B. 2014. Evolutionary history of wild barley (*Hordeum vulgare* subsp. *spontaneum*) analyzed using multilocus sequence data and paleodistribution modeling. Genome Biology and Evolution , 3(6); 685-702.
- Jarvis, D. I., Brown, A. H., Cuong, P. H., Collado-Pandura, L., Ltournerie-Moreno, L., Gyawali, S., Arias-Reyes, L., Balma, D., Bajracharya, J., Castillo, F., Rijal, D., Belqad, L., Rana, R., Saidi, S., Ouedraogo, J., Zangre, R., Rhib, K., Chavez, J.L., Schoen, D., Sthapit, B., Santis, P.D., Fadda, C. and Hodgkin, T. 2008. A global perspective of the richness and evenness of traditional crop-variety diversity maintained by farming communities. Proceedings of the National Academy of Sciences, 14(105); 5326-5331.

- Karakaya, A., Çelik Oğuz, A. and Rahimi, A. 2017. Response of Iranian barley landraces to *Drechslera graminea*. Works of Faculty of Agriculture and Food Sciences University of Sarajevo, 67(2); 225-230.
- Karakaya, A., Mert, Z., Çelik Oğuz, A. and Çetin, L. 2016. Distribution of barley stripe disease in Central Anatolia, Turkey. Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences, 30(2); 59-61.
- Khan , N. and Boyd, J. 1969. Physiologic specialization in *Drechslera teres*. Australian Journal of Biological Sciences 22, 1229-1235.
- Kınacı, E. ve Kınacı, G. 1991. Orta Anadolu ve Geçit Kuşağında buğday ve arpa hastalık paterni ve etkileri. 6. Türkiye Fitopatoloji Kongresi, 1-4, Ankara.
- Kilian, A., Kudrna, D. A., Kleinhofs, A., Yano, M., Kurata, N., Steffenson, B. ve Saski, T. 1995. Rice-barley synteny and its application to saturation mapping of the barley *Rpg1* region. Nucleic acids research, 23(14); 2729-2733.
- Kilian, A., Steffenson, B. J., Maroof, S. ve Kleinhofs, A. 1994. RFLP markers linked to the durable stem rust resistance gene *Rpg1* in barley. Molecular Plant-microbe Interactions: MPMI, 7(2); 298-301.
- Konak, C. and Scharen, L. 1994. Varietal resistance and inheritance of resistance of barley (*Hordeum vulgare* L.) to barley stripe disease (*Pyrenophora graminea* Ito et Kurib.). 9th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union, 103-107, Aydın.
- Kumar, A., Verma, R. S., Singh, A., Sharma, H. K. and Devi, G. 2020. Barley landraces: Ecological heritage for edaphic stress adaptations and sustainable production. Environmental and Sustainability, 6, 100035.
- Kün, E. 1996. Tahıllar-1 (Serin İklim Tahılları). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.
- Laurei, D. A., Snape, J. W. and Gale, M. D. 1992. DNA marker techniques for genetic analysis in barley In: Barley: Genetics, Biochemistry, Molecular Biology and Biotechnology. Shewry, P. R. (eds), The Alden Press, 115-132, Oxford.
- Mamluk, O., Çetin , L., Braun, H., Bolat, N., Bertschinger, L., Makkouk, A., Saarı, E.E., Zencirci, N., Albustan, S., Calı, S., Beniwal, S.P.S. and Düsünceli F. 1997. Current status of wheat and barley diseases. Phytopathologia Mediterranea, 3, 167-181.
- Mathre, D. 1982. Compendium of Barley Diseases, APS Press, 78, Minnesota.
- Mc Donald, B. A. and Linde, C. 2002. Pathogen population genetics, evolutionary potential, and durable resistance. Annual Review of Phytopathology, 40, 349-379.

- Metz, S. G. 1978. Etiology and epidemiology of the barley stripe disease (*Pyrenophora graminea*) in a semi-arid environment. Yüksek Lisans Tezi, Montana State University, Plant pathology.
- Mohammad, A. and Mahmood, M. 1974. Inoculation techniques in *Helminthosporium* stripe of barley. Plant Disease Reporter, 58, 32-34.
- Mohammad, A. and Mahmood, M. 1976. Physiologic specialization in *Helminthosporium gramineum*. Plant Disease Reporter, 60, 711-712.
- Morell, P. I. and Clegg, M. T. 2007. Genetic evidence for a second domestication of barley (*Hordeum vulgare*). Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 104, 3289-3294.
- Mueller, K. J., Vale, G. and Enneking, D. 2003. Selection of resistant spring barley accessions after natural infection with leaf stripe (*Pyrenophora graminea*) under organic farming conditions in Germany and by sandwich test. Journal of Plant Pathology, 1(85); 9-14.
- Mzid, R., Chibani, F., Ayed, R. B., Hanana, M., Breidi, J., Kabalan, R., El-Hajj, S., Machlab, H., Rebai, A. and Chalak, L. 2016. Genetic diversity in barley landraces (*Hordeum vulgare* L. subsp. *vulgare*) originated from Crescent Fertile region as detected by seed storage proteins. Journal of Genetics, 95(3); 733-739.
- Nevo, E., Beiles, A., Gutterman, Y., Storch, N. and Kaplan, D. 1984. Genetic resources of wild cereals in Israel and vicinity. II. Phenotypic variation within and between populations of wild barley, *Hordeum spontaneum*. Euphytica, 33(3); 737-756.
- Nevo, E. 1992. Origin, evolution, population genetics and resources for breeding of wild barley, *Hordeum spontaneum*, in the Fertile Crescent, In: Barley: genetics, biochemistry, molecular biology and biotechnology, Nevo, E. and Shewry P. R. (eds), C.A.B International, 19-43, Wallingford, UK.
- Nevo, E. 1998. Genetic diversity in wild cereals: regional and local studies and their bearing on conservation ex situ and in situ. Genetic Resources and Crop Evolution, 45(4); 355-370.
- Nevo, E. 2004. Population genetic structure of wild barley and wheat in the Near East Fertile Crescent: Regional and local adaptive patterns, In: Cereal Genomics, Gupta, P. K. and Varshney, R. K. (eds), Springer, 135-163, Dordrecht.
- Nevo, E. 2012. Evolution of wild barley and barley and barley improvement. Zhang, G. L. Chengdao L. and Liu X. (eds), Advance in Barley Sciences: Proceedings of 11th International Barley Genetics Symposium Zhejiang University Press-Springer, Xiaoshan.

- Özdemir, H., Karakaya, A. and Çelik Oğuz, A. 2017. Kırıkkale ilinde buğday ve arpa ekim anlarında görülen fungal yaprak hastalıklarının belirlenmesi. Bitki Koruma Bülteni, 57(2); 89-112.
- Pecchioni, N., Faccioli, P., Toubia-Rahme, H., Vale, G. and Terzi, V. 1996. Quantitative resistance to barley leaf stripe (*Pyrenophora graminea*) is dominated by one major locus. Theoretical and Applied Genetics, 93, 97-101.
- Poets, A., Fang, Z., Clegg, M. and Morell, P. 2015. Barley landraces are characterized by geographically heterogeneous genomic origins. Genome Biology, 16, 1-11.
- Provan, J., Russell Booth, J. R. and Powell, A. W. 1999. Polymorphic chloroplast simple sequence repeat primers for systematic and population studies in the genus *Hordeum*. Molecular Ecology, 8, 505-511.
- Saghai Maroof, M. A., Biyashev, R. M., Yang, R. M., Zhang, Q. and Allard, R. W. 1994. Extraordinarily polymorphic microsatellite DNA in barley: species diversity, chromosomal locations and population dynamics. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 91, 5466-5470.
- Saisho, D. and Prugganan, M. D. 2007. Molecular phylogeography of domesticated barley traces expansion of agriculture in the Old World. Genetics, 177, 1765-1776.
- Saraç Sivrikaya, I., Karakaya, A. and Çelik Oğuz, A. 2020. Determination of the barley diseases in Bingöl province of Turkey, In: 30th Scientific-Experts Conference of Agriculture and Food Industry, Brka M., Omaovic-Miklicanin, E., Karic, L., Falan, V., Toroman, A. (eds), AgriConf 2019.IFMBE Proceedings, Springer, 78, 88-91.
- Saraç Sivrikaya, I., Karakaya, A. and Çelik Oğuz, A. 2021. The occurrence of barley (*Hordeum vulgare*) and wild barley (*H. spontaneum*) diseases in Batman province and surrounding areas of Turkey. Selcuk Journal of Food Sciences, 35(1); 39-44.
- Saraç, I., Karakaya, A. and Çelik Oğuz, A. 2019. Elazığ ilinde arpalarda görülen yaprak hastalıkları. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 28(1); 1-6.
- Schönfeld, M., Ragni, A., Fischbeck, G. and Jahoor, A. 1996. RFLP mapping of three new loci for resistance genes to powdery mildew (*Erysiphe graminis* f. sp. *hordei*) in barley. Theoretical and Applied Genetics, 93(1); 48-56.
- Schulze, E. D. 1988. Adaptation mechanisms of non cultivated arid-zone plants: useful lesson for agriculture?, In: Drought Research Priorities for the Dryland Tropics, Bidinger, E. R. and Johansen, C, (eds), ICRISAT, Patancheru, India.

- Schweizer, G. F., Baumer, M., Daniel, G., Rugel, H. and Röder, M. S. 1995. RFLP markers linked to scald (*Rhynchosporium secalis*) resistance gene *Rh2* in barley. Theoretical and Applied Genetics, 90(7); 920-924.
- Skou, J.P. and Harr, V. 1987. Screening for and inheritance of resistance to barley leaf stripe (*Drechslera graminea*). Risø National Laboratory, Risø Report No: 554, Roskilde, Denmark.
- Skou, J.P., Nielsen, B.J. and Haar, V. 1994. Evaluation and importance of genetic resistance to leaf stripe in western European barleys. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil and Plant Science, 44, 98-106.
- Şehirali, S. and Özgen, M. 1987. Bitkisel Gen Kaynakları, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.
- Tacconi, G., Cattivelli, L., Faccini, N., Pecchioni, N., Stanca, A. M. and Vale, G. 2001. Identification and mapping of a new stripe resistance gene in barley (*Hordeum vulgare* L.). Theoretical and Applied Genetics, 102(8); 1286-1291.
- Taşkoparan, H. and Karakaya, A. 2009. Assessment of the seedling reactions of some barley cultivars to *Drechslera teres* f. *maculata*. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 54, 731-734.
- Tekauz, A. 1983. Reaction of Canadian barley cultivars to *Pyrenophora graminea*, the incitant of leaf barley stripe. Canadian Journal of Plant Pathology, 5, 294-301.
- Teshome, A., Brown, A. D. and Hodgkin, T. 2001. Diversity in landraces of cereal and legume crops, In: Plant Breeding Reviews, Janick, J. (eds), 221-261, John Wiley & Sons, Inc., Toronto.
- Thomsen, S. B., Jensen, H. P., Jensen, J., Skou, J. P. and Jorgensen, J. H. 1997. Localization of a resistance gene and identification of sources of resistance to barley leaf stripe. Plant Breeding, 116, 455-459.
- Tunalı, B. 1995. Reactions of Turkish barley cultivars to *Pyrenophora graminea* isolates. Rachis, 14, 72-75.
- Tunalı, B. 1992. Ankara ilinde arpa çizgi hastalığı etmeni *Drechslera graminea* (Rabh.) Shoem.'e karşı arpa çeşitlerinin dayanıklılıkları üzerine araştırmalar. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Ankara.
- Turpeinen, T., Tenhola, T., Manninen, O., Nevo, E. and Nissila, E. 2001. Microsatellite diversity associated with ecological factors in *Hordeum spontaneum* populations in Israel. Molecular Ecology, 10(6); 1577-1591.
- Ullrich, S. E. 2010. Barley: Production, improvement and uses, John Wiley & Sons, West Sussex UK.

- Ulus, C. and Karakaya, A. 2007. Assessment of the seedling reactions of some Turkish barley cultivars to barley stripe. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 13(4); 409-412.
- Usta, P., Karakaya, A., Çelik Oğuz, A., Mert, Z., Akan, K. and Çetin, I. 2014. Determination of the seedling reactions of twenty barley cultivars to six isolates of *Drechslera teres* f. *maculata*. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 1(29); 20-25.
- Van Rijn, C., Heersche, I., Van Berkel, Y., Nevo, E., Lambers, H. and Poorter, H. 2000. Growth characteristics in *Hordeum*. *The New Phytologist*, 146(3); 471-481.
- Vavilov, N. I. 1951. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. *Science*, 72(6); 433-434.
- Von Bothmer, R., Van Hintum, T., Knüpffer, H. and Sato, K. 2003. Diversity in barley (*Hordeum vulgare*), Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
- Yazıcı, B., Karakaya, A., Çelik Oğuz, A. and Mert, Z. 2015. Determination of the seedling reactions of some barley cultivars to *Drechslera teres* f. *teres*. *Bitki Koruma Bülteni*, 3(55); 239-245.
- Yıldırım, A. F., Kınacı, E., Hekimhan, H. and Çeri, S. 1999. Konya, Karaman, Niğde ve Aksaray yörelerinde tahıllarda önemli hastalıkların durumu ve bunlara dayanıklılık kaynaklarının araştırılması. Orta Anadolu'da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu, 8-11 Haziran, 404-413, Konya.
- Yitbarek, S., Berhane, L., Fikadu, A., Van Leur, J., Grando, S. and Ceccarelli, S. 1998. Variation in Ethiopian barley landrace populations for resistance to barley leaf scald and net blotch. *Plant Breeding*, 117, 419-423.
- Zadoks, J. C., Chnag, T. T. and Konzak, C. F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *weed research*, 14, 415-421.
- Zeven, A. C. 1998. Landraces: a review of definitions and classifications. *Euphytica*, 104, 127-139.