

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

Ece Börteçine KASAPOĞLU ULUDAMAR

KÖK YARA NEMATODLARI (*Pratylenchus thornei* ve *Pratylenchus neglectus*) VE KİST NEMATODLARI (*Heterodera avenae* ve *Heterodera latipons*)’NA KARŞI BUĞDAYDA DAYANIKLILIK MEKANİZMASININ ARAŞTIRILMASI

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

ADANA-2018

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KÖK YARA NEMATODLARI (*Pratylenchus thornei* ve
Pratylenchus neglectus) VE KİST NEMATODLARI (*Heterodera avenae* ve
Heterodera latipons)’NA KARŞI BUĞDAYDA DAYANIKLILIK
MEKANİZMASININ ARAŞTIRILMASI**

Ece Börteçine KASAPOĞLU ULUDAMAR

DOKTORA TEZİ

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

Bu Tez 28/09/2018 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği ile Kabul Edilmiştir.

.....
Prof. Dr. İ. Halil ELEKCİOĞLU
DANIŞMAN

.....
Prof. Dr. Ekrem ATAKAN
ÜYE

.....
Prof.Dr. Galip KAŞKAVALCI
ÜYE

.....
Prof. Dr. Ramazan ÇETİNTAŞ
ÜYE

.....
Doç.Dr. Mustafa İMREN
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Bitki Koruma Anabilim Dalında Hazırlanmıştır.
Kod No:

**Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü**

**Bu Çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)
Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: TÜBİTAK 2140419**

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

DOKTORA TEZİ

KÖK YARA NEMATODLARI (*Pratylenchus thornei* ve *Pratylenchus neglectus*) VE KİST NEMATODLARI (*Heterodera avenae* ve *Heterodera latipons*)'NA KARŞI BUĞDAYDA DAYANIKLILIK MEKANİZMASININ ARAŞTIRILMASI

Ece Börteçine KASAPOĞLU ULUDAMAR

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI**

Danışman : Prof. Dr. İ. Halil ELEKCİOĞLU
Yıl: 2018, Sayfa: 95
Jüri : Prof. Dr. İ. Halil ELEKCİOĞLU
: Prof. Dr. Ekrem ATAKAN
: Prof. Dr. Galip KAŞKAVALCI
: Prof. Dr. Ramazan ÇETİNTAŞ
: Doç. Dr. Mustafa İMREN

Bu çalışmada, yazlık ve kışlık buğday çeşitlerinin Kök yara nematodları, *Pratylenchus thornei* ve *P. neglectus* ile Tahıl kist nematodları, *Heterodera avenae* ve *H. latipons*'a karşı reaksiyonlarının tespiti çoğalma oranları ve dayanıklılık durumları 2014-2017 yılları arasında yarı doğa koşullarında araştırılmıştır. Kist nematodlarına karşı bitkilerdeki dayanıklı gen kaynaklarının belirlenmesi, kist ve kök yara nematodlarının bitki kök hücrelerindeki değişimlerinin araştırılması hedeflenmiştir.

Çalışma sonucuna göre türlerin birarada olduğu kombine denemelerde buğday çeşitleri üzerinde, kist nematodlarının, kök yara nematodlarının çoğalmasını baskı altına aldığı, tür bazında ise *H. avenae*'nin *H. latipons*'un gelişmesini olumsuz yönde etkilediği saptanmıştır. Tahıl kist nematoduna karşı Cre-1 ve Cre-3 genlerinin tam olarak dayanıklılık sağlamadığı belirlenmiştir. Uzunyayla, Atlı-2002, Yayla-305, Gerek-79, Harmankaya-99, Aldane, Silverstar çeşitlerinin hem Cre-3 geni, hem de Cre-1 geni taşıdıkları saptanmıştır. Kök yara nematodlarının hücrede toplu olarak beslendiği ve hücre çeperini eriterek füzyon oluşturduğu, kist nematodlarının dayanıklı çeşitlerde küçük sinsityum oluşturduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Buğday, tahıl kist nematodları, kök yara nematodları, türler arası rekabet, dayanıklılık, bitki hücrelerinin histopatolojisi

ABSTRACT

Phd THESIS

**INVESTIGATION OF RESISTANCE MECHANISMS OF ROOT
LESION NEMATODES (*Pratylenchus thornei* and
Pratylenchus neglectus) AND CYST NEMATODES (*Heterodera avenae* and
Heterodera latipons) IN WHEAT**

Ece B rte ine KASAP  LU ULUDAMAR

**CUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF PLANT PROTECTION**

Supervisor : Prof. Dr.  . Halil ELEKC   LU

Year: 2018, Pages: 95

Jury : Prof. Dr.  . Halil ELEKC   LU

: Prof. Dr. Ekrem ATAKAN

: Prof. Dr. Galip KA KAVALCI

: Prof. Dr. Ramazan  ET NTA 

: Assoc. Prof. Dr. Mustafa  MREN

In this study, summer and winter wheat varieties root lesion nematodes, *Pratylenchus thornei* and *P. neglectus* and cereal cyst nematodes *Heterodera avenae* and *H. latipons*, were investigated to identify reaction, reproduction rate and the multiple resistance status climate chamber and semi-field conditions. It was aimed also to the investigation of the resistant gene sources against to cyst nematodes in plants and the changes of plant root cells caused cyst and root lesion nematodes.

Within the thesis, in the experiments which the varieties were combined, it was determined that cereal cyst nematodes inhibited the reproduction of root lesion nematodes. *H. avenae* suppressed the reproduction of *H. latipons* on the summer and winter wheat varieties between the years of 2014-2017 in semi-field conditions. It was determined that the Cre-1 and Cre-3 genes of the cereal cyst nematode resistance genes did not provide full resistance. It was detected that Uzunyayla, Atl -2002, Yayla-305, Gerek-79, Harmankaya-99, Aldane, Silverstar varieties possessed both Cre-3 and Cre-1 genes. It was observed that root lesion nematodes are collectively fed in the cell and form fusion by melting the cell wall, cereal cyst nematodes caused to form small synctium in resistant varieties.

Keywords: Wheat, cereal cyst nematodes, root lesion nematodes, competition of species, resistance, histopathology of plant cell

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Bitki paraziti nematodlar dünyada kültür bitkilerinde verim kayıplarına neden olan, en küçük hayvansal organizmalardan biridir. Kök yara nematodları (*Pratylenchus thornei*, *Pratylenchus neglectus*) ve Tahıl kist nematodları (*Heterodera avenae*, *Heterodera latipons*) tahıl yetiştiriciliği yapılan ülkelerde verimi önemli oranda düşürmektedir. Bu zararlılara karşı birçok mücadele yöntemi (kültürel, kimyasal vb.) mevcuttur. Kısa zamanda en hızlı sonucu veren, kimyasal mücadeledir. Kimyasal mücadelenin tahıl alanlarında ekonomik olmaması, pestisitlerdeki kalıntı ve ruhsat sorunları sebebiyle günümüzde dayanıklı çeşitlere yönelim zorunlu hale gelmiştir. Bu zararlıların tür bazında buğday bitkisine zararı üzerine yapılan araştırmalarla zararlıların ekonomik anlamda önemleri ortaya konulmuştur. Ancak bu zararlıların buğday ekosisteminde rizosferde birlikte bulunmaları, bunların ortak etkisinin araştırılması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu çalışmada bu zararlıların buğday çeşitlerine karşı ortak etkisi yarı doğa koşullarında araştırılmıştır. Ayrıca, zararlıların hassas ve dayanıklı çeşitlerdeki kök hücrelerinde meydana getirdiği histolojik değişimler incelenmiştir.

Bu amaçlar doğrultusunda, 2014-2017 yılları arasında iklim odası koşullarında ve tel kafes seralarda yapılan denemelerde, zararlıların tek başına köklerde gelişme durumları ile ortak yani karışık olarak bulunduklarında gelişme durumlarının birbirinden farklı olduğu belirlenmiştir. Buna göre; *P. thornei*'nin *P. neglectus*'a göre, *H. avenae*'nin ise *H. latipons*'a daha baskın ve agresif bir tür olduğu gözlenmiştir. *H. avenae* ve *H. latipons*'un yarı doğa koşullarında *P. thornei* ve *P. neglectus*'un popülasyon gelişimini engellediği belirlenmiştir.

Buğday çeşitleri üzerinde yapılan iklim odasındaki denemelerde *P. thornei* ve *P. neglectus* tek başına olduğunda popülasyon yoğunluğunun yüksek, *H. avenae* ve *H. latipons* ile kombine olduğunda bu popülasyonun daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Tel sera kafeslerdeki denemelerde *H. avenae* ve *H. latipons*'un *P. thornei*, *P. neglectus* ile üçlü kombinasyonunda kök yara nematodlarının

popölasyon yoğunluğunun düştüğü belirlenmiştir. Ayrıca kist sayılarının yumurta sayılarından farklı olduğu, bu yüzden kist içerisindeki yumurta sayılarının da mutlaka değeriendirilmesi gerektiğı görölmüştür. Buğday çeşitlerinin kist nematodlarına karşı dayanıklılıklarında Cre-1 ve Cre-3 genlerinin etkisinin belirlenmesi için PCR çalışmaları yapılmıştır. Bunun sonucunda, söz konusu bütün buğday çeşitlerinde Cre-1 Crecon primeri tespit edilmiştir. Cre-1 genine ait G-035 primeri hiçbir buğday çeşidinde çoğalma göstermemiştir. Cre-3-Xgwm301 primeri ise diğeri primerlerden farklı olarak Uzunyayla, Atlı-2002, Yayla-305, Gerek-79, Harmanakaya-99, Aldane, Silverstar çeşitlerinde tespit edilmiştir.

Beslenme hücrelerindeki değışim çalışmalarında, kök yara nematodlarının toplu halde hücrelerde bulunduğu, dayanıklı olan çeşitlerde zararın çok az olduğu ve hücrelerde bozulma olmadığı gözlenmiştir. *Pratylenchus thornei* ve *H. avenae* kök hücrelerinin korteks tabakasında aynı bölgeden beslendikleri tespit edilmiştir. *P. thornei* ve *P. neglectus*'un toplu olarak beslendiğı ve hareket ettiğı görölmüş, *H. avenae*'nin dayanıklı olarak görölen Adana-99 çeşidinde çok küçük beslenme alanı oluşturduğu ve dayanıklı çeşitlerde beslenmelerinin çok az ya da hiç olmadığı saptanmıştır.

Pratylenchus thornei, *P. neglectus* ve *H. avenae*, *H. latipons* ile yürütölen bu çalışmada bu türlerin patotipleri arasında olası farklılıklar çalışılmamıştır. Doğa koşullarında toprakta karışık olarak bulunan zararlıların patotiplerinin, farklı hastalık etmenleri ile olan ortak reaksiyonları bundan sonraki çalışmalar için önemli araştırma konusu olduğu söylenebilir. Bunun yanı sıra buğdayda dayanıklılık kaynağı olarak bulunan farklı Cre genleri de araştırılmalıdır. Bunlara ilave olarak, bitki paraziti nematodların bitki ile etkileşiminde nematodlardaki genlerin, bitkideki sekonder metabolitlerin rollerinin incelenmesi gereklidir.

Kökte meydana gelen hücre değışimleri, diğeri zararlıların etkisi ve farklı zamanlardaki hücresel düzeydeki farklılıklar gelecekteki çalışmalarda ortaya konulmalıdır.

TEŞEKKÜR

Doktora tezimin her aşamasında bana yol gösteren, desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. İ. Halil ELEKCİOĞLU'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Tez İzleme komitesi ve Jüri hocalarım Prof. Dr. Ekrem ATAKAN, Prof. Dr. Galip KAŞKAVALCI, Prof. Dr. Ramazan ÇETİNTAŞ, Doç. Dr. Mustafa İMREN'e değerli katkı ve önerilerinden dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmayı finansal ve teknik olarak destekleyen TÜBİTAK ve çalışmaların gerçekleştirilmesi için, yöntem konusunda Prof. Dr. Sinan ETİ, Arş. Gör. Şenay BEHLÜL KARABIYIK'a, istatistik konusunda Tange Denis ACHIRI ve Arş. Gör. Hasan YILDIRIM'a, Ç. Ü. Nematoloji laboratuvarındaki çalışma arkadaşlarıma yardımlarından dolayı teşekkürü bir borç bilirim.

Beni yetiştiren, her daim yanımda olan ve desteklerini esirgemeyen annem Jale KASAPOĞLU ve babam Cengiz KASAPOĞLU'na, kardeşlerim ve eşim Erinç ULUDAMAR'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ.....	I
ABSTRACT	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	V
İÇİNDEKİLER.....	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	XII
SİMGE VE KISALTMALAR.....	XVI
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	7
2.1. Kök Yara Nematodları ve Tahıl Kist Nematodlarının Buğday Tarımında Önemi	7
2.2. Tahıl Kist Nematodları ve Kök Yara Nematodlarıyla İlgili Dayanıklılık Çalışmaları	9
2.3. Tahıl Kist Nematodları ve Kök Yara Nematodu Beslenmesine Bağlı Olarak Bitki Hücresinde Meydana Gelen Değişimler	11
3. MATERYAL VE METOD	13
3.1. Denemelerde Kullanılan Kök Yara Nematodları, <i>Pratylenchus thornei</i> ve <i>Pratylenchus neglectus</i> İnokulumunun Elde Edilmesi	13
3.2. Denemelerde Kullanılan Tahıl Kist Nematodları <i>Heterodera avenae</i> ve <i>Heterodera latipons</i> İnokulumunun Elde Edilmesi	14
3.3. Denemelerde Kullanılan Buğday Çeşitlerinin Belirlenmesi.....	16
3.4. Tel Kafes Seralarda Denemelerin Kurulması ve Gerekli İnokulumun Elde Edilmesi	21
3.5. Denemelerin Değerlendirilmesi.....	25
3.6. Sinsityum ve Yara Hücrelerinin İncelenmesi	26
3.6.1. Stok Çözeltilerin Hazırlanması.....	26

3.6.2. Bitki Köklerin Hazırlanması ve Boyanması	28
3.7. Dayanıklılık Mekanizması Çalışmaları	31
3.7.1. Bitkiden DNA izolasyonu	32
3.7.2. Primer Taraması	32
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	35
4.1. Kök Yara Nematodları ve Kist Nematodlarının İklim odası Koşullarında Buğday Çeşitlerinde Gelişmelerinin Araştırılması.....	35
4.2. Kök Yara Nematodları ve Kist Nematodlarının Tel Kafes Sera Koşullarında Buğday Çeşitlerinde Gelişmelerinin ve Popülasyon Yoğunluklarının Belirlenmesi	52
4.3. <i>In-vitro</i> Koşullarda Buğday Çeşitlerinin Genomunda Dayanıklılık Genlerinin Araştırılması	62
4.4. <i>In-vitro</i> Koşullarda Buğday Çeşitlerinin Kök Hücrelerinde Meydana Gelen Değişimlerin İncelenmesi	65
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	71
KAYNAKLAR.....	75
ÖZGEÇMİŞ.....	91
EKLER	92

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 1.1.	Türkiye tahıl üretim değerleri (ton) (TÜİK, 2017).....	1
Çizelge 3.1.	Denemeye alınan buğday çeşitleri ve dayanıklı olduğu nematod türleri	17
Çizelge 3.2.	Boyama işlemi esnasında kullanılan solüsyonlar ve işlem süreleri (Stösser et al., 1985).	30
Çizelge 3.3.	DNA izolasyonu gerçekleştikten sonra Cre-1 genine ait primer setleri	33
Çizelge 3.4.	DNA izolasyonu gerçekleştikten sonra Cre-3 genine ait primer setleri	33
Çizelge 4.1.	<i>Pratylenchus thornei</i> ve <i>Pratylenchus neglectus</i> 'un iklim odası koşullarında buğday çeşitlerinde ortalama popülasyon yoğunlukları ve üreme oranları (RF).....	37
Çizelge 4.2.	<i>Pratylenchus neglectus</i> 'un iklim odası koşullarında buğday çeşitlerinde ortalama popülasyon yoğunlukları ve üreme oranları (RF).....	38
Çizelge 4.3.	<i>Pratylenchus thornei</i> 'nin iklim odası koşullarında buğday çeşitlerinde ortalama popülasyon yoğunlukları ve üreme oranları (RF).....	40
Çizelge 4.4.	<i>Pratylenchus thornei</i> ve <i>Heterodera latipons</i> 'un iklim odası koşullarında buğday çeşitlerinde ortalama popülasyon yoğunlukları ve üreme oranları (RF).....	41
Çizelge 4.5.	<i>Pratylenchus thornei</i> ve <i>Heterodera avenae</i> 'in iklim odası koşullarında buğday çeşitlerinde ortalama popülasyon yoğunlukları ve üreme oranları (RF).....	43
Çizelge 4.6.	<i>Heterodera avenae</i> 'in iklim odası koşullarında buğday çeşitlerinde ortalama popülasyon yoğunlukları ve üreme oranları (RF).....	44

Çizelge 4.7. <i>Heterodera latipons</i> 'un iklim odası koşullarında buğday çeşitlerinde ortalama popülasyon yoğunlukları ve üreme oranları (RF).....	45
Çizelge 4.8. <i>Pratylenchus neglectus</i> ve <i>Heterodera avenae</i> 'in iklim odası koşullarında buğday çeşitlerinde ortalama popülasyon yoğunlukları ve üreme oranları (RF).....	47
Çizelge 4.9. <i>Pratylenchus neglectus</i> ve <i>Heterodera latipons</i> 'un iklim odası koşullarında buğday çeşitlerinde ortalama popülasyon yoğunlukları ve üreme oranları (RF).....	49
Çizelge 4.10. <i>Heterodera avenae</i> ve <i>Heterodera latipons</i> 'un iklim odası koşullarında buğday çeşitlerinde ortalama popülasyon yoğunlukları ve üreme oranları (RF).....	51
Çizelge 4.11. <i>Pratylenchus thornei</i> ve <i>Pratylenchus neglectus</i> 'un 2016-2017 yılı gelişme döneminde tel kafes sera koşullarında buğday çeşitlerinde ortalama popülasyon yoğunlukları ve üreme oranları (RF).....	53
Çizelge 4.12. <i>Heterodera avenae</i> 'nin 2016-2017 yılı gelişme döneminde tel kafes sera koşullarında buğday çeşitlerinde ortalama popülasyon yoğunlukları ve üreme oranları (RF)	54
Çizelge 4.13. <i>Heterodera latipons</i> 'un 2016-2017 yılı gelişme döneminde tel kafes sera koşullarında buğday çeşitlerinde ortalama popülasyon yoğunlukları ve üreme oranları (RF)	57
Çizelge 4.14. <i>Heterodera avenae</i> , <i>Pratylenchus neglectus</i> ve <i>Pratylenchus thornei</i> 'nin 2016-2017 yılı gelişme döneminde tel kafes sera koşullarında buğday çeşitlerinde ortalama popülasyon yoğunlukları ve üreme oranları (RF).....	58

Çizelge 4.15. *Heterodera latipons*, *Pratylenchus neglectus*, *Pratylenchus thornei*'nin 2016-2017 yılı gelişme döneminde tel kafes sera koşullarında buğday çeşitlerinde ortalama popülasyon yoğunlukları ve üreme oranları (RF).....60

Çizelge 4.16. *Heterodera latipons* ve *Heterodera avenae*'nin 2016-2017 yılı gelişme döneminde tel kafes sera koşullarında buğday çeşitlerinde ortalama popülasyon yoğunlukları ve üreme oranları (RF).....62





ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 1.1. Kök yara nematodlarının yaşam döngüsü (Jones & Fosu-Nyarko, 2014'den uyarlanmıştır).....	2
Şekil 3.1. Steril petri kutuları içerisindeki havuç kültürü ile Kök yara nematodlarının	13
Şekil 3.2. Steril petri içerisindeki havuç kültürü çalışması.	14
Şekil 3.3. Kist nematodlarının topraktan elde edilmesi.	16
Şekil 3.4. Buğday tohumlarının yüzey sterilizasyonun yapılması ve tohumların çimlenmesi.....	19
Şekil 3.5. İklim odası koşullarındaki denemelerde kurulan buğday çeşitlerinin kök yara nematodları ve tahıl kist nematodlarına karşı testlenmesi: (A) Dikimden sonraki görünümü (B) Dikimden 5 hafta sonraki görünümü.	20
Şekil 3.6. Kist nematodu ve kök yara nematodu ile bulaşık araziden toprakların alınması.	21
Şekil 3.7. 2015-2016 yılı denemelerin saksılara kurulması.	23
Şekil 3.8. Saksılardaki bitkilerin genel görünümü.	23
Şekil 3.9. Tel kafes seranın ve deneme tüplerinin görünümü.	24
Şekil 3.10. Bitki kök ve topraktan nematodların ekstraksiyonu.....	25
Şekil 3.11. FPA70 çözeltisi içerisindeki köklerin görünümü.....	26
Şekil 3.12. Johansen çözeltisi içerisindeki köklerin görünümü.	27
Şekil 3.13. (A) ve (B) Parafine gömülmüş petrideki örneklerin görünümü, (C) örneklerin tahta bloklara monte edilmesi (D) etiketlenmiş ve sabitlenmiş tahta blok üzerindeki örnekler.	28
Şekil 3.14. (A) Yarı motorize mikrotom'da kesilen parafinler (B) Lamların üzerinde kesilmiş parafinlerin preparat haline getirilmesi.	29
Şekil 3.15. (A), (B) Preparatların boyanması için şaleler, (C) preparatların şale içerisindeki görünümü, (D) preparatların boyanması.	31

Şekil 4.2.	Cre-1-Crecon primerine ait agaroz jel üzerinde bant görüntüsü.....	63
Şekil 4.3.	Cre-1-G035 primerine ait agaroz jeldeki görüntü.....	64
Şekil 4.4.	Cre-3-Xgwm301 primerine ait agaroz jeldeki görüntü.....	65
Şekil 4.5.	(A) Atlı-2002 buğday çeşidinin kök hücresinin korteks tabakasındaki bozulmalar, (B), (C) Ergin, larva (D) Yumurta (<i>Heterodera avenae</i> ve <i>Pratylenchus thornei</i>) bireylerin görüntüsü.	66
Şekil 4.6.	(A) Porsuk-2800 buğday çeşidinin kök hücresinin korteks tabakasındaki çeperlerdeki genişleme, (B) Hücrelerin genişlemesi ve çeperlerin erimesi (C)-(D) Yumurta ve larva (<i>Heterodera avenae</i> ve <i>Pratylenchus thornei</i>) bireylerin görüntüsü, genişlemiş hücrelerdeki yaralar.....	67
Şekil 4.7.	(A) Ceyhan-99 çeşidinin kök hücresinde <i>Pratylenchus neglectus</i> 'un vulva bölgesi (B), (C), (D) (<i>Heterodera latipons</i> ve <i>Pratylenchus neglectus</i>) larvaların baş, gövde ve kuyruk görüntüsü (C), (D), nematodların hücreden beslenmesi, (E) <i>Pratylenchus penetrans</i> 'ın hücrede kıvrılarak, besin alanı oluşturmada beslenmesi ve hücre duvarlarının yıkımı (Zunke, 1990a), (F), (G) Seri-82 çeşidinde <i>Pratylenchus thornei</i> 'nin hücre içerisinde kıvrılarak sıkışması (H) Seri-82 çeşidinde <i>Pratylenchus thornei</i> 'nin hücreler arası hareketinden dolayı hücre duvarlarının yıkılarak hücrelerin birleşmesi.	68
Şekil 4.8.	A) Hücredeki nekrozların görünümü B) Silverstar çeşidinde <i>Heterodera avenae</i> 'nin hücredeki beslenmesi ve sinsityum C) <i>Heterodera avenae</i> 'nin hassas Prins buğday çeşidindeki reaksiyonu S: Sinsityum, Nec: Nekroz, N: Nematod (Williams ve Fisher, 1993).	69

Şekil 4.9. Adana-99'un *Heterodera avenae*'ye karşı hücresel reaksiyonu A) Epidermis, korteks, endodermis tabakalarında hücre duvarlarının erimesi ve hücre bütünlüğünün dejenerasyonu B) *Heterodera avenae* larvanın beslenmesi C) *Heterodera avenae*'nin dayanıklı AUS 10894 X Prins çeşidindeki reaksiyonu S: Sinsityum, Nec: Nekroz, N: Nematod (Williams ve Fisher, 1993).70





SİMGE VE KISALTMALAR

mm	: Mikrometre
°C	: Santigrad derece
µl	: Mikrolitre
ANOVA	: Varyans Analizi
bp	: Base pair
cm	: Santimetre
ddH ₂ O	: Ultra saf su
dk	: Dakika
DNA	: Deoksiribo Nükleik Asit
FAO	: United Nations Food and Agricultural Organization=Gıda ve Tarım Örgütü
FPA	: Formaldehid Propionik Asit
g	: Gram
kg	: Kilogram
l	: Litre
ml	: Miligram/Mililitre
PCR	: Polymerase Chain Reaction
rpm	: Revolutions per minute (Dakikada devir sayısı)
sn	: Saniye
Taq	: Termo stabil polimeraz enzimi
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
V	: Volt



1. GİRİŞ

Buğday, dünya’da 752 milyon ton üretimi ve %12-13 protein oranıyla insan ve hayvan beslenmesinde önemli olan kültür bitkilerinin başında gelmektedir (Basheer-Salimina & Atawnah, 2014; FAO, 2017).

Türkiye’de 2017 yılı verilerine göre toplam tahıl üretimi olan 36 milyon 160 bin ton içerisinde, 21 milyon 500 bin ton ile buğday üretimi en ön sırada yer almaktadır (TÜİK, 2017) (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1. Türkiye tahıl üretim değerleri (ton) (TÜİK, 2017)

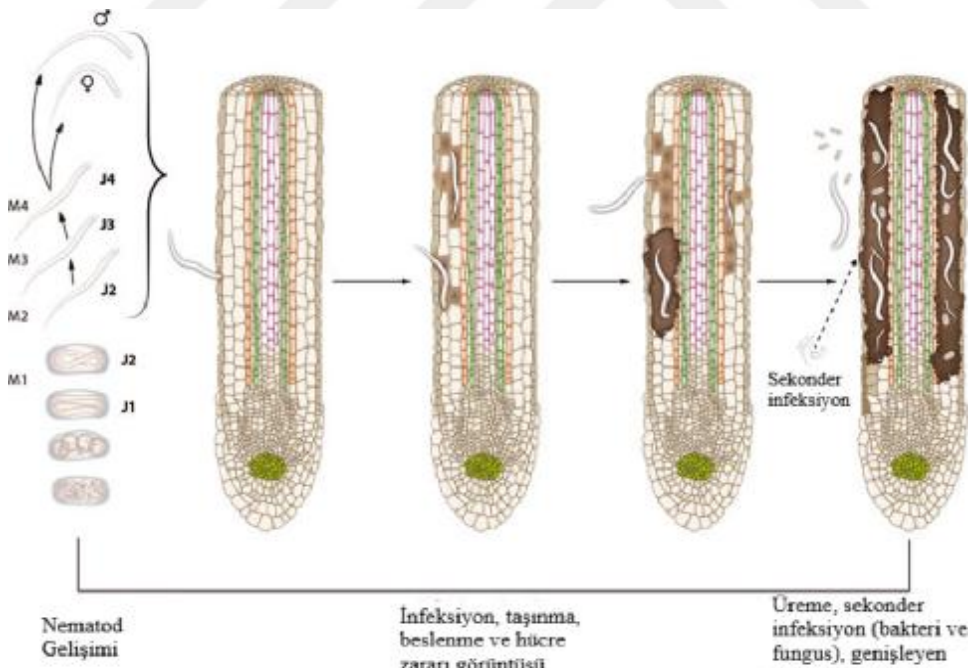
	2016	2017
Buğday	20.600.000	21.500.000
Arpa	6.700.000	7.100.000
Mısır	6.400.000	5.900.000
Diğerleri	1.580.000	1.660.000

Ülkemizin her bölgesinde yetiştirilebilen ekmeklik buğday, en yoğun olarak İç Anadolu Bölgesi’nde üretilmekte ve bunu sırasıyla Marmara, Güneydoğu Anadolu, Doğu Anadolu ve Ege Bölgesi izlemektedir (TÜİK, 2017).

2050 yılına kadar dünya genelinde kişi başına tahıl tüketiminin artacağı öngörüldüğünden tahıl ürünlerindeki biyotik ve abiyotik zararlarla mücadele edilmesi büyük önem arz etmektedir (Alexandratos & Bruinsma, 2012). Buğday yetiştiriciliğinde en önemli bitki koruma sorunlarından birinin bitki paraziti nematodlar olduğu bildirilmektedir (Rivoal et al., 2001; Nicol et al., 2002). Bitki paraziti nematod türleri içinde de Kök yara nematodları (*Pratylenchus thornei* Sher & Allen ve *Pratylenchus neglectus* (Rensch) Filipjev & Schuurmans Stekhoven) ve Kist nematodlarının (*Heterodera avenae* Wollenweber ve *Heterodera latipons* Franklin) önemli olduğu bildirilmiştir (Sasser & Freckman, 1987; Whitehead, 1998).

Kök yara nematodları obligat endoparazit olarak bitki kök sisteminde beslenirler; tahıllar, süs bitkileri, meyveler ve sebzeler olmak üzere çok geniş bir

konukçu dizisine sahiptirler (Castillo & Vovlas, 2007). Bitkilerin kılcal kök hücrelerinde, hücre yapılarını bozar ve diğer parazit nematodlarda olduğu gibi su ve besin elementi alınımını azaltarak verimin düşmesine neden olurlar (Whish et al., 2014). Kök hücreleri içerisine yumurtalarını bırakır ve her gömlek değişimini, gelişimlerini ergin birey olana kadar hücre içerisinde tamamlarlar. Dünya'dan günümüze kadar *Pratylenchus* cinsine ait yaklaşık 70 tür tanımlanmıştır (Castillo & Vovlas, 2007). Bunlardan *Pratylenchus crenatus* Loof, 1960, *Pratylenchus neglectus*, *Pratylenchus penetrans* (Cobb, 1917) ve *Pratylenchus thornei* ılıman bölgelerde buğday yetiştirilen alanlarda saptanmıştır. *P. thornei* ve *P. neglectus* ise en fazla ürün kaybına sebep olan ve en yaygın görülen türlerdir (Smiley, 2010). Bu türler diğerlerinden farklı olarak partenogenetik çoğalma yeteneğine sahiptirler. Yani erkek birey olmadan dişi bireyler yumurta üretebilmektedir. Ortalama hayat döngüleri 4-8 haftayı bulmaktadır (Davis & MacGuidwin, 2000) (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Kök yara nematodlarının yaşam döngüsü (Jones & Fosu-Nyarko, 2014'den uyarlanmıştır).

Kist nematodları Dünya genelinde geniş bir konukçu dizisinde beslenebilmekte ve zarar oluşturmaktadır. Ancak *Heterodera avenae* grup içerisinde yer alan kist nematodu türleri sadece tahıllara özelleşmiş ve ülkemizde de yaygın olarak görülmektedir. Ülkemizde bilinen 3 türü vardır. *H. latipons* sıcak iklim bölgelerini, *H. avenae* geçiş iklim bölgelerini ve *H. filipjevi* soğuk ve kurak bölgelerde yaşamlarını devam ettirmektedir (Rivoal & Cook, 1993; Scholz, 2001; Nicol et al., 2006; Şahin, 2010; İmren, 2013a) . Tahıl kist nematodları endoparazit nematodlar olup, 2. larva döneminden sonra köke sabitlenir ve sonraki dönemlerini burada kendine beslenme alanı (Sinsityum) oluşturarak devam ettirirler. Dişiler armut ya da limon şeklini alarak kökte beslenirken, erkekler ise ergin dönemlerinde ipliksi formda toprakta serbest halde dolaşırlar. Dişiler öldükten sonra kist haline dönüşür ve yumurtalarını vücut içerisinde saklarlar. Kistler, soğuklama ihtiyacını aldıktan sonra yumurtadan larvalar çıkış yaparlar (Agrios, 1997).

Tahıllar çok geniş alanlarda üretildiği için nematisit uygulamaları genellikle ekonomik olmamakta ve en uygun mücadele yönteminin dayanıklı çeşit kullanma ve ekim nöbeti olduğu bilinmektedir. Bu nedenle son yıllarda buğday üzerine çalışmalar genellikle dayanıklı ve tolerant çeşit geliştirmeye yönelik olmuştur. Vanstone et al., (2008) Avustralya’da 1930 yılından beri buğday üretiminin çok geniş alanlarda yapıldığını, buğdayın en önemli zararlısı olan, Kök yara ve Tahıl kist nematodu zararlılarına karşı ürün kaybını azaltan etkili mücadele yönteminin ekim nöbeti olduğu belirtmiş, aynı zamanda ıslahçılarla beraber çalışılarak dayanıklı çeşitler üzerinde durulması gerektiğini, dayanıklı çeşit kullanılarak, kist nematodu türlerinin popülasyon yoğunluklarının ekonomik zarar eşiğinin altındaki seviyelere indirildiğini vurgulamışlardır.

Tahıllarda zararlı bitki paraziti nematodlar ile doğru mücadele stratejisi oluşturabilmek ve dolayısıyla üretimde kaliteyi ve miktarı arttırmak için öncelikli olarak tür düzeyinde teşhislerinin doğru yapılması gerekmektedir. Ülkemizde bulunan buğday alanlarında söz konusu buğdayda zararlı olan nematodlara ait bu türler, farklı popülasyon yoğunluklarında farklı bölgelerde ve konukçularda tespit

edilmiştir. Buğday alanlarında Kök yara nematodları (*Pratylenchus* spp.) ve Tahıl kist nematodlarına (*Heterodera* spp.) yönelik daha önceki yıllarda geniş kapsamlı çalışmalar ülkemizde yürütülmüştür. Ancak bu çalışmalar daha çok yaygınlık durumları, türleri, patotipleri, biyolojileri, çeşit reaksiyonları ve ürünlerdeki verim kayıpları ile ilgili sonuçlar elde edilmiştir. Ülkemizde buğday alanlarında tespit edilen *Pratylenchus thornei* ve *Pratylenchus neglectus* en önemli türler olup, bu bitki paraziti nematodlar ile yürütülen çeşit reaksiyonu çalışmalarında, Bintepe 85/Sula, Adana-99 ve Fuatbey-2000 çeşitlerinin *P. thornei*'ye karşı dayanıklı (Toktay, 2008), Uzunyayla, Atlı, Yayla-305 ve Harmankaya buğday çeşitlerinin ise hem *P. thornei* hem de *P. neglectus*'a karşı orta derece dayanıklı oldukları daha önceden bildirilmiştir (Gözel, 2001; Yıldız, 2007; Şahin et al., 2009; İmren et al., 2015). Ayrıca, Doğu Akdeniz Bölgesi'nde bulunan buğdayda *Pratylenchus thornei*'nin %19-70 oranında ürün kaybına sebep olduğu, Toktay (2008) tarafından belirlenmiştir. *Heterodera filipjevi*'nin ülkemizde Orta Anadolu Bölgesi'nde soğuk ve sert iklimlerde yaygın olarak görüldüğü, bu türün Haymana (Ankara) popülasyonuna karşı Kırmızı Mısıri, Sorgül, Yelken, Kündürü-1149, Sarı Bursa, Germir ve Altındane-12 çeşitlerinin dayanıklı, Üveyik, Hartog, Sönmez, Yakar ve Tosunbey çeşitlerinin ise orta dayanıklı oldukları Şahin (2010) tarafından belirlenmiştir. *Heterodera avenae* ise Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yaygın olup, Adana-99, Sorgül, Şırnak ve Sogol Acırlı buğday çeşitlerinin bu türün Adana (Karlık) popülasyonuna karşı orta derece dayanıklı bulunduğu ve nematodun bölge genelinde %4,36-25,7 arasında buğday veriminde ürün kaybına neden olduğu saptamıştır (İmren et al., 2013b; 2014a). Bütün bu çalışmaların ortak özelliği, denemelerde kullanılan çeşitlerin tek bir zararlı nematod türüne karşı dayanıklılık durumları iklim odası koşullarında araştırılmış olmasıdır. Toprak birçok canlı ve cansız etmenlerin etkileşim içinde olduğu karmaşık bir ortam olduğu için, doğada birden çok bitki paraziti nematod türü bir arada bulunmaktadır. Nitekim birden çok türün çeşitler üzerindeki reaksiyonu, türler arası rekabeti, çoklu dayanıklılık düzeyinin incelenmesi, iklim odası koşulları ve arazi koşulları olarak değiştiği

zamanki sonuçları değerlendirilmelidir. İklim odası koşulları kontrollü koşullar olmasından dolayı, arazi sonuçlarıyla örtüşen sonuçlar vermeyebilir. Çünkü arazi şartlarında bitki paraziti nematodlar kuraklık, hastalık, sıcaklık, değişimleri gibi değişken koşullara sahiptir.

Bitki paraziti nematodların çeşit reaksiyonu çalışmaları üzerinde aynı buğday genotiplerinde, aynı nematod türünün farklı bölgelerden alınan popülasyonlarına karşı farklı reaksiyonlar verdiği bilinmektedir. Bu yüzden çalışmalarda söz konusu nematod türlerine karşı reaksiyonları araştırılan dayanıklı veya toleranslı olduğu daha önceden saptanmış olan çeşitler (iklim odası koşullarında) denemeye alınmış ve her iki nematod grubuna karşı çoklu dayanıklılık durumları test edilmiştir. Dünya genelinde, buğdayda zararlı olan bitki paraziti nematodlar ile yapılan çalışmalarda laboratuvar sonuçları ile doğa koşullarındaki sonuçlar kıyaslanarak değerlendirmeler yapılmaktadır. Bu çalışmada laboratuvar koşullarında ve doğa koşullarındaki birbirini doğrulayan sonuçlarla, çeşitlerin reaksiyonları araştırılmıştır.

İklim odası ve tel kafes sera koşullarında söz konusu olan nematodlara karşı test edilen genotiplerde dayanıklı/tolerans veya hassas olduğu belirlenmiş olan çeşitlerin, nematodun kökteki hücresel düzeyde meydana getirdiği zararın araştırılması çalışmanın devamı niteliğinde olmakla birlikte, bitkinin genlerinde var olan dayanıklılık genleri de çalışmayı destekleyerek, araştırılmıştır. Dayanıklılık genlerinin araştırılması çok uzun yıllara dayanmaktadır. Doğada yabani genotiplerde var olan genlerden yola çıkılarak, gen aktarım çalışmaları yapılmaktadır. İmren et al., (2013c, 2014b) farklı çeşitlerde Cre R, Cre-1, Cre-2, Cre-3, Cre-7 ve Cre-8 genlerinin *Heterodera avenae*, *H. latipons* ve *H. filipjevi*'ye karşı etkinliğini araştırmışlardır. Cre-1'in her üç nematod türüne karşı tam bir dayanıklılık, Cre-3 ve Cre-7'nin *H. avenae* ve *H. latipons*'a, Cre R'nin *H. filipjevi* ve *H. latipons*'a, Cre-8'in ise sadece *H. filipjevi* popülasyonlarına karşı dayanıklı olduğu ve Cre-2'nin ise her üç nematod türüne karşı dayanıklılığa sahip olmadığını belirlemişlerdir.

Bu çalışma, iklim odası ve tel kafes sera koşullarında buğday çeşitlerinin dayanıklılık genlerinin varlığı moleküler teknikler ile belirlenerek çalışmadaki bulguların doğruluğu araştırılmıştır. Hücresel düzeyde köklerde meydana gelen değişim nematoloji alanında ülkemizde ilk kez yapılarak histopatolojik çalışmalar için ışık tutulacak veriler elde edilmiştir. Kök hücrelerindeki nematodun verdiği zarar incelenmiş ve hücrelerde meydana gelen değişimler gözlenmiştir.

Bu çalışma sonucunda elde edilen verilerin, bundan sonraki buğday ıslah çalışmalarında kullanılabileceği düşünülmektedir.

Bu tez çalışması kapsamında özetle;

- Dayanıklı/tolerans olduğu bilinen buğday genotipleri üzerinde Kök yara ve Tahıl kist nematodlarının iklim odası koşullarında çoklu dayanıklılıklarının araştırılması,
- Buğday genotiplerinin Kök yara nematodları ve Tahıl kist nematodlarına karşı tel kafes sera koşullarında çoklu dayanıklılıklarının araştırılması,
- Buğday genotiplerinin Tahıl kist nematodlarına karşı dayanıklılık düzeylerinin moleküler çalışmalarla incelenmesi,
- Kök yara nematodları ve Tahıl kist nematodlarına dayanıklı veya hassas olduğu saptanan buğday genotiplerinin kök hücrelerinde meydana getirdiği değişimlerin incelenmesi hedeflenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Kök Yara Nematodları ve Tahıl Kist Nematodlarının Buğday Tarımında Önemi

Buğday, dünya genelinde insan ve hayvan beslenmesinde kalori ve protein gereksiniminin önemli bir kısmını sağlaması bakımından stratejik öneme sahip bir kültür bitkisidir. Buğdaya en çok zarar veren, yaygın görülen bitki paraziti nematodlardan biri Kök yara nematodlarıdır (Yong-Ting et al., 2012). Bu nematodlar polifag bir zararlı olup, buğday, kanola, hardal, nohut ve arpa olmak üzere geniş bir konukçu dizisine sahiptir (Handoo & Golden, 1989; Castillo & Vovlas, 2007). Dünyada bilinen ve ılıman iklimlerde zarar yapan en yaygın 12 türü; *Pratylenchus neglectus* (Rensch) Filipjev & Schuurmans Stekhoven, *Pratylenchus thornei* Sher & Allen, *Pratylenchus coffeae* (Zimmermann, 1898) Filipjev & Schuurmans Stekhoven, 194, *Pratylenchus penetrans* (Cobb, 1917) Filipjev and Schuurmans Stekhoven, 1941, *Pratylenchus scribneri* Steiner 1943, *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey) Filipjev & Schuurmans Stekhoven, *Pratylenchus vulnus* Allen and Jensen, 1951, *Pratylenchus crenatus*, *Pratylenchus loosi* Loof, 1960, *Pratylenchus goodeyi* Sher & Allen, *Pratylenchus pratensis* (de Man, 1889) Filipjev, 1936 ve *Pratylenchus zae* Graham, 1951 bulunmaktadır (Castillo & Vovlas, 2007). Kök yara nematodları bitkide beslenmeleri sonucu kök dokularında yara oluşturmakla birlikte aynı zamanda sekonder mikroorganizmalara da (fungus, diğer bitki paraziti nematodlar ve böceklerin) giriş kapısı açmaktadır. Böylece üründe daha şiddetli ekonomik kayıpların meydana gelmesine sebep olmaktadır (Lasserre et al., 1994; Taheri et al., 1994; Smiley et al., 2004). Bu ekonomik kayıplar çeşitlere bağlı olarak değişmekle birlikte, %50'ye varan oranlarda görülmektedir, ayrıca en az 3 yıllık bir ekim nöbeti popülasyonu minimize etmek için gereklidir (Smiley & Marshall, 2014). Kök yara nematodu türleri konukçu bitki, iklim, yükseklik ve özellikle toprak tipine bağlı olarak farklılık göstermekle birlikte dünyada *Pratylenchus* cinsine bağlı 70'ten fazla

türünün olduğu, *P. thornei* ve *P. neglectus* un buğday alanlarında en yaygın bulunan Kök yara nematodu türleri olduğu bildirilmektedir (Hafez et al., 1992; Strausbaugh et al., 2004; Smiley et al., 2005). *P. thornei* daha killi toprakları tercih ederken, *P. neglectus* daha kumlu toprakları tercih etmektedir (Thompson et al., 2010). Söz konusu Kök yara nematodu türlerinin buğdayda %30-70 arasında ürün kaybına neden olduğu bildirilmekte ve bu oranların hassas ve toleranslı çeşitlerde değiştiği de bilinmektedir (Mc Donald & Nicol, 2005; Thompson et al., 2008; Vanstone et al., 2008; Reen et al., 2014).

Ülkemizde buğday alanlarında Kök yara nematodlarının, *P. thornei* ve *P. neglectus* genellikle karışık popülasyon halinde ve farklı yoğunluklarda bulundukları bildirilmektedir (Gözel, 2001; Mısırlıoğlu, 2006; Yıldız, 2007; İmren & Elekcioğlu, 2008; Şahin et al., 2008). Ayrıca, *P. thornei* buğday üzerinde %19-70 oranında ürün kaybına neden olduğu tespit edilmiştir (Toktay, 2008). *P. thornei*'nin kitle üretiminin havuç kültüründe en iyi üreme sıcaklığının 25-30°C, nematod popülasyon sayısının ise her petride 100 *P. thornei* olduğu belirlenmiştir (Castillo et al., 1995; Tülek et al., 2009).

Tahıl kist nematodu türlerinin bitkide beslenmesi sonucu; köklerde çatallanma, şişkinlik ile kütleşmeye bağlı olarak bitki gelişimi zayıflamakta, köklerin su besin alım düzeninin bozulması sonucu bitkide solgunluk ve bodurlaşma meydana gelmektedir (Kort, 1972; Agrios, 1997). Tahıl kist nematodunun buğdayda beslenip çoğalan 12 türü mevcut olup, bunlardan *Heterodera avenae*, *Heterodera filipjevi* ve *Heterodera latipons* en önemlileri olarak bilinmektedir (Rivoal & Cook, 1993; Nicol, 2002). Ülkemizde Tahıl kist nematodunun söz konusu üç türü de saptanmış olup, bölgelere göre türlerin dağılımında farklılıklar olduğu bildirilmektedir (Rumpenhorst et al., 1996; Subbotin et al., 2003; Şahin et al., 2009; İmren et al., 2012a). *H. filipjevi*'nin ülkemizde Orta Anadolu Bölgesi'nde yaygın olarak bulunduğu, bu türün Haymana (Ankara) popülasyonuna karşı Kırmızı Mısıri, Sorgül, Yelken, Kunduru-1149, Sarı Bursa, Germir ve Altındane-12 çeşitlerinin dayanıklı, Üveyik, Hartog, Sönmez,

Yakar ve Tosunbey çeşitlerinin ise orta dayanıklı oldukları bildirilmektedir (Şahin, 2010). *Heterodera avenae* ise Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yaygın olup, Adana-99, Sorgül, Şırnak ve Sogol Acırlı buğday çeşitlerinin bu türün Adana (Karlık) popülasyonuna karşı orta derece dayanıklı bulunduğu ve nematodun bölge genelinde %4,36-25,7 arasında buğday veriminde ürün kaybına neden olduğu belirtilmektedir (İmren et al., 2013a; 2014a). Vanstone et al., (1996) *P. neglectus*'un buğday alanlarında ortalama %20 verim kaybına sebep olduğunu ve Triticale'nin ürün rotasyonunda *P. neglectus*'a karşı kullanılabileceğini bildirmiştir.

2.2. Tahıl Kist Nematodları ve Kök Yara Nematodlarıyla İlgili Dayanıklılık Çalışmaları

Buğdayda zararlı nematodlara karşı en etkin mücadele stratejisinin dayanıklı/toleranslı çeşit geliştirmek olduğu bildirilmektedir (Schmidt et al., 2005; Zwart et al., 2005). Nematodlara karşı bitki dayanıklılığı, genellikle konukçu bitki üzerinde nematod üremesinin azalması veya engellenmesi olarak tanımlanmaktadır (Trudgill, 1991). Dayanıklığın veya toleransın oluşmasında en önemli etkenlerden birinin nematodun bitkiye infeksiyonu esnasında, aktif haldeki genler ve proteinler olduğu, özellikle *H. glycines* Ichinohe, 1952 (Anand, 1994), *H. schachtii* Schmidt, 1871, *Globodera pallida* ((Stone, 1973)) Behrens, 1975'ya karşı geliştirilmiş dayanıklılık genleri bulunduğu bildirilmiştir (Patel et al., 2009; Shiming Liu et al., 2012). Hastalık ve zararlılara dayanıklı gen kaynakları doğada çoğunlukla bitkilerin yabani formlarında mevcut olup melezleme çalışmaları ile kültür formlarına aktarılmıştır (Boerma & Hussey, 1992). Günümüzde buğdayın yabani formlarından buğdaya aktarılmış, Kök yara nematodlarına karşı birden çok genle, Kist nematodlarına karşı ise tek genle dayanıklılığın sağlandığı bildirilmektedir (Bingefors, 1982; Barloy et al., 2007). *Heterodera avenae* group türlerine dayanıklılığı sağlayan Cre genlerinden günümüze kadar 9 adet Cre geni saptanmıştır (Barloy et al., 2007). Cre-1 *Triticum aestivum* kromozom 2B

(Slootmaker et al., 1974; Williams et al., 1994), Cre-2 *Aegilops ventricosa*, kromozom 5Nv (Delibes et al., 1993; Ogbannaya et al., 2001), Cre-3 ve Cre-4 *Aegilops tauschii* kromozom 2D (Eastwood et al., 1994), Cre-5 *Aegilops ventricosa*, kromozom 2AS (Jahier et al., 2001), Cre-6 kromozom 5Nv *Aegilops ventricosa* (Ogbannaya et al., 2001), Cre-7 *Aegilops truincialis* (Romero et al., 1998), Cre-8 *T. aestivum* kromozom 6B (Williams et al., 2003), Cre R *Secale cereale* (Dundas et al., 2001) bitkilerinden aktarılmıştır. Akar et al., (2009) 200'ün üzerinde ulusal ve uluslararası çeşidin Cre-1 ve Cre-3 genleri yönünden taramasını yaptıkları çalışmada, ulusal çeşitlerde söz konusu genlere rastlanılmadığını bildirmiştir.

Son yıllarda buğday çeşitlerinde Tahıl kist nematodlarının farklı patotiplerinin üzerinde Cre genlerinin saptanması ve etkinliği üzerine ülkemizde birçok araştırma mevcuttur. Dababat et al., (2014) *H. filipjevi*'ye karşı 719 buğday genotipi taramasını yapmış ve bunlardan 114 genotip dayanıklı, 90 genotip ise orta dayanıklı, Toktay et al., (2012) 42 hattın, 31 genotipi *P. thornei*'ye, 5 genotipi *H. filipjevi*'ye karşı dayanıklı; İmren et al., (2013b)'de 38 buğday genotipinin Cre-1 geni içeren 23 adedinin dayanıklı veya orta dayanıklı olduğu, 15 adedinin de orta hassas olduğunu belirlemişlerdir. Toktay et al., (2015) *P. thornei* ve *P. neglectus*'a karşı sırasıyla 25 ve 35 buğday çeşidinin orta derecede dayanıklı olduğunu, toplamda ise bu denemelerde 17 çeşidin her iki nematoda karşı dayanıklılık gösterdiğini belirtmektedir. Yavuzaslanoğlu et al., (2016) İran orijinli 31 adet buğday hattının *H. filipjevi*'ye karşı dayanıklılık reaksiyonunu incelemiş ve PI628144 (syn. AUS28321) dayanıklı, 5 hattında orta dayanıklı olduğunu bildirmiştir. İmren et al., (2013b) bazı popülasyonlara karşı etkinlikleri *in-vitro* koşullarda araştırmış olup, *H. avenae*, *H. filipjevi* ve *H. latipons* göre dayanıklılık genlerinin etkinliklerinin değiştiği; bununla birlikte Cre-1 geninin her üç nematod türüne karşı tam bir dayanıklılığa sahip olmadığı, Cre-3 ve Cre-7 genlerinin *H. avenae* ve *H. latipons*'a, Cre R geninin *H. filipjevi* ve *H. latipons*'a, Cre-8 geninin sadece *H. filipjevi* popülasyonlarına karşı dayanıklı olduğunu buna karşın Cre-2

geninin ise her üç nematod türüne karşı dayanıklılığa sahip olmadığını saptamışlardır. Gelecekte genetik akrabalıklar üzerine yapılacak çalışmalarla dayanıklılık kaynaklarının hangi bölgeden sağlandığı ortaya çıkarıldığı takdirde, ıslah programları çalışmalarında bu materyallerin kullanılma olasılıkları bulunacaktır. Dababat et al., (2016) 126 adet yazlık buğday hattının, *H. avenae*, *H. latipons* ve *P. thornei*, *P. neglectus*'a karşı dayanıklılık düzeylerini araştırmış ve haritalama ile kromozom üzerindeki yerlerini incelemiştir. *P. thornei*'nin dayanıklılık kaynağını kromozomun 4A üzerinde yer aldığını bildirmişlerdir. *H. avenae*'de 5A, 6A ve 7A, *P. neglectus*'da 1A, 1B, 3A, 3B, 6B, 7AS ve 7D, *P. thornei*'de 1D, 2A ve 5B'de potansiyel yeni dayanıklılık bölgesi olabileceği tespit edilmiştir. Söz konusu Kök yara nematodları ile yürütülen çeşit reaksiyonu çalışmalarında, Bintepe 85/sula, Adana-99 ve Fuatbey-2000 çeşitlerinin *P. thornei*'ye karşı dayanıklı (Toktay, 2008), Uzunyayla, Atlı, Yayla-305 ve Harmanakaya buğday çeşitlerinin ise hem *P. thornei* hem de *P. neglectus*'a karşı orta derece dayanıklı (İmren ve ark., 2015) oldukları bildirilmektedir.

2.3. Tahıl Kist Nematodları ve Kök Yara Nematodu Beslenmesine Bağlı Olarak Bitki Hücresinde Meydana Gelen Değişimler

Bitkide dayanıklılığın veya toleransın oluşmasında sinsityum hücrelerinin rolü olduğu bildirilmektedir (Siddique et al., 2012). Zira sinsityum hücrelerinin oluşması halinde nematodun bitkideki beslenmesi kolaylaşmakta ve daha hızlı üreyebilmektedir. Nitekim, Şeker pancarı kist nematodu, *Heterodera schachtii* Schmidt, 1871'ye karşı dayanıklı ve duyarlı olduğu bilinen çeşitlerde kökteki oluşan hücrelerde sinsityum oluşumlarını incelenmiş, dayanıklı çeşitlerde hassas çeşitlere göre hücrelerde daha küçük sinsityum oluşumu gözlemlendiği bildirilmiştir (Holtmann et al., 2000). Bitki kökünde sinsityum hücrelerinin oluşumunda nematodun salgıladığı enzimlerin etkili olduğu bilinmektedir (Baum et al., 2007; Davis et al., 2008). Bu nedenle söz konusu enzimlerin yapısındaki değişimlerin bilinmesi oldukça önemli olmaktadır. Zira nematod styletinden bitki

hücre duvarına salgılar gönderilmekte ve bu salgılarla birlikte bitkinin bünyesindeki metabolit aktivitelerinin değiştiği de bildirilmektedir (Williamson & Hussey, 1996; Hoffman et al., 2010). Kök yara nematodlarının beslenmeleri esnasında styletleri ile ilk beslenmeye yan köklerden başladıkları ve kendileri için beslenme bölgesi oluşturduğu bilinmekle birlikte, sitoplazmik hareketlenmelerinin arttığı gözlemlenmiştir (Zunke, 1990b). Kendilerine beslenme alanı oluştururken, bitki hücrelerinde değişiklik meydana gelmektedir. Bu değişiklikler her nematod grubuna göre farklı olmaktadır. *Pratylenchus penetrans*'ta kök hücrelerinde korteks tabakasında beslenen nematodlar, beslendikleri bölgelerde renk değişimine sebep olmaktadır. Odun ve soymuk borularında renk değişimleri olmasına rağmen, sadece korteksten beslenmektedirler. Lignin benzeri maddeleri içeren, fenol bileşiklerin oksidasyonu ile renk değişimleri olmaktadır (Townshend & Stobbs, 1981).

Heterodera avenae kökteki korteks tabakasından beslenerek parankima hücrelerine zarar vermekle birlikte farklı patotipleri hücrelerde farklı reaksiyon verebilmektedir. Ha 22 patotipi ile Ha 71 patotipinin karşılaştırıldığında, Ha 22 patotipinin konukçu köklerinde küçük sinsityumlar oluştururken, Ha 71 patotipinin sadece korteks tabakasında beslendiği ve sinsityum oluşturmadığı bildirilmektedir (Bleve-Zacheo et al., 1995).

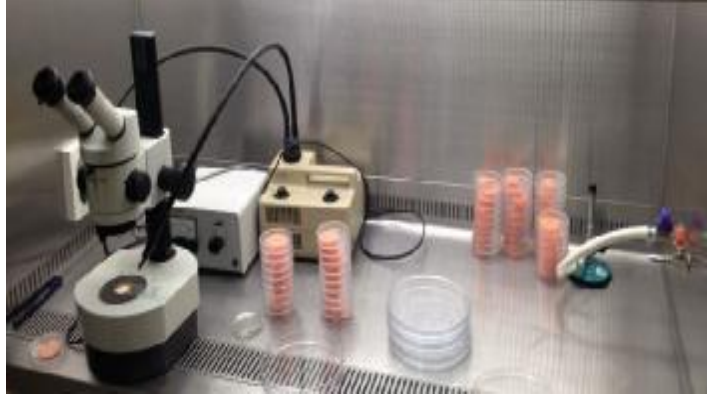
3. MATERYAL VE METOD

3.1. Denemelerde Kullanılan Kök Yara Nematodları, *Pratylenchus thornei* ve *Pratylenchus neglectus* İnokulumunun Elde Edilmesi

İklim odası denemelerinde kullanılan Kök yara nematodu türlerine ait gerekli inokulum, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'nde bu nematodlara ait saf kültürlerden elde edilmiş ve kitle olarak üretilerek çoğaltımı yapılmıştır. Yeterli popülasyon yoğunluğu bulunan petrilerdeki nematodlar, Moody et al., (1973) ve Tülek et al., (2009) belirttiği yöntem esas alınarak havuç üzerinde çoğaltılmış ve denemeler için yeterli inokulum elde edilmiştir. Bu nematodların çoğaltılmasında taze, yarasız ve iri havuçlar kullanılmıştır. Öncelikle havuçlar %5'lik Sodyum Hipoklorit (NaOCl) çözeltisinden geçirilmiş daha sonra NaOCl kalıntılarının havuç üzerinden giderilmesi için, çeşme suyunda birkaç defa uzun süreli yıkanmıştır. Yıkama işleminden sonra steril kabin içerisinde, havuçların önce dış yüzeyi soyulmuş, daha sonra %95'lik etil alkolden geçirilip ardından ateş ile yüzey sterilizasyonu yapılmıştır (Şekil 3.1). Daha sonra havuçların dış yüzeyi ikinci defa soyulmuştur. 1 cm kalınlığında enine kesildikten sonra, 6 cm çapındaki steril petriler içerisine alınarak nematod inokulasyonuna hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Steril petri kutuları içerisindeki havuç kültürü ile Kök yara nematodlarının kitle üretimi.



Şekil 3.2. Steril petri içerisindeki havuç kültürü çalışması.

Pratylenchus thornei ve *P. neglectus* popülasyonları, steril petriler içerisinde bulunan havuç dilimine bulaştırılmış ve petriler dışarıdan patojenlerin bulaşmasını engellemek için parafin bantla sıkıca çevrelenmiştir (Şekil 3.2). Daha sonra petri kutuları 21-25°C’de inkübatör içersine konulmuştur (Castillo et al., 1995). Nematodların 6 ay süreyle üremesi ve çoğalması sağlanmıştır. Havuçların üzerinde bulaşma görüldüğü takdirde elemine edilmiş, aylık kontrolleri ve çoğalma durumları takip edilmiştir. Böylece denemelerde kullanılacak gerekli nematod popülasyonları elde edilmiştir. Teşhisleri morfolojik olarak yapılmıştır.

Nematod çoğalması gerçekleşmiş havuç dilimleri küçük parçalara ayrılmış, Geliştirilmiş Baermann Huni Yöntemi’nin modifiye edilmiş biçimi olan Petri yönteminde kullanılan petrilere yerleştirilmiştir. Üzerine steril saf su konulup 4-6 saat süreyle suda bekletilerek nematodların suya geçmesi sağlanmıştır. Suyu geçen nematodlar 38 µm’lik elekten geçirilerek tüplere alınmış ve denemelerde kullanılacak gerekli *P. thornei* ve *P. neglectus* inokulumu elde edilmiştir.

3.2. Denemelerde Kullanılan Tahıl Kist Nematodları *Heterodera avenae* ve *Heterodera latipons* İnokulumun Elde Edilmesi

Denemelerde kullanılacak *Heterodera avenae* ve *H. latipons* popülasyonu için İmren (2013a) tarafından bulaşık olduğu bildirilen Adana ili Sarıçam ilçesinde

Karlık mevkiinden (enlem 39°24'13"; boylam 32°37'14") toprak örnekleri alınmıştır. Örnekler buğday hasadının bir ay öncesinde Mayıs 2014 tarihinde gerçekleştirilmiş, her bir örnek için örnekleme alanının 40-50 farklı noktasından, her bir örnekleme noktasından 15–20 cm derinlikten 2000 cm³ olmak üzere toprak ve kök örneği alınmıştır. Bitki kökleri ve toprak örneklerinde bulunan kistlerin izolasyonunda Fenwick (1940) metodunun modifiye edilmiş biçimi olan Kort cihazı kullanılarak topraktan izole edilmiştir (Hooper, 1986). Bu yöntemle göre, cihazın üzerindeki kaba elek içine her bir örnekten 250 cm³ toprak örneği yerleştirilmiş ve orta basınçta (6 lt/dk.) yıkanmıştır. Cihazın oluğundan akan sulara bulunan kistler 850 µm ve 250 µm çapındaki elekler üzerine aktarılmıştır (Şekil 3.3). Elek üzerinde 250 µm çapta toplanan süzölmüş toprak, sayım kaplarına aktarılmıştır. Kistler, 20x büyütme binoküler mikroskop altında toprak ve kök parçalarından ayrılmış, toplanma işlemi yapılmıştır. Böylece laboratuvar testlemeleri için gerekli inokulum elde edilmiştir. Elde edilen kistler 0,05'lik NaOCl ile 10 dakika ve %0,01'lik streptomisin ile muamele edilerek, steril saf su ile yıkanmıştır. Daha sonra inkübasyon süresi içerisinde patojen fungus ve bakterilerin gelişmemesi için, ayda 2 defa olmak üzere streptomisinden geçirilmiştir. Kist nematodları toprakta karışık popülasyon şeklinde bulunabileceğinden, Tahıl kist nematodlarının teşhisi morfolojik olarak yapılmıştır.

Tahıl kist nematodlarına ait yumurtalardan larva çıkışlarının gerçekleşmesi için belirli süre kistlerin soğuklama ihtiyaçlarının karşılanması gerektiği bilinmektedir. *H. avenae* için, +4°C'de 66 gün (ön inkübasyon), 10°C'de 191-221 gün (inkübasyon), *H. latipons* için +5°C'de 16 gün, +10°C'de bekletilmesi gerekmektedir (Scholz & Sikora, 2004; İmren, 2013a). Yumurtalardan larva çıkışının sağlanabilmesi için, kistler toplandıktan sonra bu süreler içerisinde ve sıcaklıklarda dolapta bekletilmiştir.



Şekil 3.3. Kist nematodlarının topraktan elde edilmesi.

3.3. Denemelerde Kullanılan Buğday Çeşitlerinin Belirlenmesi

Tahıl kist nematodlarına yönelik denemeye alınacak buğday çeşitleri Şahin (2010) ve İmren et al., (2015); Kök yara nematodlarına karşı denemeye alınacak çeşitler ise Toktay (2008) ve İmren et al., (2013b) tarafından söz konusu nematodlara karşı daha önceden dayanıklı bulunan çeşitler arasından seçilmiştir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Denemeye alınan buğday çeşitleri ve dayanıklı olduğu nematod türleri

Buğday Çeşidi	Buğday Özelliği	Kışlık/Yazlık	Dayanıklı olduğu tür	Literatür
Adana-99	Ekmeklik	Yazlık	<i>Pratylenchus thornei</i> , <i>Heterodera avenae</i>	Toktay, 2008 İmren, 2013a
Aldane	Ekmeklik	Kışlık	<i>P.thornei</i> , <i>P.neglectus</i>	İmren, 2014a
Alpu-2001	Ekmeklik	Kışlık	<i>P.neglectus</i>	İmren, 2014a
Atlı-2002	Ekmeklik	Kışlık	<i>P.thornei</i> , <i>P.neglectus</i>	İmren, 2014a
Ceyhan-99	Ekmeklik	Yazlık	<i>H. avenae</i>	İmren, 2013
Fuatbey-2000	Makarnalık	Yazlık	<i>P.thornei</i>	Toktay, 2008
Gerek-79	Ekmeklik	Kışlık	<i>P.thornei</i> , <i>P.neglectus</i>	İmren, 2014a
Harmankaya-99	Ekmeklik	Kışlık	<i>P.thornei</i> , <i>P.neglectus</i>	İmren, 2014a
Kunduru-1149	Makarnalık	Kışlık	<i>H. filipjevi</i>	Şahin, 2010
Lütfibey	Ekmeklik	Kışlık	<i>P.neglectus</i>	İmren, 2014a
P 8-6	Ekmeklik	Kışlık	<i>P.thornei</i> , <i>P.neglectus</i>	İmren, 2014a
Porsuk-2800	Ekmeklik	Kışlık	<i>P.neglectus</i>	İmren, 2014a
Selimiye	Ekmeklik	Kışlık	<i>P.thornei</i> , <i>P.neglectus</i>	İmren, 2014a
Sönmez	Ekmeklik	Kışlık	<i>H. filipjevi</i>	Şahin, 2010
Tosunbey	Ekmeklik	Kışlık	<i>H. filipjevi</i>	Şahin, 2010
Uzunyayla	Ekmeklik	Kışlık	<i>P.thornei</i> , <i>P.neglectus</i>	İmren, 2014a
Yakar 99	Ekmeklik	Kışlık	<i>H. filipjevi</i>	Şahin, 2010
Yayla-305	Ekmeklik	Kışlık	<i>P.thornei</i> , <i>P.neglectus</i>	İmren, 2014a
Yelken-2000	Makarnalık	Kışlık	<i>H. filipjevi</i>	Şahin, 2010
Yıldırım	Ekmeklik	Kışlık	<i>P.thornei</i> , <i>P.neglectus</i>	İmren, 2014a

Denemede kullanılan buğday çeşitleri Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsünden ve Çukurova Üniversitesi, Tarla Bitkileri bölümü Prof. Dr. Hakan Özkan'dan temin edilmiştir.

Önceden dayanıklı olduğu bilinen buğday genotipleri üzerinde Kök yara ve Tahıl kist nematodlarının yarı doğa koşullarda dayanıklılıklarının araştırılması için öncelikle bu koşullarda testlemelerinin yapılması gerekmektedir. Bundan dolayı, Kök yara nematodları ve Tahıl kist nematodları yeterli sayıda bireyler elde edildikten sonra buğday genotipleri inokulasyonlar için denemelere hazır hale getirilmiştir.

İklim odası koşullarında yürütülen denemeler 5 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Denemelerde 70 g toprak kapasiteli tüpler (çap: 2,5 cm, yükseklik: 15 cm) tesadüf parselleri deneme desenine göre hazırlanmıştır. Denemeye alınan tohumların yüzey sterilizasyonları (%70 alkol 30 sn, %0,05 sodyum hipoklorit çözeltisinde 1 dk. süreyle bekletilmesi) yapılmıştır. Tohumlar 3 gün çimlendirildikten sonra (içinde steril suyla nemlendirilmiş filtre kâğıdı bulunan 9 cm çapındaki petrilere yerleştirilip 20°C'de 48 saat inkübe edilmesi) içerisinde karışım toprak bulunan tüplere şaşırtılmıştır. Şaşırtma yapılmadan önce %29 tarla toprağı, %70 kum, %1 organik madde oranı hazırlanmış ve otoklavda 121°C'de sterilizasyon yapılmıştır (İmren et al., 2012) (Şekil 3.4).

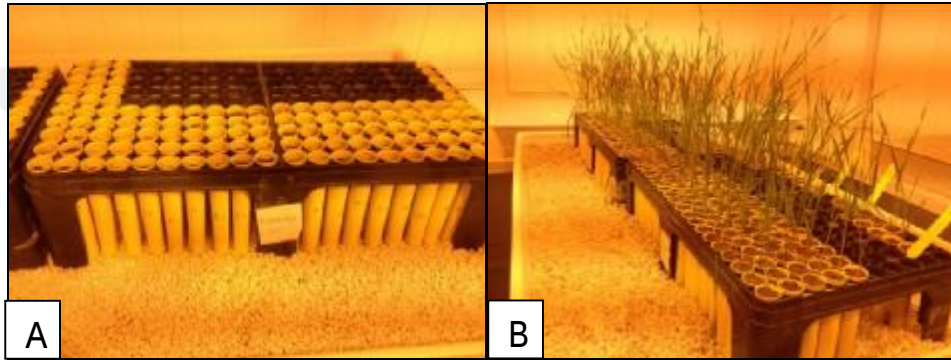


Şekil 3.4. Buğday tohumlarının yüzey sterilizasyonunun yapılması ve tohumların imlenmesi.

Tahıl kist nematodları ve Kök yara nematodları için patojen kombinasyonlarına göre inokulasyonları yapılmıştır. Sadece Kök yara nematodu bulunan denemeler, buğday tohumu ekimden 1 hafta sonra 175 larva/birey (2500 adet/kg toprak) oranında, sadece kist nematodu olan denemelerde ise bitkiye dikimin 1. gününde 175 larva/birey nematod verilmiştir (mren at al., 2012). Hem Kök yara nematodu hem de Tahıl kist nematodu olan denemelerde ise; Kök yara nematodlarının inokulasyonu için uygun olan bitkiye dikimin 7. gün, kist nematodu için ise 1. gün olmasından dolayı, ortalaması alınmış 3. gün kist nematodları larva ve kök yara nematod larvaları inokule edilmiştir (mren, 2013a; ahin, 2010). Denemelerde uluslararası standart kontrol eitleri tercih edilmiş olup, nematod

türlerine göre değişmekle birlikte GS50A, CROC_1/AE. SQUARROSA (224)//OPATA), Silverstar dayanıklı kontrol çeşitleri; Seri-82, Gatcher ise hassas kontrol çeşitleri olarak denemelerde kullanılmıştır.

Bitkiler 12 hafta süresince 16 saat ışıklandırılmalı 21-23°C sıcaklıktaki iklim odasında yetiştirilmiş, bu süre sonunda sökümleri yapılmıştır (Toktay et al., 2012a) (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. İklim odası koşullarındaki denemelerde kurulan buğday çeşitlerinin kök yara nematodları ve tahıl kist nematodlarına karşı testlenmesi: (A) Dikimden sonraki görünümü (B) Dikimden 5 hafta sonraki görünümü.

Denemelerde aşağıdaki nematod kombinasyonları uygulanmıştır;

1. *Pratylenchus thornei* x *P. neglectus*
2. *P. thornei* x *Heterodera latipons*
3. *P. thornei* x *H. avenae*
4. *P. neglectus* x *H. avenae*
5. *P. neglectus* x *H. latipons*
6. *H. avenae* x *H. latipons*
7. *H. avenae*
8. *H. latipons*
9. *P. thornei*
10. *P. neglectus*

3.4. Tel Kafes Seralarda Denemelerin Kurulması ve Gerekli İnokulumun Elde Edilmesi

İklim odası koşullarında reaksiyonları belirlenen buğday çeşitlerinin doğa koşullarındaki reaksiyonlarının da belirlenmesi gerekmektedir. Doğa koşullarında Kist nematodları ve Kök yara nematodlarının hepsinin birarada, yüksek popülasyon seviyesinde bulunmamasından dolayı Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Araştırma Uygulama çiftliği, Bitki Koruma bölüm arazisinde tel kafes seralarda 2 yıl saksı denemeleri kurulmuştur (Gözel, 2001). 2015 ve 2016 Kasım ayı içerisinde daha önceden Gözel (2001) ve İmren (2013a) *Heterodera avenae*, *H. latipons* (Adana-Sarıçam/Karlık mevkii ve Civişgediği Köyü) ve *Pratylenchus thornei*, *P. neglectus* (Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Araştırma Uygulama Çiftliği Arazisi) olduğu bilinen arazilerden bel ve kürekle topraklar alınmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Kist nematodu ve Kök yara nematodu ile bulaşık araziden toprakların alınması.

Alınan toprak örneklerinden başlangıç popülasyon yoğunluklarını (P_i) belirlemek amacıyla toprak yıkama ve izolasyon işlemleri yapılmıştır. 2015-2016 yılı denemesi için, Kasım ayının başında *Heterodera avenae* ile bulaşık araziden alınan toprak örneğinde “40 adet kist/400 g toprak” yoğunluğu belirlenmiştir. *H.*

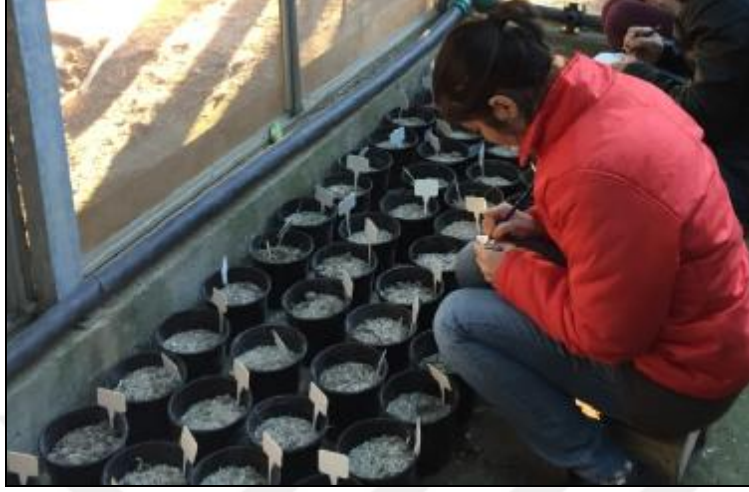
latipons ile bulaşık araziden alınan toprak örneğinde “1 kist/250 g toprak” kist yoğunluğu sayılmıştır. *Pratylenchus thornei* ve *P. neglectus* ile bulaşık araziden alınan toprak örneğinde ise 100 g toprakta 464 adet *P. thornei* ve 116 adet *P. neglectus* yoğunluğu belirlenmiştir.

Bu amaçla 2015-2016 yılı denemesinde, saksılara (çap: 15 cm, yükseklik: 13 cm) 1500 g kadar nematodlarla doğal bulaşık toprak doldurulmuştur. Her saksıya %10 hayvan gübresi ilave edilmiştir. Daha sonra kardeşlenme döneminde karışık gübre 15-15-15 (M_n SO₄, ZnSO₄, Fe Şelatlı), Agrolin (Humik Asit ve Fulvik Asit), Triple Superfosfat, Amonyum sülfat, Magnezyum sülfat, Kalsiyum nitrat, Potasyum sülfat, Potasyum nitrat karışım gübresi verilmiştir. Saksılarda 1 bitki olacak şekilde ekim yapılmış ve çimlenmemiş tohumlar için tekrar ekim yapılmıştır. Denemeler 4 tekerrürlü olarak tesadüf blokları deneme desenine göre 2015 yılı Aralık ayında kurulmuş ve 2016 yılı Mayıs ayında buğdaylar hasat edilmiştir. 2015-2016 yılı üretim döneminde arazi çalışmalarının sonuçlarında Dr. öğr. üyesi Soner Akgül tarafından *Fusarium culmorum* tespit edilmiştir. Bitkilerde ani kurumalarla bitkiyi zayıflatmıştır.

Yarı doğa koşullarında yürütülen denemede aşağıda belirtilen nematod kombinasyonları uygulanmıştır.

- 1) *Pratylenchus thornei* ve *P. neglectus*
- 2) *Heterodera avenae*
- 3) *H. latipons*
- 4) *H. avenae*, *H. latipons*
- 5) *P. thornei*, *P. neglectus* ve *H. avenae*
- 6) *P. thornei*, *P. neglectus* ve *H. latipons*

Saksılar deneme süresince Çukurova Üniversitesi Subtropik Meyveler Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde bulunan tel kafes seralarda (Screenhouse) tutulmuştur (Şekil 3.7, 3.8).



Şekil 3.7. 2015-2016 yılı denemelerin saksılara kurulması.



Şekil 3.8. Saksılardaki bitkilerin genel görünümü.

2016-2017 yılı saksı denemeleri için, *Heterodera avenae* 7 kist/400 g toprak ve 183 yumurta/larva; *H. latipons* 16 kist/400 g toprak ve 241 yumurta/larva birey; 460 *Pratylenchus thornei*, 115 *Pratylenchus neglectus* birey/100 g yoğunluğu belirlenmiştir. Denemeler Kasım 2016 yılında 5'er tekerrürlü olarak tesadüf blokları deneme desenine göre Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Araştırma Uygulama Çiftliği, Bitki Koruma Bölüm arazisinde tel kafes seralarda kurulmuştur (Şekil 3.9). Denemelerde her deneme tüpü (çap: 5 cm, yükseklik: 15

3. MATERYAL VE METOD

Ece B rte ine KASAP  LU ULUDAMAR

cm) 150 g toprak ve %10 hayvan g bresi ile doldurulmuŗtur. 2017 yılı Haziran ayında hasat yapılmıŗtır. Denemeler fungal hastalıklara koruyucu olarak 125 g Propiconazole 100 Azoxystrobin 30 g Cyproconazole etkili maddeli fungusitle birkaç kez ila lanmıŗtır.



ŗekil 3.9. Tel kafes seranın ve deneme t plerinin g r n m .

3.5. Denemelerin Değerlendirilmesi

İklim odası koşullarındaki denemeler 12 hafta sonra, tel kafes sera koşullarındaki denemeler hasat dönemindeyken sökümüleri yapılmıştır. Her bitkideki kist nematodları ve kök yara nematodları sayımları yapılmıştır. Bunun için; toprak ve bitki köklerinden nematodların ekstraksiyonu yapılmıştır (Şekil 3.10). Kök yara nematodu ile bulaşık olan örnekler için Baermann huni yönteminin geliştirilmiş biçimi olan Petri yöntemi, Kist nematodları için ise kort yöntemi kullanılmıştır.



Şekil 3.10. Bitki kök ve topraktan nematodların ekstraksiyonu.

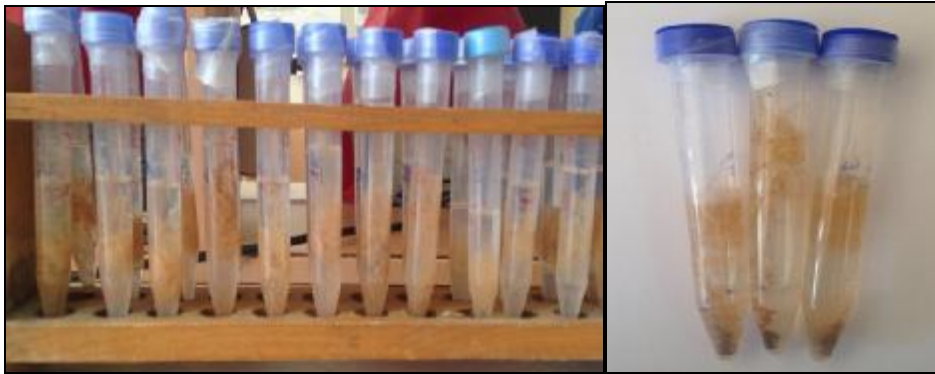
Her deneme kendi içerisinde değerlendirilmiştir. Çalışmada çeşitlerin reaksiyonlarının belirlenmesinde denemeye alınan standart çeşitlerle beraber nematodun ortalama popülasyon yoğunlukları dikkate alınmıştır. Yarı doğa koşullarında yapılan denemelerde tahıl kist nematodlarının larva ve yumurta içerikleri verilmiştir. Kök yara nematodlarının larva ve erginleri bütün denemelerde birey olarak kaydedilmiştir. 2015-2016 yılındaki tel kafes seralardaki denemeler iklim odası koşullarındaki denemelere paralel olarak kurulmuştur. Ancak sağlıklı veriler elde edilemediği için 2016-2017 yılında denemeler tekrarlanmıştır.

Elde edilen Kök yara nematodları bireylerinin ortalamaları SPSS 25. versiyon istatistik programı kullanılarak tek yönlü varyans ANOVA testi ile değerlendirilmiştir. Gerekli görüldüğü takdirde normal sayısal değerlere log (x+1) transformasyon uygulanmıştır. Denemeler ayrı ayrı değerlendirilmiş olup, Duncan testi ile ($\alpha < 0,05$) ile raporlanmıştır. Üreme oranı ($RF = Pf/Pi$) dayanıklılık düzeylerini belirlemede hesaplanmıştır.

3.6. Sinsityum ve Yara Hücrelerinin İncelenmesi

3.6.1. Stok Çözeltilerin Hazırlanması

Buğday çeşitlerinin iklim odası koşullarında sökümler yapıldıktan sonra, denemelerde kullanılan *Heterodera avenae*, *H. latipons* ve *Pratylenchus thornei*, *P. neglectus*'un kökler üzerindeki meydana getirdiği değişimi incelemek için, bitki kökleri saf suyla yıkanmış ve FPA70 çözeltisi içerisine konulmuştur (Eti, 1987). Kökleri uzun süre muhafaza edebilmek için FPA70 çözeltisi içerisinde bekletilmiştir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. FPA70 çözeltisi içerisindeki köklerin görünümü.

FPA70 çözeltisi içerisinde bekletilen kökler 3-4 cm boyutunda kesilerek küçük cam şişelere yerleştirilmiş ve içerisine Johansen %70 çözeltisi eklenmiştir. 1

gece bekletildikten sonra içerisindeki çözelti boşaltılıp Johansen %85 çözeltisi eklenmiştir (Şekil 3.12).



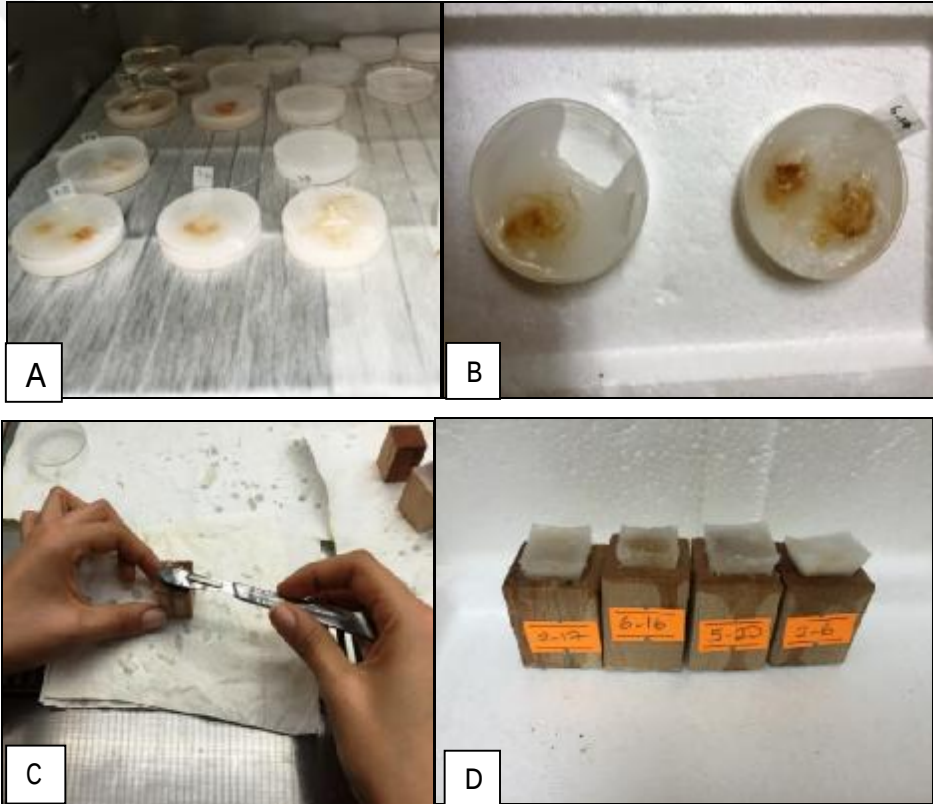
Şekil 3.12. Johansen çözeltisi içerisindeki köklerin görünümü.

Çözelti tekrar boşaltıldıktan sonra Johansen %95 konulmuş ve 4 saatlik beklemeyle beraber Johansen %100 eklemesi yapılmıştır. %100'lük Johansen karışımı içerisinde bekleme süresinin son yarım saatinde vakum pompası yardımı ile örneklerin havası alınmıştır. Daha sonra örnekler eritilmiş haldeki tersiyer bütül alkol sıvısı içerisinde aktararak bir gece bekletilmiştir. Ertesi gün örnekler yeniden hazırlanmış olan tersiyer bütül alkol sıvıları içerisinde 3 saat bekletilmiştir.

Boyama işlemi için hematoxylin boya çözeltisi kullanılmıştır. Hematoxylin boya çözeltisini hazırlamak için 1 g hematoxylin, 6 ml etil alkol içerisinde eritildikten sonra, ayrıca 12,5 g Potasyum alüminyum sülfat 100 ml suda eritilmiş ve bu suya 0.18 g KMnO_4 , 25 ml gliserin ve 25 ml metanol eklenip önceden eritilen hematoxylin ile karıştırılarak stok çözelti hazırlanmıştır. Boyama işlemi için 1 birim stok çözelti 10 birim saf su ile seyreltilerek kullanılmıştır.

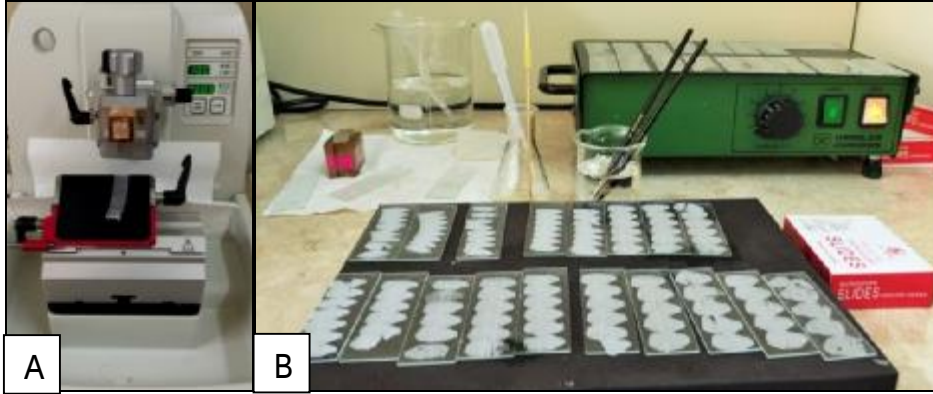
3.6.2. Bitki Köklerin Hazırlanması ve Boyanması

Bitki kökleri 60-65°C'lik etüvde boncuk parafinde eritilmiş, 2-3 gün bekletilerek örneklerin içerisine işlemesi sağlanmıştır. Bu sürenin sonunda etüv dışına alınarak buz üzerinde parafinin donması sağlanmış ve tamamen sertleşmesi içinde +4°C'de 1-2 gün daha bekletilmiştir. Kesit alma işlemi için sertleşmiş parafin içerisindeki örnekler tahta blokların üzerine yerleştirmesi sağlanmıştır. Bunun için; örnekler üzerindeki fazla parafin kesildikten sonra, sıcak bistürü ucu yardımıyla tahta blokların üzerine parafinli örnekler monte edilmiştir (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. (A) ve (B) Parafine gömülmüş petrideki örneklerin görünümü, (C) örneklerin tahta bloklara monte edilmesi (D) etiketlenmiş ve sabitlenmiş tahta blok üzerindeki örnekler.

Tahta blokların üzerine monte edilen örnekler yarı motorize LEİCA RM 2245 mikrotom kesme aletiyle 10 µm boyutunda, ince kesitler halinde kesilmiştir. Lamların üzerine bırakılan parafinlerin iyice gerilip açılması ve örneklerin daha iyi görüntülenmesi için, saf su eklenmiştir (Şekil 3.14). Kesitlerin yapıştırılacağı lamlar üzerine daha önceden 1:1 oranında hazırlanan yumurta akı ve gliserin karışımından oluşan yapıştırıcı sürülerek, kesitler bu lamların üzerine yerleştirilmiştir. Örnekler lamların üzerine yerleştirilip, 2 saat boyunca ısıtma plakası üzerinde bekletilip, parafinin iyice erimesi sağlanmıştır. 2 saatlik beklemenin ardından, 2 gün etüv içerisinde lamlar bekletilmiştir.



Şekil 3.14. (A) Yarı motorize mikrotom'da kesilen parafinler (B) Lamların üzerinde kesilmiş parafinlerin preparat haline getirilmesi.

Bu aşamadan sonra örneklerin boyanmasına geçilmiştir. Boyama işlemi sırasıyla aşağıdaki Çizelge 3.2'de gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.2. Boyama işlemi esnasında kullanılan solüsyonlar ve işlem süreleri (Stösser et al., 1985).

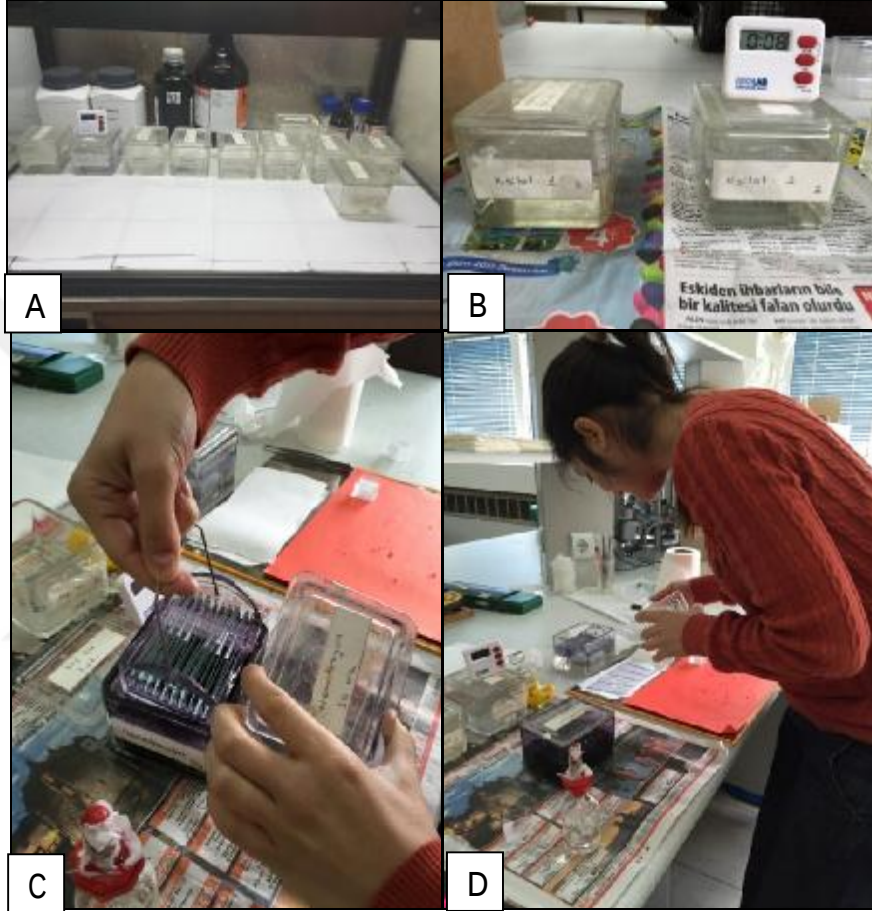
Solüsyon	Süre	
Ksilol-1	10 dk.	
Ksilol-2	10 dk.	
İzopropil alkol-1	5 dk.	
İzopropil alkol- 2	5 dk.	
%96'lık etil alkol	3 dk.	
%70'lik etil alkol	3 dk.	
%40'lık etil alkol	3 dk.	
%20'lik etil alkol	3 dk.	
Saf su	15 dk.	
Hematoxylin boya çözeltisi	30 dk.	

Ksilol-3 → Lamel Kapatma

Tamamen kuruması sağlanan lamlar lam taşıyıcıya alınarak ksilol dolu cam şalelere yerleştirilmiş ve örnekler etrafındaki fazla parafinin ayrılması sağlanmıştır. Daha sonra, örnekler önce izopropil alkol, ardından yoğunlukları giderek azalan alkol çözeltileri ve en son olarak da saf su ile dolu cam şale içine alınmıştır. Böylece örneklerin bünyesine su alması sağlanmıştır ve ardından, örneklerin boyanmasına geçilmiştir. Örneklerin boyama işlemine yaklaşık 30 dakika devam edilmiştir. Bundan sonra, lamlar lam taşıyıcıyla sürekli akan musluk suyu altında fazla boyadan arındırmak için 15 dakika bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda, örnekler bu kez giderek konsantrasyonu artan alkol serilerinden (%20, %40, %70, %96), sonra izopropil alkol ve son olarak ksilolden tekrar geçirilerek fazla suyunun alınması sağlanmıştır (Şekil 3.15).

Ksilolden çıkarılan örnekler üzerindeki fazla ksilol iyice süzildükten sonra hazır olan lamlar devamlı preparat haline getirilmek amacıyla her lamelin altına birer damla gelecek şekilde “Entellan” adlı şeffaf bir yapıştırıcı kimyasaldan damlatılarak lamellerle kapatılmış ve bu şekilde 30°C’deki etüvde 3 gün

bekletilerek kurutulmuştur. Hazırlanan preparatlar LEİCA DM 4500 ışık mikroskobu altında incelenmiştir.



Şekil 3.15. (A), (B) Preparatların boyanması için şaleler, (C) preparatların şale içerisindeki görünümü, (D) preparatların boyanması.

3.7. Dayanıklılık Mekanizması Çalışmaları

Kist nematodlarına dayanıklı olduğu bilinen genotiplerde dayanıklılık sağlayan genlerin, kist nematodları için Cre genleri, moleküler seviyede araştırılmıştır. Bütün çeşitler için DNA izolasyonu yapılmış olup, söz konusu genotiplerde Cre markırlarının taraması yapılmıştır.

3.7.1. Bitkiden DNA izolasyonu

Çeşit reaksiyon çalışmasında kullanılan her bir bitkiden yaklaşık 30 g taze yaprak elde edilmiştir. İçerisinde 650 µl fresh buffer bulunan eppendorf tüplere konularak, öncelikle kuru blokta 65°C’de 45 dakika bekletilmiştir. Daha sonra, örnekler ezilerek, tekrar 65°C’de 30 dakika bekletilmiştir. Bu işlem sonrasında her bir eppendorf tüpe 650 µl kloroform izoamil alkol eklenerek vorteks yardımıyla çalkanmış, devamında ise 15 dakika 10.000 rpm’de örnekler santrifüj edilmiştir. Santrifüj edilen örneklerde iki faz oluşmuş, üst faz dikkatli bir şekilde pipet yardımıyla alınarak, önceden içerisine 500 µl isopropanol bulunan eppendorf tüplere aktarılmış ve elle hafifçe çalkalanarak -20°C’de bir gece bekletilmiştir. Daha sonra örnekler 15 dakika 10.000 rpm’de santrifüj edilerek, DNA’nın eppendorf tüpün tabanına çökmesi sağlanmış ve devamında eppendorf tüplerdeki sıvı, mevcut DNA’nın tüpün tabanında kalacak şekilde hafifçe dökülmüş ve eppendorf tüpler ağzı açık vaziyette kurumaya bırakılmıştır. Kurutma işleminden sonra eppendorf tüplere %70’lik 500 µl ethanol eklenerek DNA’lar yıkanmış, tekrardan eppendorf tüpler ağzı açık vaziyette kurumaya bırakılıp, en sonunda eppendorf tüplere 200 µl ddH₂O eklenerek bitkiden DNA izolasyonu CTAB metodu ile gerçekleştirilmiştir.

3.7.2. Primer Taraması

DNA izolasyonu yaptıktan sonra Cre-1 ve Cre-3 genine ait primer setleri kullanılmıştır (Çizelge 3.3 ve 3.4).

Çizelge 3.3. DNA izolasyonu gerçekleştikten sonra Cre-1 genine ait primer setleri

GEN	Primer ismi	5'_3' sekans	Kaynaklar
Cre-1	G035 (Forward)	GCAGCCTAGCCTTCTCCCCA	Williams et al., (1994)
	G035 (Reverse)	GTAGCTTCATATATATGGAAC	
	Crecon (Forward)	ATCTGATCAACTTGCGGCAT	
	Crecon (Reverse)	ACTCTGACTCCGATTCCAAG	

Çizelge 3.4. DNA izolasyonu gerçekleştikten sonra Cre 3 genine ait primer setleri

GEN	Primer ismi	5'_3' sekans	Kaynaklar
Cre-3	Xgwm301-2D (Forward)	GAGGAGTAAGACACATGCCC	Eastwood et al., (1994); Lagudah et al., (1997)
	Xgwm301-2D (Reverse)	GTGGCTGGAGATTCAGGTTC	

PCR reaksiyonu 32 ml ddH₂O, 15 ml Dream Taq (Master Mix), 0,5 mM reverse primer, 0,5 mM forward primer ve 2 ng/μl bitki DNA'sı olacak şekilde toplam 50 μl gerçekleştirilmiştir. PCR reaksiyonun döngüsü için her primer setine farklı sıcaklıklar uygulanmıştır. Cre-1 için; 95°C'de 30 sn 1 döngü, 94°C'de 30 sn, 50°C 30 sn, 72°C 90 sn 38 döngü, son olarak 72°C'de 10 dk. olacak şekilde tamamlanmıştır. Cre-3 için; 95°C'de 30 sn 1 döngü, 94°C'de 30 sn, 58°C 30 sn, 72°C 90 sn 38 döngü ve son olarak 72°C'de 10 dk. ile bitirilmiştir. PCR ürünleri elde edildikten sonra %1,5 agaroz jelde (100 V-40 da) koşturulmuştur.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Kök Yara Nematodları ve Kist Nematodlarının İklim Odası Koşullarında Buğday Çeşitlerinde Gelişmelerinin Araştırılması

Tahıl kist nematodları *Heterodera avenae* ve *H. latipons* ile Kök yara nematodları *Pratylenchus thornei* ve *P. neglectus*'un hem tek tür olarak hem de 2'li kombinasyon halinde kışlık ve yazlık buğday çeşitleri köklerinde gelişmeleri ve çoklu dayanıklılıklarının incelenmesi için iklim odası koşullarında denemeler yürütülmüştür. Bu denemelerde Kök yara nematodlarının buğday çeşitlerinde gelişmelerine bakıldığında genel olarak üreme oranlarının 1 ve 1'in altında oldukları görülmektedir (Çizelge 4.1). Yani iklim odası koşullarında *P. thornei* ve *P. neglectus*'un 12 haftalık sürede düşük oranda çoğalma gösterdikleri saptanmıştır.

Düşük üreme oranı elde edilmesine rağmen, mevcut veriler ışığında her iki türe karşı Kunduru-1149, Yelken-2000, Fuatbey-2000, Selimiye çeşitlerinin daha dayanıklı; Adana-99, Yayla-305, Porsuk-2800, P 8-6 çeşitlerinin ise orta dayanıklı olabileceği ve çoklu dayanıklılık gösterdiği yorumlanabilir. Lütfibey, Alpu-2001, Seri-82 çeşitlerinin *P. thornei*'ye hassas oldukları saptanmıştır. Daha önceden dayanıklı olduğu bilinen Croc çeşidinin (Thompson et al., 2009), bu denemede de dayanıklı olduğu görülmüştür. Ancak hassas olduğu bilinen Seri-82 çeşidinin (Toktay et al., 2012b), *P. neglectus*'a karşı ortalama popülasyon yoğunluklarına bakıldığında, diğer kontrol çeşitlerine göre hassas olmadığı gözlenmiştir. Bu durumun *P. thornei* ve *P. neglectus*'un birarada bulunduğu durumlarda konukçuda beslenme rekabetinden dolayı birbirini baskılamasından kaynaklandığı söylenebilir. Nitekim Eisenback (1985), parazitizmin doğasından kaynaklı türlerarası rekabetin etkisinin, aynı yerden beslenen zararlılarda en çok görüldüğünü bildirmektedir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA Ece Börtetine KASAPOĞLU ULUDAMAR

Pratylenchus neglectus'un iklim odası koşullarında buğday çeşitlerinde gelişmesi sonucu meydana gelen ortalama popülasyon yoğunlukları Çizelge 4.2'da gösterilmiştir. *P. neglectus*'un Gatcher, Uzunyayla, Tosunbey ve Lütfibey çeşitlerinde gelişip çoğaldığı ve üreme oranlarının 1,1-2,9 oranında olduğu saptanmıştır. Toktay et al., (2015) orta dayanıklı bulunan Fuatbey çeşidi bu çalışmada orta dayanıklı, Gatcher çeşidi ise 1,01 üreme oranıyla orta hassas olarak belirlerken, bu çalışmada 2,9 üreme oranıyla aşırı hassas olabileceği görülmüştür.

Bitki paraziti nematodların toprakta çoğalmalarının toprak yapısıyla ilgili olduğu bilinmektedir. *Pratylenchus* cinsi nematodların genellikle 0-10 cm toprak derinliğinde kumlu toprak yapısında daha çok rastlandığı görülmüştür (Taylor & Evans, 1998). Toprağın yapısına bağlı olarak, türlerin çoğalması farklılık göstermektedir. *Pratylenchus thornei* daha çok killi toprakta çoğalırken (%48 kil, %37 kumlu), *P. neglectus* daha çok kumlu (%45 kumlu, %39 killi) toprakta çoğalmaktadır (Thompson et al., 2010). Çizelge 4.1 ve 4.2'de üreme oranlarının genellikle düşük olmasının bu sebepten ötürü kaynaklanabileceği öngörülmektedir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA Ece Börteçine KASAPOĞLU ULUDAMAR

Çizelge 4.1. *Pratylenchus thornei* ve *Pratylenchus neglectus*'un iklim odası koşullarında buğday çeşitlerinde ortalama popülasyon yoğunlukları ve üreme oranları (RF)

Buğday Çeşitleri	<i>Pratylenchus thornei</i>		<i>Pratylenchus neglectus</i>	
	Birey (Ort ±SH) ^{1,*,**}	Üreme Oranı	Birey (Ort±SH) ^{1,*,**}	Üreme Oranı
ADANA-99	15,6±4,3 gh	0,1	87,6±13,7 bcde	0,4
ALDANE	36,0±14,6 defgh	0,1	127,2±19,8 abc	0,5
ALPU-2001	201,6±78,4 ab	0,9	147,0±22,1 ab	0,5
ATLI-2002	99,6±6,3 cdefgh	0,4	84,6±28,6 bcde	0,2
CEYHAN-99	54,0±15,8 defgh	0,1	75,6±60,7 bcde	0,4
CROC (OD) ²	29,4±18,9 efgh	0,1	89,4±34,5 bcde	0,5
FUATBEY-2000	13,8±1,9 gh	0,0	13,8±5,2 e	0,1
GATCHER (OH)	78,6±12,0 defgh	0,4	116,4±32 abc	0,6
GEREK-79	148,2±24,7 abcd	0,8	103,2±14,8 bcd	0,5
GS50A (OD)	53,4±14,7 defgh	0,3	81,0±23,7 bcde	0,4
HARMANKAYA-99	17,6±36,0 abcd	0,5	121,2±23,2 abc	0,6
KUNDURU-1149	5,4±3,3 h	0,0	11,4±3,0 e	0,1
LÜTFİBEY	187,2±76,1 abc	1,0	70,8±10,5 bcde	0,2
P 8-6	57,6±6,4 defgh	0,1	97,8±15,7 bcd	0,3
PORSUK-2800	30,6±15,4 defgh	0,1	85,8±18,4 bcde	0,4
SELİMİYE	19,2±7,8 fgh	0,1	24,0±3,2 de	0,1
SERİ-82 (H)	229,2±50,7 a	1,3	60,0±7,0 cde	0,3
SÖNMEZ-2001	73,2±30,7 defgh	0,2	24,6±7,7 de	0,1
TOSUNBEY	95,4±27,7 bcdef	0,5	81,0±16,7 bcde	0,3
UZUNYAYLA	106,2±18,9 cdefgh	0,6	116,4±44,3 abc	0,6
YAKAR-99	108,0±17,9 cdefg	0,5	55,2±5,4 cde	0,1
YAYLA-305	54,0±16,5 defgh	0,3	84,6±20,2 bcde	0,4
YELKEN-2000	19,8±6,4 gh	0,1	15,0±4,9 e	0,1
YILDIRIM	141,6±32,7 abcde	0,6	183,0±36,9 a	0,8

1 SH: Standart Hata

2 OD: Orta Dayanıklı (*Pratylenchus thornei* ve *Pratylenchus neglectus*), OH: Orta Hassas, H: Hassas

*: Aynı harfi içeren ortalamalar arasında Duncan testine göre fark yoktur. (P<0,05)

** : Ham veriler verilmiştir. Normal sayısal değerlere log(x+1) tabanına göre transformasyon uygulanmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA Ece Börteçine KASAPOĞLU ULUDAMAR

Çizelge 4.2. *Pratylenchus neglectus*'un iklim odası koşullarında buğday çeşitlerinde ortalama popülasyon yoğunlukları ve üreme oranları (RF)

Buğday Çeşitleri	<i>Pratylenchus neglectus</i>	
	Birey (Ort $\pm$ SH) ^{1,*,**}	Üreme Oranı
ADANA -99	79,0 $\pm$ 22,4 d	0,5
ALDANE	88,0 $\pm$ 21,0 cd	0,5
ALPU-2001	91,0 $\pm$ 37,3 bcd	0,5
ATLI-2002	125,0 $\pm$ 29,5 cd	0,7
CEYHAN-99	105,0 $\pm$ 23,4 cd	0,6
CROC (OD) ²	156,0 $\pm$ 61,2 cd	0,9
FUATBEY-2000	158,0 $\pm$ 52,7 abc	0,9
GATCHER (OH)	512,0 $\pm$ 41,2 a	2,9
GEREK-79	134,0 $\pm$ 64,5 cd	0,8
HARMANKAYA-99	90,0 $\pm$ 29,7 d	0,5
KUNDURU-1149	48,0 $\pm$ 25,0 e	0,3
LÜTFİBEY	187,0 $\pm$ 20,3 bcd	1,1
P 8-6	108,0 $\pm$ 16,0 cd	0,6
PORSUK-2800	152,0 $\pm$ 51,0 cd	0,9
SELİMİYE	28,0 $\pm$ 18,2 e	0,2
SERİ-82 (H)	166,0 $\pm$ 31,3 bc	0,9
SÖNMEZ-2001	66,0 $\pm$ 10,5 d	0,4
TOSUNBEY	424,0 $\pm$ 74,6 ab	2,4
UZUNYAYLA	241,0 $\pm$ 98,4 cd	1,4
YAKAR-99	118,0 $\pm$ 16,7 cd	0,7
YAYLA-305	81,0 $\pm$ 6,9 cd	0,5
YELKEN-2000	105,0 $\pm$ 27,2 cd	0,6
YILDIRIM	134,0 $\pm$ 36,6 bcd	0,8

1 SH: Standart Hata

2 OD: Orta Dayanıklı, OH: Orta Hassas, H: Hassas

*: Aynı harfi içeren ortalamalar arasında Duncan testine göre fark yoktur. (P<0,05)

** : Ham veriler verilmiştir. Normal sayısal değerlere log(x+1) tabanına göre transformasyon uygulanmıştır.

Çizelge 4.2'de belirtilen üreme oranlarına göre Gatcher, Uzunyayla, Tosunbey ve Lütfibey çeşitleri dışında diğer çeşitlerde gelişemediği ve üreme oranlarının 1'in altında olmasıyla dayanıklı olarak kabul edilebileceği söylenebilir. Özellikle Kunduru-1149 ve Selimiye çeşitlerinde çoğalma potansiyellerinin en düşük olduğu belirlenmiştir.

Pratylenchus thornei'nin iklim odası koşullarında buğday çeşitlerinde gelişmesi sonucu meydana gelen ortalama popülasyon yoğunlukları Çizelge 4.3'de

4. BULGULAR VE TARTIŞMA Ece Börteçine KASAPOĞLU ULUDAMAR

gösterilmiştir. *P. thornei*'nin Gatcher, Uzunyayla, Yakar-99, Atlı-2002, P 8-6, Yayla -305, Porsuk-2800, Harmankaya-99, Alpu-2001, Sönmez-2001, Aldane ve Ceyhan -99 çeşitlerinde gelişip çoğaldığı ve üreme oranlarının 1,3-2,4 oranında olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.3). Fuatbey-2000 ve Yelken-2000 çeşitlerinin en düşük üreme oranına sahip olduğu Duncan testine göre diğer çeşitlerden istatistiksel olarak farklı olduğu yani dayanıklı olabileceği, Kunderu-1149, Selimiye, Yıldırım, Lütfibey, Gerek-79 ve Adana-99 çeşitlerinin de orta dayanıklı olarak kabul edilebileceği söylenebilir. Toktay et al., (2015), Adana-99 0,53 üreme oranı ve Fuatbey-2000 0,52 üreme oranı ile orta dayanıklı tespit etmiştir. Bu sonuç ilede örtüşmektedir.

İmren et al., (2015) Porsuk-2800 çeşidini *P. thornei*'ye karşı orta hassas olarak tespit ettiği göz önüne alındığında bu çalışmaya benzer sonuçların elde edildiği görülmektedir. Ancak, *P. thornei*'nin tek başına infeksiyon durumunda Porsuk-2800 çeşidi hassas olarak tespit edilirken, *P. thornei* ve *P. neglectus*'un birlikte infeksiyonunda üreme oranı 2,4'den 0,2'ye düşmüş (Çizelge 4.1) ve orta dayanıklı olarak tespit edilmiştir. Yani normalde hassas olarak bilinen çeşitler, birden fazla türlerin infeksiyonu durumunda türlerarası rekabetten dolayı her iki türün de birbirlerinin gelişmesini engellemelerinden dolayı dayanıklılık gösterdikleri sonucu ortaya çıkmaktadır. Ancak buradaki dayanıklılığın gerçek bir dayanıklılık olmasından ziyade türler arası rekabetin her iki zararlı türün gelişmesini olumsuz etkilemesinden kaynaklandığı şeklinde yorumlamanın daha doğru olduğu söylenebilir. Sönmez-2001 çeşidinin *P. thornei*'ye karşı bu çalışmada orta hassas olduğu belirlenmiştir. Mokrini et al., (2018) yaptığı çalışmada Sönmez çeşidini hassas olarak saptaması bu çalışmanın sonucunu desteklemektedir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA Ece Börteçine KASAPOĞLU ULUDAMAR

Çizelge 4.3. *Pratylenchus thornei*'nin iklim odası koşullarında buğday çeşitlerinde ortalama popülasyon yoğunlukları ve üreme oranları (RF)

Buğday Çeşitleri	<i>Pratylenchus thornei</i>	
	Birey (Ort $\pm$ SH) ^{1,*,**}	Üreme Oranı
ADANA-99	132,6 $\pm$ 60,3 fgh	0,8
ALDANE	227,8 $\pm$ 69,2 abcde	1,3
ALPU-2001	337,2 $\pm$ 39,9 a	1,9
ATLI-2002	346,2 $\pm$ 36,5 a	2,0
CEYHAN-99	244,2 $\pm$ 17,4 abc	1,4
CROC (OD) ²	27,0 $\pm$ 7,1 hij	0,2
FUATBEY-2000	20,4 $\pm$ 6,3 i	0,1
GATCHER (OH)	299,4 $\pm$ 136,0 abcd	1,7
GEREK-79	98,4 $\pm$ 23,9 cdefg	0,6
GS50A (OD)	149,4 $\pm$ 48,8 bcdefg	0,9
HARMANKAYA-99	241,8 $\pm$ 139,7 abcdef	1,4
KUNDURU-1149	40,8 $\pm$ 10,1 efg	0,2
LÜTFİBEY	70,2 $\pm$ 10,5 fg	0,4
P 8-6	291,0 $\pm$ 44,4 ab	1,7
PORSUK-2800	424,8 $\pm$ 47,8 a	2,4
SELİMİYE	62,8 $\pm$ 40,9 cdefg	0,4
SERİ-82 (H)	45,6 $\pm$ 14,9 ghi	0,3
SÖNMEZ-2001	265,2 $\pm$ 25,5 abc	1,5
TOSUNBEY	349,8 $\pm$ 78,7 a	2,0
UZUNYAYLA	396,0 $\pm$ 49,9 a	2,3
YAKAR-99	345,6 $\pm$ 24,7 a	2,0
YAYLA-305	234,6 $\pm$ 24,6 abcd	1,3
YELKEN-2000	23,4 $\pm$ 11,8 hi	0,1
YILDIRIM	150,0 $\pm$ 77,4 defg	0,9

1 SH: Standart Hata

2 OD: Orta Dayanıkl, OH: Orta Hassas, H: Hassas

*: Aynı harfi içeren ortalamalar arasında Duncan testine göre fark yoktur. (P<0,05)

** : Ham veriler verilmiştir. Normal sayısal değerlere log(x+1) tabanına göre transformasyon uygulanmıştır.

Pratylenchus thornei ve *H. latipons*'un birlikte infeksiyonunda iklim odası koşullarda buğday çeşitlerinde çoğalma oranları Çizelge 4.4'de gösterilmiştir. Bu zararlıların birlikte infeksiyonlarında, *P. thornei*'nin sadece Uzunyayla çeşidinde üreme oranının 2,8 olduğu, *H. latipons*'un ise Seri-82, Yayla-305 ve Porsuk-2800 çeşitlerinde 0,1-1,0 arasında değişen oranlarda üreme oranı oluşturduğu saptanmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA Ece Börteğine KASAPOĞLU ULUDAMAR

Çizelge 4.4. *Pratylenchus thornei* ve *Heterodera latipons*'un iklim odası koşullarında buğday çeşitlerinde ortalama popülasyon yoğunlukları ve üreme oranları (RF)

Buğday Çeşitleri	<i>Pratylenchus thornei</i>		<i>Heterodera latipons</i>	
	Birey (Ort±SH) ^{1,*,**}	Üreme Oranı	Larva+Yumurta (Ort±SH) ^{1,*,**}	Üreme Oranı
ADANA-99	0 b	0,0	2,0±2,0 b	0,0
ALDANE	0 b	0,0	38,0±23,3 b	0,2
ALPU-2001	0,2±0,2 b	0,0	65,0±29,1 b	0,4
ATLI-2002	0 b	0,0	19,0±11,6 b	0,1
CEYHAN-99	0,2±0,2 b	0,0	7,0±4,3 b	0,0
CROC (OD), (D) ²	0 b	0,0	39,0±23,8 b	0,2
FUATBEY-2000	0 b	0,0	33,2±20,3 b	0,2
GATCHER (OH)	0 b	0,0		
GEREK-79	0,8±0,8 b	0,0	9,0±5,5 b	0,1
GS50A(OD)	0 b	0,0		
HARMANKAYA-99	0,2±0,2 b	0,0	6,0±6,0 b	0,0
KUNDURU-1149	0 b	0,0	2,4±1,5 b	0,0
LÜTFİBEY	0 b	0,0	32,0±16,2 b	0,2
P 8-6	0,4±0,4 b	0,0	5,0±5,0 b	0,0
PORSUK-2800	0 b	0,0	18,0±13,2 b	0,1
SELİMİYE	0,2±0,2 b	0,0	0 b	0,0
SERİ-82 (H)	0,8±0,8 b	0,0	171,0±87,8 a	1,0
SİLVERSTAR (D)	0 b	0,0	17,0±17,0 b	0,1
SÖNMEZ-2001	0,2±0,2 b	0,0	69,0±42,2 b	0,4
TOSUNBEY	0,2±0,2 b	0,0	47,0±31,7 b	0,3
UZUNYAYLA	2,8±2,1 a	0,0	20,0±15,4 b	0,1
YAKAR-99	0 b	0,0	36,0±14,7 b	0,2
YAYLA-305	0 b	0,0	45,0±19,6 b	0,3
YELKEN-2000	0,4±0,4 b	0,0	0 b	0,0
YILDIRIM	0 b	0,0	22,4±12,3 b	0,1

1 SH: Standart Hata

2 OD: Orta Dayanıklı (*Pratylenchus thornei*) D: Dayanıklı (*Heterodera avenae*), OH: Orta Hassas, H: Hassas

*: Aynı harfi içeren ortalamalar arasında Duncan testine göre fark yoktur.(P<0,05)

** : Ham veriler verilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA Ece Börtetine KASAPOĞLU ULUDAMAR

Her iki zararlının birlikte infeksiyonunda çeşitlerin ortalama popülasyon yoğunluklarına göre değerlendirme yapıldığında, Uzunyayla çeşidinin *P. thornei*'ye karşı, Seri-82, Yayla-305 ve Porsuk-2800 çeşitlerinde, *H. latipons*'a karşı hassas oldukları diğer çeşitler üzerinde ise bu zararlıların gelişip çoğalamadıkları saptanmıştır.

P. thornei ve *H. avenae*'in iklim odası koşullarında buğday çeşitlerinde gelişmeleri sonucu üreme oranları Çizelge 4.5'de gösterilmiştir. Bu zararlıların birlikte infeksiyonlarında, *P. thornei*'nin sadece Gatcher, GS50A, Uzunyayla, Tosunbey, P 8-6, Yayla-305 ve Sönmez-2001 çeşitlerinde 1,0-3,7 arasında, *H. avenae*'in ise bütün çeşitlerde 1'in altında değişen oranlarda üreme oranı oluşturduğu saptanmıştır. Gerek-79, Harmanakaya-99, Yakar-99 ve Lütfibey çeşitleri *P. thornei*'ye karşı en az üreme oranına sahip çeşitler olarak tespit edilmiştir. *H. avenae*'ye karşı Fuatbey-2000 ve Sönmez-2001 çeşitlerinde hiç üreme olmamıştır. Ayrıca, Porsuk-2800, Alpu-2001, Yakar-99 çeşitleri *P. thornei*'nin tek başına infeksiyonunda (Çizelge 4.3) hassas olarak belirlenirken, *H. avenae* ile kombinasyonunda (Çizelge 4.5)'da orta dayanıklı olduğu saptanmıştır. Denemedeki diğer çeşitlere de bakıldığında üreme sayılarının az olmasından dolayı bu çeşitlerde dayanıklılığın daha fazla olduğu söylenebilir. Genel olarak *P. thornei*'nin popülasyonunda azalma meydana gelmiştir. Kist nematodlarının inkübasyon süreleri türlere bağlı olarak değişmekle beraber, *H. avenae*'de larvaların çıkışı bir anda gerçekleşmediği bilinmektedir (İmren, 2013a). Bu yüzden, *P. thornei*'nin üremesi *H. avenae*'ye göre daha fazla olmuştur. Ayrıca Çizelge 4.5'da *P. thornei*'nin *H. avenae*'ye göre daha fazla üremesinin olduğu görülmüştür. Mokri et al., (2018) *H. avenae*, *P. penetrans* ve *P. thornei*'nin karışık popülasyon halinde bulunduğu, kök yara nematodlarının buğday çeşitlerinde üreme oranlarının azaldığını bildirmektedir. Fuatbey-2000 çeşidi ise hem *P. thornei*'ye hemde *H. avenae*'ye karşı orta dayanıklı olarak görülmektedir. Selimiye Çizelge 4.3'te, *P. thornei*'nin üreme oranı 0,4 iken, Çizelge 4.5'de *H. avenae* ile kombinasyonun da 0,2'ye düşmüştür.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA Ece Börteçine KASAPOĞLU ULUDAMAR

Çizelge 4.5. *Pratylenchus thornei* ve *Heterodera avenae*'in iklim odası koşullarında buğday çeşitlerinde ortalama popülasyon yoğunlukları ve üreme oranları (RF)

Buğday Çeşitleri	<i>Pratylenchus thornei</i>		<i>Heterodera avenae</i>	
	Birey (Ort±SH) ^{1,*,**}	Üreme Oranı	Larva+Yumurta (Ort±SH) ^{1,*,**}	Üreme Oranı
ADANA-99	57,0±11,1 def	0,3	67,2±28,3 ab	0,1
ALDANE	157,2±25,5 cdef	0,9	40,0±40,0 ab	0,0
ALPU-2001	56,4±4,3 def	0,3	96,0±90,0 ab	0,4
ATLI-2002	141,6±12,1 cdef	0,8	95,0±61,0 ab	0,6
CEYHAN-99	123,0±20,2 def	0,7	24,8±14,8 ab	0,1
CROC (OD), (D) ²	40,8±8,1 ef	0,2	58,4±39,6 ab	0,3
FUATBEY-2000	87,0±3,5 def	0,5	65,4±16,7 ab	0,3
GATCHER (OH)	209,4±43,0 cde	1,2	84,0±35,0 ab	0,5
GEREK-79	0,6±0,6 f	0,0	143,0±52,6 ab	0,6
GS50A (OD)	180,6±14,9 cdef	1,0	10,0±10,0 b	0,0
HARMANKAYA-99	1,8±1,2 f	0,0	99,0±65,7 ab	0,5
KUNDURU-1149	99,0±26,5 def	0,6	197,0±114,9 a	0,5
LÜTFİBEY	21,6±4,8 ef	0,1	46,0±46,0 ab	0,1
P 8-6	315,0±52,1 bc	1,8	12,4±7,6 b	0,9
PORSUK-2800	90,6±30,2 def	0,5	74,0±62,3 ab	0,8
SELİMİYE	34,8±14,2 ef	0,2	6,0±4,0 b	0,2
SERİ-82 (H)	303,0±14,9 bc	1,7	36,0±22,1 ab	0,2
SİLVESTAR (D)	84,4±21,6 def	0,5	8,0±8,0 b	0,1
SÖNMEZ-2001	232,2±38,3 bcd	1,3	70,0±32,0 ab	0,2
TOSUNBEY	642,6±163,3a	3,7	100,6±69,1 ab	0,3
UZUNYAYLA	94,8±130,3b	2,3	9,0±3,8 b	0,1
YAKAR-99	52,8±6,6 def	0,3	10,4±7,1 b	0,5
YAYLA-305	171,0±19,7 cdef	1,0	154,0±84,0 ab	0,4
YELKEN-2000	106,2±10,4 def	0,6	93,0±39,2 ab	0,4
YILDIRIM	105,0±25,9 def	0,6	41,0±33,0 ab	0,4

1 SH: Standart Hata

2 OD: Orta Dayanıklı (*Pratylenchus thornei*) D: Dayanıklı (*Heterodera avenae*), OH: Orta Hassas, H: Hassas

*: Aynı harfi içeren ortalamalar arasında Duncan testine göre fark yoktur. (P<0,05)

** : Ham veriler verilmiştir. Normal sayısal değerlere log(x+1) tabanına göre transformasyon uygulanmıştır.

Heterodera avenae'nin buğday çeşitleri üzerinde tekli infeksiyonu sonucu üreme oranlarına bakıldığında (Çizelge 4.6) 1'in altında olduğu görülmektedir. İmren (2013a)'de Adana-99 çeşidinin *H. avenae*'ye karşı orta dayanıklı olduğunu belirtilmekte ve bu çalışma sonucuyla da örtüşmektedir. Kist sayısından ziyade yumurta sayısının daha önemli olduğu görülmektedir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA Ece Börteçine KASAPOĞLU ULUDAMAR

Çizelge 4.6. *Heterodera avenae*'in iklim odası koşullarında buğday çeşitlerinde ortalama popülasyon yoğunlukları ve üreme oranları (RF)

Buğday Çeşitleri	<i>Heterodera avenae</i> Larva+Yumurta (Ort±SH) ^{1,*,**}	Üreme Oranı
ADANA-99	20,4±10,7 a	0,1
ALDANE	10,0±10,0 a	0,1
ALPU-2001	3,0±3,0 a	0,0
ATLI-2002	58,2±41,9 a	0,3
CEYHAN-99	1,6±1,6 a	0,0
CROC (D) ²	18,0±18,0 a	0,1
FUATBEY-2000	3,0±3,0 a	0,0
GEREK-79	129,4±70,5 a	0,7
HARMANKAYA-99	128,0±80,6 a	0,7
KUNDURU-1149	26,2±13,4 a	0,1
LÜTFİBEY	14,0±12,7 a	0,1
P-8 6	27,0±21,3 a	0,2
PORSUK-2800	0,4±0,4 a	0,0
SELİMİYE	40,0±40,0 a	0,2
SERİ-82 (H)	74,4±46,8 a	0,4
SİLVESTAR (D)	0,6±0,6 a	0,0
SÖNMEZ-2001	66,2±40,5 a	0,4
TOSUNBEY	136,0±83,3 a	0,8
UZUNYAYLA	12,6±7,7 a	0,1
YAKAR-99	7,6±4,8 a	0,0
YAYLA-305	95,0±91,2 a	0,5
YELKEN-2000	107,0±74,7 a	0,6
YILDIRIM	16,4±10,0 a	0,1

1 SH: Standart Hata

2 D: Dayanıklı, OD: Orta Dayanıklı, H: Hassas

*: Aynı harfi içeren ortalamalar arasında Duncan testine göre fark yoktur. (P<0,05)

** : Ham veriler verilmiştir. Normal sayısal değerlere log(x+1) tabanına göre transformasyon uygulanmıştır.

Heterodera latipons'un iklim odası koşullarında tekli enfeksiyon durumunda buğday çeşitlerinde gelişmesi sonucu oluşturduğu üreme oranları Çizelge 4.7'de gösterilmiştir. *Heterodera latipons*'un buğday çeşitleri üzerinde tekli enfeksiyonu sonucu üreme oranlarına bakıldığında (Çizelge 4.7) üremenin 1'in altında olduğu görülmektedir. Ancak çeşitler üzerinde gelişen kistlerde çok az miktarda yumurta oluşmuştur. Kherfan et al., (2015) Silverstar çeşidinin *H. latipons* (Ürdün Pathotipi)'a karşı laboratuvar koşullarında dayanıklı olarak tespit etmiş ve Cre-1 geni taşıdığı moleküler çalışmalarla desteklenmiştir. Cre-1 genin *H.*

4. BULGULAR VE TARTIŞMA Ece Börteğine KASAPOĞLU ULUDAMAR

latipons'a karşı mutlak bir dayanıklılık olmadığı ve %78 dayanıklılık sağlanabildiği, Silverstar çeşidinde kist sayısının 4'ün altında bulunduğu daha önceden tespit edilmiştir (İmren et al., 2014b).

Çizelge 4.7. *Heterodera latipons*'un iklim odası koşullarında buğday çeşitlerinde ortalama popülasyon yoğunlukları ve üreme oranları (RF)

Buğday Çeşitleri	<i>Heterodera latipons</i> Larva+Yumurta (Ort±SH) ^{1,*,**}	Üreme Oranı
ADANA-99	4,0±1,8 bc	0,0
ALDANE	31,0±12,9 abc	0,2
ALPU-2001	18,0±9,7 bc	0,1
ATLI-2002	9,0±4,0 bc	0,1
CEYHAN-99	1,0±1,0 c	0,0
CROC (D) ²	5,0±3,9 bc	0,0
FUATBEY-2000	62,4±18,5 a	0,4
GEREK-79	16,2±12,6 bc	0,1
HARMANKAYA-99	16,4±5,9 bc	0,1
KUNDURU-1149	33,6±14,2 abc	0,2
LÜTFİBEY	8,0±8,0 bc	0,0
P 8-6	10,0±10,0 bc	0,1
PORSUK-2800	6,0±4,8 bc	0,0
SELİMİYE	15,6±9,0 bc	0,1
SERİ-82 (H)	45,0±27,8 ab	0,3
SİLVERSTAR (D)	9,0±5,6 bc	0,1
SÖNMEZ-2001	27,0±9,4 abc	0,2
TOSUNBEY	8,0±5,8 bc	0,0
UZUNYAYLA	15,0±9,2 bc	0,1
YAKAR-99	11,6±8,5 bc	0,1
YAYLA-305	31,4±21,1 abc	0,2
YELKEN-2000	22,4±17,8 bc	0,1
YILDIRIM	12,4±7,6 bc	0,1

1 SH: Standart Hata

2 D: Dayanıklı, OD: Orta Dayanıklı, H: Hassas

*: Aynı harfi içeren ortalamalar arasında Duncan testine göre fark yoktur. (P<0,05)

***: Ham veriler verilmiştir. Normal sayısal değerlere log(x+1) tabanına göre transformasyon uygulanmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA Ece Börteçine KASAPOĞLU ULUDAMAR

Çizelge 4.2’de Ceyhan-99, Kunduru-1149 ve Sönmez-2001 çeşitleri en düşük üremeye sahip çeşitlerdir. *Pratylenchus neglectus*’un *H. avenae* (Çizelge 4.8) ile kombinasyonunda Sönmez-2001, Aldane, Adana-99, Ceyhan-99, Kunduru-1149, Fuatbey-2000, her iki türde en düşük çoğalma reaksiyonu gösteren çeşitlerdir. Ancak beraber inokulasyon yapıldığında negatif etkilenme söz konusu olduğu görülmektedir. Çizelge 4.2’da *P. neglectus* buğday çeşitlerinin genelinde Çizelge 4.8’ye kıyasla daha yüksek oranda çoğalmıştır. Çizelge 4.8’de popülasyon seviyesindeki düşmeden dolayı, *P. neglectus*’u *H. avenae*’nin baskıladığı düşünülmektedir. Gatcher Toktay et al., (2012) *P. thornei* ve *P. neglectus*’a hassas olarak tespit edilmiştir. Çizelge 4.2’de tekli infeksiyonda üreme oranı 2,9’dayken, çizelge 4.8’de 0,4’e düşmüştür. Umesh et al., (1994) *P. neglectus* ve *Meloidogyne chitwoodi*’nin arpa üzerinde kombine infeksiyonunda, *P. neglectus* yumurta sayısını azalttığı belirlemiştir. Bu durumun *M. chitwoodi*’nin 5 gün önce inokulasyon yapılmasıyla besin alanındaki baskın gelme durumundan kaynaklandığı tespit edilmiş olup, bu çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA Ece Börteçine KASAPOĞLU ULUDAMAR

Çizelge 4.8. *Pratylenchus neglectus* ve *Heterodera avenae*'in iklim odası koşullarında buğday çeşitlerinde ortalama popülasyon yoğunlukları ve üreme oranları (RF)

Buğday Çeşitleri	<i>Pratylenchus neglectus</i>		<i>Heterodera avenae</i>	
	Birey (Ort ±SH) ^{1,*,**}	Üreme Oranı	Larva+Yumurta (Ort±SH) ^{1,*,**}	Üreme Oranı
ADANA-99	51,6±20,8 ab	0,3	0 c	0,0
ALDANE	61,8±19,5 ab	0,4	0 c	0,0
ALPU-2001	77,4±49,0 ab	0,4	11,2±8,7 c	0,1
ATLI-2002	114,6±36,8 ab	0,7	0,4±0,4 c	0,0
CEYHAN-99	44,4±17,9 ab	0,3	6,4±6,4 c	0,0
CROC (D), (OD) ²	55,8±12,6 ab	0,3	66,4±42,7 abc	0,4
FUATBEY-2000	64,8±18,2 ab	0,3	0 c	0,0
GATCHER (OH)	64,8±17,5 ab	0,4	0,2±0,2 c	0,0
GEREK-79	106,2±16,4 ab	0,6	8,2±8,2 c	0,0
HARMANKAYA-99	45,6±13,5 ab	0,3	21,2±20,9 bc	0,1
KUNDURU-1149	42,6±16,6 ab	0,2	0,2±0,2 c	0,0
LÜTFİBEY	135,6±43,1 a	0,8	27±26,7 bc	0,2
P 8-6	111,6±43,1 ab	0,6	0,6±0,4 c	0,0
PORSUK-2800	55,2±13,8 ab	0,3	115±101,3 abc	0,7
SELİMİYE	71,4±25,5 ab	0,4	1,4±0,2 c	0,0
SERİ-82 (H)	59,4±25,5 ab	0,3	0,8±0,5 c	0,0
SİLVERSTAR (D)			0,2±0,2 c	0,0
SÖNMEZ-2001	44,4±18,3 ab	0,3	0,2±0,2 c	0,0
TOSUNBEY	133,2±38,2 a	0,8	216,6±84,2 a	1,2
UZUNYAYLA	73,2±26,4 ab	0,4	72,0±70,7 abc	0,4
YAKAR-99	70,8±32,4 b	0,4	196,4±195,9 ab	1,1
YAYLA-305	66,6±34,5 ab	0,4	73,6±54,3 abc	0,4
YELKEN-2000	65,4±13,9 ab	0,4	52,8±52,8 abc	0,3
YILDIRIM	67,2±18,5 ab	0,4	0,6±0,2 c	0,0

1 SH:Standart Hata

2 D:Dayanıklı (*Heteroderaavenae*), OD:Orta Dayanıklı (*Pratylenchus thornei*), OH:Orta Hassas, H:Hassas

*: Aynı harfi içeren ortalamalar arasında Duncan testine göre fark yoktur. (P<0,05)

**:. Ham veriler verilmiştir. Normal sayısal değerlere log(x+1) tabanına göre transformasyon uygulanmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA Ece Börtetine KASAPOĞLU ULUDAMAR

Çizelge 4.9'da Yakar-99, Atlı-2002, Yayla-305, Porsuk-2800, Harmankaya-99, Gerek-79, Sönmez-2001, Aldane, Ceyhan-99, Kunduru-1149 düşük üremesiyle her iki türe karşı dayanıklı olabileceği görülmektedir. Yumurta sayılarının oldukça düşük olduğu görülmektedir. Seri-82 çeşidinin yumurta sayısının çok yüksek olduğu ve bu çeşidin hassas olarak reaksiyon verdiği tespit edilmiştir. Çeşitlerin fenotipik ve genotipik özelliklerinin farklı oldukları bilinmektedir. Salgıladıkları ekzudatlar ya da fenotipik yapıları burda yumurta üremesine engel olmuş olabilir (Huang, 1998). *H. latipons*, *H. avenae*'ye göre kombine denemelerde *P. neglectus*'un popülasyon seviyesini daha çok düşürdüğü belirlenmiştir. Silverstar çeşidi *P. neglectus*'a karşı reaksiyonu 2,6 üreme oranıyla Seri-82 çeşidine göre kombine deneme olmasına rağmen daha iyi performans göstermiştir. Silverstar çeşidi *P. neglectus*'a karşı hassas çeşit olarak ıslah çalışmalarına dahil edilebileceği öngörülmüştür.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA Ece Börteğine KASAPOĞLU ULUDAMAR

Çizelge 4.9. *Pratylenchus neglectus* ve *Heterodera latipons*'un iklim odası koşullarında buğday çeşitlerinde ortalama popülasyon yoğunlukları ve üreme oranları (RF)

Buğday Çeşitleri	<i>Pratylenchus neglectus</i>		<i>Heterodera latipons</i>	
	Birey (Ort ±SH) ^{1,*,**}	Üreme Oranı	Larva+Yumurta (Ort ±SH) ^{1,*,**}	Üreme Oranı
ADANA-99	111,8±36,3 bcdef	0,6	1,6±1,6 b	0,0
ALDANE	53,8±29,6 cdef	0,3	0 b	0,0
ALPU-2001	58,8±41,4 cdef	0,3	0 b	0,0
ATLI-2002	36,4±9,5 ef	0,2	16,0±12,5 ab	0,1
CEYHAN-99	72,4±13,0 cdef	0,4	24,8±24,8 ab	0,1
CROC (D), (OD) ²	85,2±19,3 cdef	0,5	27,4±13,8 a	0,2
FUATBEY-2000	56,0±14,3 cdef	0,3	45,8±45,8 ab	0,3
GATCHER (OH)	204,4±88 bc	1,2	14,3±8,0 ab	0,1
GEREK-79	23,0±13,9 f	0,1	0 b	0,0
HARMANKAYA-99	20,6±14,5 f	0,1	11,0±10,0 ab	0,1
KUNDURU-1149	24,0±6,9 f	0,1	1,0±1,0 b	0,0
LÜTFİBEY	78,0±28,0 cdef	0,4	5,2±5,2 ab	0,0
P 8-6	107,0±58,5 bcdef	0,6	0 b	0,0
PORSUK-2800	6,2±2,5 f	0,0	13,4±13,4 ab	0,1
SELİMİYE	144,0±60,1 bcdef	0,8	0 b	0,0
SERİ-82 (H)	186,6±61,5 bcde	1,1	103,8±94,3 a	0,6
SİLVESTAR (D)	451,2±74,4 a	2,6	14,2±8,8 a	0,1
SÖNMEZ-2001	48,0±21,5 def	0,3	0 b	0,0
TOSUNBEY	244,2±113,2 b	1,4	0 b	0,0
UZUNYAYLA	191,0±22,6 bcd	1,1	92,2±52,2 a	0,5
YAKAR-99	81,4±42,1 cdef	0,5	0 b	0,0
YAYLA-305	2,0±1,2 f	0,0	0 b	0,0
YELKEN-2000	104,6±27,4 bcdef	0,6	15,0±14,2 ab	0,1
YILDIRIM	99,8±30,6 bcdef	0,6	25,8±25,8 ab	0,1

1 SH: Standart Hata

2 D: Dayanıklı (*Heterodera latipons*) OD: Orta Dayanıklı (*Pratylenchus neglectus*), OH: Orta Hassas, H: Hassas

*: Aynı harfi içeren ortalamalar arasında Duncan testine göre fark yoktur. (P<0,05)

***: Ham veriler verilmiştir. Normal sayısal değerlere log(x+1) tabanına göre transformasyon uygulanmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA Ece Börteçine KASAPOĞLU ULUDAMAR

Çizelge 4.10'da *H. avenae* ile *H. latipons*'un birarada bulunduğu denemenin buğday kökleri üzerinde gelişimleri verilmiştir. P 8-6, Aldane, Selimiye, Fuatbey, Sönmez-2001 ve Gerek-79 çeşitlerinde *H. avenae*'nin üreme oranı 1,0-3,4 arasında tespit edilmiştir. *H. latipons*'da üreme oranı 1'in altında olduğu görülmektedir. *Heterodera avenae*'nin *H. latipons*' a göre daha baskın olduğu görülmüştür. Buna göre *H. avenae*'nin *H. latipons*'a göre daha saldırgan bir tür olduğu söylenebilir. Konukçu dayanıklılığında, tahıl kist nematodlarının farklı patotipleri ve farklı türlerinden dolayı, *Heterodera* spp.'nin bir türüne dayanıklılık her türüne karşı aynı şekilde dayanıklı olacağı anlamına gelmemektedir (Mokabli et al, 2002). Estores ve Chen (1972)'de *P. penetrans* ve *Meloidgyne incognita*'nın domateste birbirini baskıladığını bildirmektedir. *H. latipons*'da çoğalma gerçekleşmeme sebebinin aynı yerdeki rekabetten olması ve aynı bölgeden beslenme isteklerinden dolayı olduğu düşünülmektedir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA Ece Börteçine KASAPOĞLU ULUDAMAR

Çizelge 4.10. *Heterodera avenae* ve *Heterodera latipons*'un iklim odası koşullarında buğday çeşitlerinde ortalama popülasyon yoğunlukları ve üreme oranları (RF)

Buğday çeşitleri	<i>Heterodera avenae</i>		<i>Heterodera latipons</i>	
	Larva+Yumurta (Ort±SH) ^{1,*,**}	Üreme Oranı	Larva+Yumurta (Ort±SH) ^{1,*,**}	Üreme Oranı
ADANA-99	40,0±40,0 bc	0,2	63,4±63,4 a	0,4
ALDANE	248,4±193,6 abc	1,4	0 b	0,0
ALPU-2001	68,8±68,8 bc	0,4	0 b	0,0
ATLI2002	130,0±79,6 abc	0,7	0 b	0,0
CEYHAN-99	18,0±18,0 c	0,1	0 b	0,0
CROC (D) ²	164,8±164,8 abc	0,9	0 b	0,0
FUATBEY 2000	360,0±316,9 abc	2,1	0 b	0,0
GEREK-79	167,4±106,6 abc	1,0	0 b	0,0
HARMANKAYA-99	53,6±53,6 bc	0,3	0 b	0,0
KUNDURU 1149	0 c	0,0	0 b	0,0
LÜTFİBEY	155,2±94,5 abc	0,9	0 b	0,0
P8-6	195,8±56,9 ab	1,1	0 b	0,0
PORSUK-2800	63,0±63,0 bc	0,4	0 b	0,0
SELİMİYE	251,6±119,9 abc	1,4	0 b	0,0
SERİ-82 (H)	0 c	0,0	0 b	0,0
SİLVERSTAR (D)	0 c	0,0	0 b	0,0
SÖNMEZ-2001	599,4±265,9 a	3,4	0 b	0,0
TOSUNBEY	78,8±63,5 abc	0,5	43,6±29,7 ab	0,2
UZUNYAYLA	47,0±20,2 abc	0,3	60,2±29,4 a	0,3
YAKAR-99	0 c	0,0	0 b	0,0
YAYLA-305	118,0±110,6 abc	0,7	0 b	0,0
YELKEN 2000	116,2±116,2 abc	0,7	0 b	0,0
YILDIRIM	116±72,8 abc	0,7	8,6±8,6 ab	0,0

1 SH: Standart Hata

2 D: Dayanıklı, OH: Orta Hassas, H: Hassas

*: Aynı harfi içeren ortalamalar arasında Duncan testine göre fark yoktur.(P<0,05)

** : Ham veriler verilmiştir. Normal sayısal değerlere log(x+1) tabanına göre transformasyon uygulanmıştır.

4.2. Kök Yara Nematodları ve Kist Nematodlarının Tel Kafes Sera Koşullarında Buğday Çeşitlerinde Gelişmelerinin ve Popülasyon Yoğunluklarının Belirlenmesi

İklim odası koşullarında denemeye alınan buğday çeşitleri üzerinde Tahıl kist nematodları ve Kök yara nematodlarının yarı doğa koşullarında popülasyon yoğunluklarını araştırmak amacıyla 2015-2017 yılları arasında 2 yıl süresince büyük tel kafes seralarda denemeler kurulmuştur. Hava koşulları ve fungal hastalıklardan dolayı, 2015-2016 vejetasyon döneminde yapılan denemede sağlıklı sonuçlar elde edilemediğinden, 2016-2017 yılında denemeler tekrarlanmıştır.

Agroekosistemde kültür bitkilerinin yetiştirildiği toprakta Kök yara nematodları (*P. thornei*, *P. neglectus*) ve Tahıl kist nematodları (*H. avenae*, *H. latipons*, *H. filipjevi*) çoğunlukla karışık popülasyon halinde görülmektedir. Bu zararlı parazit nematodlar ayrıca patojen bakteri ve funguslarla ortak etkileşime girerek bitkilere zarar vermektedirler. Özellikle buğday alanlarında *Fusarium culmorum*, *Fusarium pseudograminearum*, *Bipolaris sorokinana*, *Rhizoctonia cerealis* görülmektedir. (Tanha et al., 2015).

Pratylenchus thornei ve *P. neglectus*'un 2016-2017 yılı gelişme döneminde yarı doğa koşullarında buğday çeşitlerinde ortalama popülasyon yoğunlukları ve üreme oranları Çizelge 4.11'de gösterilmiştir. İki türün birlikte infeksiyonunda denemeye alınan bütün çeşitlerde üreme oranlarının 1'in altında olduğu yani gelişip çoğalamadıkları saptanmıştır. Kunduru, Yelken, Fuatbey, Selimiye, Aldane, Sönmez, Alpu, Harmankaya, Uzunyayla, Gerek-79 çeşitleri orta dayanıklı olarak tespit edilerek her iki türe karşı çoklu dayanıklılık reaksiyonu göstermiştir. Seri- 82 çeşidi iklim odası koşullarında *P. thornei*'ye hassas ve *P. neglectus*'a karşı orta dayanıklı olarak (Çizelge 4.1), tel kafes serada ise her iki türe karşı orta dayanıklı olarak tespit edilmiştir. Kunduru-1149, Yelken-2000, Fuatbey-2000, Selimiye çeşitleri hem iklim odası hem de tel kafes sera koşullarında çoklu dayanıklılık göstermiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA Ece Börteçine KASAPOĞLU ULUDAMAR

Çizelge 4.11. *Pratylenchus thornei* ve *Pratylenchus neglectus*'un 2016-2017 yılı gelişme döneminde tel kafes sera koşullarında buğday çeşitlerinde ortalama popülasyon yoğunlukları ve üreme oranları (RF)

Buğday Çeşitleri	<i>Pratylenchus thornei</i>		<i>Pratylenchus neglectus</i>	
	Birey (Ort± SH) ^{1,*,**}	Üreme Oranı	Birey (Ort± SH) ^{1,*,**}	Üreme Oranı
ADANA- 99	27,3±12,3 abcd	0,1	16,7±5,5 abc	0,1
ALDANE	31,5±17,8 abcde	0,1	19,1±15,7 bcd	0,1
ALPU-2001	11,9±4,3 abcdef	0,0	21,7±7,1 abc	0,1
ATLI-2002	23,0±5,9 abc	0,1	22,5±9,8 abc	0,4
CEYHAN-99	22,7±3,3 abc	0,1	8,2±5,1 bcd	0,1
CROC (D) ²	5,2±2,0 cdef	0,0	8,5±1,9 abc	0,1
FUATBEY-2000	14,0±10,6 bcdef	0,0	5,3±0,6 bcd	0,1
GATCHER(OH)	7,6±5,3 bcdef	0,0	8,2±3,4 bcd	0,1
GEREK 79	8,0±3,0 abcdef	0,0	12,0±0,0 abc	0,2
GS50A (OD)	3,2±2,7 f	0,0	13,2± 3,9 abc	0,0
HARMANKAYA-99	4,2±2,6 bcdef	0,0	12,3±6,0 bcd	0,3
KUNDURU-1149	10,8±5,0 abcdef	0,0	11,0±4,9 abc	0,1
LÜTFİBEY	39,0±5,4 a	0,1	24±12,8 abc	0,0
P8-6	45,5±14,2 a	0,1	0,2±0,2 d	0,2
PORSUK-2800	7,6±1,5 abcdef	0,0	7,0±1,7 bcd	0,1
SELİMİYE	27,6±13,6 abcde	0,1	10,0±8,4 cd	0,8
SERİ-82 (H)	5,8±3,9 ef	0,0	4,5±1,5 bcd	0,1
SÖNMEZ-2001	11,3±5,5 abcdef	0,0	10,6±6,5 bcd	0,2
TOSUNBEY	11,8±7,9 def	0,0	30,7±8,6 ab	0,3
UZUNYAYLA	10,2±3,2 abcdef	0,0	9,7±3,3 abc	0,1
YAKAR-99	38,4±11,2 ab	0,1	10,4±5,4 bcd	0,3
YAYLA-305	23,4±9,8 abcde	0,1	14,8±9,9 bcd	0,1
YELKEN-2000	11,4±3,2 abcdef	0,0	11,2±4,4 abc	0,1
YILDIRIM	24,6±20,7 abcdef	0,1	62,3±26,3 a	0,2

1 SH: Standart Hata,

2 OD: Orta Dayanıklı, OH: Orta Hassas, H: Hassas

*: Aynı harfi içeren ortalamalar arasında Duncan testine göre fark yoktur. (P<0,05)

**:. Ham veriler verilmiştir. Normal sayısal değerlere log(x+1) tabanına göre transformasyon uygulanmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA Ece Börteçine KASAPOĞLU ULUDAMAR

Heterodera avenae'nin tel kafes sera koşullarında 2016-2017 yılı gelişme döneminde tekli infeksiyon durumunda denemeye alınan buğday çeşitlerinde gelişmeleri sonucu ortalama popülasyon yoğunlukları ve üreme oranları Çizelge 4.12'de görülmektedir. *H. avenae*'nin buğday çeşitlerinde gelişmesi sonucu tüm çeşitlerde gelişip çoğaldığı ve yumurta üreme oranının 4,2-11,5 değiştiği saptanmıştır. Croc ve Silverstar çeşitlerinin bu zararlıya karşı dayanıklı olduğu bir başka deyişle bu denemede dayanıklı referans çeşit olarak kullanılmasına rağmen her iki çeşit üzerinde *H. avenae*'nin yüksek düzeyde üreme oranı olduğu görülmektedir. Buna karşın yumurta sayılarının Yelken-2000 çeşidinde en düşük olduğu tespit edilmiştir. Yıldırım, Aldane, Porsuk-2800, P-8-6, Tosunbey, Yakar-99 ve Seri-82 çeşitlerinde ise üreme oranlarının en yüksek olduğu bir başka ifadeyle bu çeşitlerin diğerlerine göre daha duyarlı oldukları söylenebilir. Seri-82 çeşidi hassas olarak bilinirken, yumurta sayısına bakıldığında oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Dayanıklı ve hassas olan çeşitlerde *H. avenae* ve *H. filipjevi*'nin aynı inokulum oranlarında infeksiyonları durumunda köklerine giriş eşit sayıda olduğu, ancak dayanıklı çeşitlerde köke giren larvaların, sınırsız bölgeleri oluştururken yüksek ölüm oranları gerçekleştiği bildirilmektedir (O'Brien and Fisher, 1977; Cui et al., 2012). Bundan dolayı dayanıklılık çalışmalarında değerlendirme yapılırken gelişme dönemi sonunda elde edilen kist sayılarından ziyade kist içerisinde bulunan yumurta, larva sayılarının dikkate alınması ve bu oranlara göre dayanıklılığın belirlenmesi önem arz etmektedir. Wu et al., (2016) dayanıklı Madsen çeşidinde yumurta sayılarının azaldığını belirtmektedir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA Ece Börteçine KASAPOĞLU ULUDAMAR

Çizelge 4.12. *Heterodera avenae*'nin 2016-2017 yılı gelişme döneminde tel kafes sera koşullarında buğday çeşitlerinde ortalama popülasyon yoğunlukları ve üreme oranları (RF)

Buğday Çeşitleri	<i>Heterodera avenae</i> Larva+Yumurta (Ort±SH) ^{1,*,**}		Üreme Oranı
ADANA- 99	290,2±91,8	ab	8,8
ALDANE	322,3±70,8	a	9,8
ALPU-2001	201,9±31,5	ab	6,1
ATLI2002	304,1±40,8	a	9,2
CEYHAN -99	259,7±74,2	ab	7,9
CROC (D) ²	321,5±39,0	a	9,7
FUATBEY 2000	201,6±51,6	ab	6,1
GEREK 79	231,8±52,0	ab	7,0
HARMANKAYA-99	301,8±12,1	a	9,1
KUNDURU 1149	200,9±50,7	ab	6,1
LÜTFİBEY	322,2±37,9	a	9,8
P8-6	353,5±61,7	a	10,7
PORSUK-2800	355,1±55,6	a	10,8
SELİMİYE	291,9±33,5	ab	8,8
SERİ-82 (H)	371,6±214,1	a	11,3
SİLVESTAR (D)	245,9±77,8	ab	7,5
SÖNMEZ-2001	286,1±26,9	ab	8,7
TOSUNBEY	378,8±75,8	a	11,5
UZUNYAYLA	262,0±37,2	ab	7,9
YAKAR-99	321,9±49,3	a	9,8
YAYLA-305	299,8±42,5	a	9,1
YELKEN 2000	137,3±76,8	b	4,2
YILDIRIM	322,1±44,9	a	9,8

1 SH: Standart Hata

2 D: Dayanıklı, OH: Orta Hassas, H: Hassas

*: Aynı harfi içeren ortalamalar arasında Duncan testine göre fark yoktur (P<0,05).

** : Ham veriler verilmiştir. Normal sayısal değerlere log(x+1) tabanına göre transformasyon uygulanmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA Ece Börteçine KASAPOĞLU ULUDAMAR

Heterodera latipons'un tel kafes sera koşullarında 2016-2017 yılı gelişme döneminde tekli infeksiyon durumunda denemeye alınan buğday çeşitlerinde gelişmeleri sonucu ortalama popülasyon yoğunlukları ve üreme oranları Çizelge 4.13'de görülmektedir. *H. latipons*'un buğday çeşitlerinde gelişmesi sonucu tüm çeşitlerde gelişip çoğaldığı ve yumurta üreme oranının 5,1-8,1 arasında değiştiği saptanmıştır. Fuatbey-2000, Yelken-2000, Kunduru-1149, Selimiye, Sönmez-2001, Alpu-2001, Harman kaya-99, Gerek-79, Yayla-305, Tosunbey, Atlı-2002, Yakar-99, Uzunyayla ve Silverstar çeşitleri daha düşük üreme oranına sahip oldukları bir başka ifadeyle denemeye alınan diğer çeşitlere göre daha dayanıklı oldukları görülmektedir. Silverstar çeşidi İmren et al., (2013c) dayanıklı olarak belirlenmiş olup, bu çalışmanın sonucu ile örtüşmektedir. Silverstar çeşidinde yumurta sayısının dayanıklı olarak bilinen Croc çeşidine göre daha az olduğu görülmektedir. Bu çeşidin Cre-1 ve Cre-3 geni tespit edildiği bilindiğine göre (Şekil 4.2, 4.4), daha dayanıklı olduğu söylenebilir. İmren et al., (2013c) Sönmez hassas, Silverstar dayanıklı olarak tespit edilmiş olup, bu çalışmayla örtüşmektedir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA Ece Börteçine KASAPOĞLU ULUDAMAR

Çizelge 4.13. *Heterodera latipons*'un 2016-2017 yılı gelişme döneminde tel kafes sera koşullarında buğday çeşitlerinde ortalama popülasyon yoğunlukları ve üreme oranları (RF)

Buğday Çeşitleri	<i>Heterodera latipons</i>	
	Larva+Yumurta (Ort ± SH) ^{1,*,**}	Üreme Oranı
ADANA-99	334,6±69,7 a	7,9
ALDANE	294,0±44,8 a	7,0
ALPU-2001	262,7±18,5 ab	6,2
ATLI-2002	259,6±25,2 ab	6,2
CEYHAN-99	298,0±39,2 a	7,1
CROC (D) ²	343,0±36,5 a	8,1
FUATBEY-2000	258,6±43,1 ab	6,1
GEREK-79	264,5±40,0 ab	6,3
HARMANKAYA-99	270,2±17,0 ab	6,4
KUNDURU-1149	214,3±28,0 ab	5,1
LÜTFİBEY	305,5±26,0 a	7,3
P 8-6	318,5±57,2 a	7,6
PORSUK-2800	320,4±70,7 a	7,6
SELİMİYE	287,7±39,1 ab	6,8
SERİ-82 (H)	335,3±79,9 a	8,0
SİLVESTAR (D)	137,9±37,7 b	3,3
SÖNMEZ-2001	326,4±25,1 a	7,8
TOSUNBEY	262,5±29,5 ab	6,2
UZUNYAYLA	269,1±20,6 ab	6,4
YAKAR-99	190,1±50,0 ab	4,5
YAYLA-305	227,8±37,0 ab	5,4
YELKEN-2000	253,9±30,5 ab	6,0
YILDIRIM	339,1±71,5 a	8,1

1 SH: Standart Hata

2 D: Dayanıklı, H: Hassas

*: Aynı harfi içeren ortalamalar arasında Duncan testine göre fark yoktur (P<0,05).

** : Ham veriler verilmiştir. Normal sayısal değerlere log(x+1) tabanına göre transformasyon uygulanmıştır.

Heterodera avenae, *P. neglectus* ve *P. thornei*'nin 2016-2017 yılı döneminde yarı doğa koşullarında birlikte enfeksiyon durumunda denemeye alınan buğday çeşitlerinde gelişmeleri sonucu ortalama popülasyon yoğunlukları ve üreme oranları Çizelge 4.14'de görülmektedir. Denemeye alınan üç zararlının birlikte enfeksiyonu durumunda, *H. avenae*'nin tüm çeşitlerde gelişip çoğaldığı ve üreme oranlarının 6,3-13,2 arasında değiştiği; *P. neglectus* ve *P. thornei*'nin gelişmediği ve çoğalamadığı saptanmıştır. Laserre et al., (1994) *H. avenae*'nin, *P. neglectus* larva ve yumurtalarını %33 kökte azalttığını tespit etmiştir. Üç zararlının birlikte enfeksiyonları sonucu *H. avenae*'nin *P. thornei* ve *P. neglectus*'u tamamen baskıladığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.14. *Heterodera avenae*, *Pratylenchus neglectus* ve *Pratylenchus thornei*'nin 2016-2017 yılı gelişme döneminde tel kafes sera koşullarında buğday çeşitlerinde ortalama popülasyon yoğunlukları ve üreme oranları (RF)

Buğday Çeşitleri	<i>Heterodera avenae</i>		<i>Pratylenchus neglectus</i>		<i>Pratylenchus thornei</i>	
	Larva+Yumurta (Ort± SH) ^{1*,**}	Üreme Oranı	Birey (Ort± SH) ^{1*,**}	Üreme Oranı	Birey (Ort± SH) ^{1*,**}	Üreme Oranı
CROC(D),(OD) ²	434,2±93,5 a	13,2	30,5±12,6 a	0,4	24,5±20,8 bc	0,1
GATCHER(OH)			19,3±8,5 abc	0,2	21,3±6,9 bc	0,1
GS50A(OD)	350,0±25,0 abc	10,6	16,8±5,0 abc	0,1	11,2±8,4 bc	0,0
SERİ-82(H)	328,8±35,4 abc	10,0	20,8±4,9 abc	0,3	19,8±4,6 bc	0,1
SİLVERSTAR(D)	353,7±48,9 abc	10,7				
UZUNYAYLA	242,9±12,0 bc	7,4	12,4±5,5 abc	0,2	23,6±8,8 bc	0,1
YAKAR-99	376,5±51,8 ab	11,4	47,4±27,1 ab	0,6	42,6±17,4 ab	0,1
ATLI-2002	425,0±36,2 a	12,9	30,6±29,8 abc	0,4	13,2±7,6 bc	0,0
TOSUNBEY	391,0±52,5 ab	11,9	14,7±6,9 abc	0,2	25,7±7,1 bc	0,1
LÜTFİBEY	346,1±19,2 abc	10,5	3,5±3,1 abc	0,0	7,7±3,9 bc	0,0
P 8-6	354,5±34,2 abc	10,7	10,0±7,5 abc	0,1	14,9±8,1 bc	0,0
YAYLA-305	309,3±29,5 abc	9,4	1,5±1,5 c	0,0	33,7±17,0 abc	0,1
PORSUK-2800	284,5±36,4 abc	8,6	9,6±5,1 abc	0,1	22,8±9,5 bc	0,1
GEREK-79	243,0±17,7 bc	7,4	10,6±5,6 abc	0,1	11,0±3,2 bc	0,0
HARMANKAYA-99	316,7±17,0 abc	9,6	23,5±6,8 ab	0,3	15,0±1,6 bc	0,0
ALPU-2001	354,9±28,4 abc	10,8	54,0±33,1 a	0,7	36,0±15,5 abc	0,1
SÖNMEZ-2001	426,9±86,0 a	12,9	4,4±4,4 bc	0,1	62,8±20,6 a	0,2
ALDANE	309,1±40,3 abc	9,4	24,5±5,7 ab	0,3	29,8±3,1 abc	0,1
SELİMİYE	310,7±51,8 abc	9,4	2,8±2,5 b	0,0	37,9±17,3 abc	0,1
YILDIRIM	347,3±31,6 abc	10,5	11,4±6,6 abc	0,1	8,4±4,0 bc	0,0
ADANA-99	289,8±60,0 abc	8,8	3,0±3,0 b	0,0	3,0±3,0 c	0,0
CEYHAN-99	242,1±41,5 bc	7,3	21,2±8,9 abc	0,3	25,2±4,9 bc	0,1
KUNDURU-1149	208,9±32,3 c	6,3	13,5±3,5 abc	0,2	13,4±5,1 bc	0,0
YELKEN-2000	389,2±47,3 ab	11,8	2,0±1,0 b	0,0	2,0±1,0 c	0,0
FUATBEY-2000	292,8±27,2 abc	8,9	20,7±14,3 abc	0,3	18,2±10,2 bc	0,1

1 SH: Standart Hata

2 OD: Orta Dayanıklı (*Pratylenchus thornei*) D: Dayanıklı (*Heterodera avenae*), OH: Orta Hassas, H: Hassas

*: Aynı harfi içeren ortalamalar arasında Duncan testine göre fark yoktur (P<0,05)

**: Ham veriler verilmiştir. Normal sayısal değerlere log(x+1) tabanına göre transformasyon uygulanmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA Ece Börteçine KASAPOĞLU ULUDAMAR

Heterodera latipons, *P. neglectus* ve *P. thornei*'nin 2016-2017 yılı döneminde yarı doğa koşullarında birlikte infeksiyon durumunda denemeye alınan buğday çeşitlerinde gelişmeleri sonucu ortalama popülasyon yoğunlukları ve üreme oranları Çizelge 4.15'da görülmektedir. Denemeye alınan üç zararlının birlikte infeksiyonu durumunda, *H. latipons*'un tüm çeşitlerde gelişip çoğaldığı ve üreme oranlarının 5,6-10,3 arasında değiştiği; *P. neglectus* ve *P. thornei*'nin gelişemediği ve çoğalamadığı saptanmıştır. Harman kaya-99 üç nematod türünde en düşük üremeye sahip çeşitlerdir.

Üç zararlının birlikte infeksiyonları sonucu *H. latipons*'un *P. thornei* ve *P. neglectus*'u tamamen baskıladığı belirlenmiştir. Entomopatojen nematodlarda da türler arası rekabet söz konusudur. *Steinernema carpocapsae* *Steinernema glaseri* ile aynı konukçuda olmasından dolayı yumurta üretimi %79 oranında azalmıştır (Koppenhöfer et al., 1995). Böylece besin aynı yer olduğu zaman, daha fazla üreyebilmek ve beslenmek için türler bir diğ erinin gelişimini engellediği bu çalışmanın sonucuy lada gözlenmiştir.

Çizelge 4.15. *Heterodera latipons*, *Pratylenchus neglectus*, *Pratylenchus thornei*'nin 2016-2017 yılı gelişme döneminde tel kafes sera koşullarında buğday çeşitlerinde ortalama popülasyon yoğunlukları ve üreme oranları (RF)

Buğday Çeşitleri	<i>Heterodera latipons</i>		<i>Pratylenchus neglectus</i>		<i>Pratylenchus thornei</i>	
	Larva+Yumurta (Ort±SH) ^{1*,**}	Üreme Oranı	Birey (Ort±SH) ^{1*,**}	Üreme Oranı	Birey (Ort±SH) ^{1*,**}	Üreme Oranı
ADANA-99	306,2±40,3 abc	7,3	0,8±0,8 a	0,0	1,6±1,0 a	0,0
ALDANE	394,8±57,7 ab	9,4	1,4±0,6 a	0,0	2,2±0,8 a	0,0
ALPU-2001	337,8±67,7 abc	8,0	1,6±1,1 a	0,0	4,4±0,9 a	0,0
ATLI-2002	289,9±24,4 abc	6,9	1,8±0,7 a	0,1	2,4±0,8 a	0,0
CEYHAN-99	378,1±126,9 abc	9,0	6,7±6,7 a	0,1	5,2±2,5 a	0,0
CROC (D)	404,0±57,5 ab	9,6	2,8±2,3 a	0,0	3,8±2,1 a	0,0
FUATBEY-2000	320,6±20,6 abc	7,6	2,2±1,0 a	0,0	2,6±0,9 a	0,0
GATCHER (OH)	341,6±9,2 abc	8,1	4,8±1,6 a	0,1	4,8±2,2 a	0,0
GEREK-79	260,8±49,3 c	6,2	1,2±0,7 a	0,0	2,4±0,8 a	0,0
GS50A			3,6±1,9 a	0,0	5,5±1,4 a	0,0
HARMANKAYA-99	236,6±64,5 c	5,6	1,4±0,8 a	0,0	1,6±1,0 a	0,0
KUNDURU-1149	374,9±51,8 abc	8,9	0 a	0,0	2,2±2,2 a	0,0
LÜTFİBEY	256,2±39,6 bc	6,1	1,6±1,2 a	0,1	3,2±1,3 a	0,0
P 8-6	411,5±62,2 a	9,8	4,2±2,7 a	0,0	4,2±2,7 a	0,0
PORSUK-2800	297,3±32,5 abc	7,1	2,5±1,3 a	0,0	2,7±1,2 a	0,0
SELİMİYE	279,7±19,3 abc	6,6	2,0±0,9 a	0,0	6,2±2,9 a	0,0
SERİ-82 (H)	399,0±81,2 abc	9,5	1,3±0,6 a	0,0	3,6±0,3 a	0,0
SİLVERSTAR (D)	338,8±28,9 abc	8,0				0,0
SÖNMEZ-2001	432,3±46,6 a	10,3	2,8±1,7 a	0,0	3,8±1,5 a	0,0
TOSUNBEY	360,7±40,6 abc	8,6	6,4±2,8 a	0,0	6,8±2,7 a	0,0
UZUNYAYLA	372,9±51,5 abc	8,9	1,5±1,5 a	0,0	3,7±2,8 a	0,0
YAKAR-99	414,3±44,2 a	9,8	3,6±1,9 a	0,0	4,2±1,9 a	0,0
YAYLA-305	280,5±11,4 abc	6,7	3,6±2,2 a	0,0	1,2±0,7 a	0,0
YELKEN-2000	353,0±56,9 abc	8,4	1,0±0,7 a	0,0	1,2±0,7 a	0,0
YILDIRIM	395,9±38,0 ab	9,4	2,0±1,7 a	0,0	4,0±2,0 a	0,0

1 SH: Standart Hata

2 OD: Orta Dayanıklı (*Pratylenchus thornei*) D: Dayanıklı (*Heterodera avenae*), OH: Orta Hassas, H: Hassas

*: Aynı harfi içeren ortalamalar arasında Duncan testine göre fark yoktur (P<0,05)

** : Ham veriler verilmiştir. Normal sayısal değerlere log(x+1) tabanına göre transformasyon uygulanmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA Ece Börteçine KASAPOĞLU ULUDAMAR

Heterodera avenae ve *H. latipons*'un 2016-2017 yılı döneminde yarı doğa koşullarında birlikte infeksiyon durumunda denemeye alınan buğday çeşitlerinde gelişmeleri sonucu ortalama popülasyon yoğunlukları ve üreme oranları Çizelge 4.16'da gösterilmiştir. İki zararlının birlikte infeksiyonu sonucu denemeye alınan çeşitlerde yumurta ve larva sayılarına göre üreme oranlarının *H. avenae* türünde 11,8-47,4, *H. latipons* türünde ise 0-15,1 arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Türler arası rekabette *Heterodera avenae*'nin *H. latipons*'a karşı daha baskın bir tür olduğu özellikle, Lütfibey çeşidinde her iki türün infeksiyonu durumunda *H. latipons*'un gelişemediği tespit edilmiştir. Bu sonuçlar iklim odası sonuçlarıyla da örtüşmektedir. Yayla-305, Kunduru-1149 ve Yelken-2000 çeşitlerinin dayanıklı oldukları görülmektedir. Rivoal et al., (2001) *H. avenae* ve *H. filipjevi* ile yaptığı çalışmada kist nematodlarının üreme kapasitelerinin farklı olduğunu bildirmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde *H. avenae*'nin yumurta sayısı *H. latipons*'a göre yarı doğa koşullarında daha baskın görülmektedir. Bu durumun ayrıca bitkilerde bulunan fitoaleksinlerden kaynaklanabileceği de düşünülmektedir. Nitekim Veech (1982)'de fitoaleksinlerin antibiyotik etkilerinin olduğunu, patojenlere karşı konukçu bitkilerin dayanıklılık mekanizmasının ortaya çıktığını bildirmiştir. Fasülyede (*Glycine max*), *Meloidogyne incognita*'ya karşı gyseolin, pamukta ise terpen aldehid salgılandığını tespit etmişlerdir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA Ece Börteçine KASAPOĞLU ULUDAMAR

Çizelge 4.16. *Heterodera latipons* ve *Heterodera avenae*'nin 2016-2017 yılı gelişme döneminde tel kafes sera koşullarında buğday çeşitlerinde ortalama popülasyon yoğunlukları ve üreme oranları (RF)

Buğday Çeşitleri	<i>Heterodera avenae</i>		<i>Heterodera latipons</i>	
	Larva+Yumurta (Ort±SH) ^{1,*}	Üreme Oranı	Larva+Yumurta (Ort±SH) ^{1,*}	Üreme Oranı
ADANA- 99	1026,6±167 abc	31,1	256,0±0,6 cdefg	6,1
ALDANE	1565,0±304,3 a	47,4	396,4±81,4 abcde	9,4
ALPU-2001	388,8±75,7 d	11,8	467,7±183,3 abc	11,1
ATLI-2002	760,2±122,1 abcd	23,0	151,0±0,6 defg	3,6
CEYHAN -99	1189,4±78,2 ab	36,0	339,3±62,7 bcdef	8,1
CROC (D) ²	903,2±135,9 abc	27,4	80,0±0,6 fg	1,9
FUATBEY-2000	871,8±232,9 abc	26,4	189,8±40,7 cdefg	4,5
GEREK-79	1401,3±325,6 ab	42,5	239,0±26,3 cdefg	5,7
HARMANKAYA-99	1047,1±414,3 abcd	31,7	634,0±240,3 a	15,1
KUNDURU-1149	757,0±95,0 abcd	22,9	264,3±135,6 cdefg	6,3
LÜTFİBEY	1542,2±232,9 a	46,7	0 g	0,0
P 8-6	1248,2±200,9 ab	37,8	552,7±70,7 ab	13,1
PORSUK-2800	939,0±230,1 abc	28,5	356,0±0,6 abcdef	8,5
SELİMİYE	1133,8±150,0 abc	34,4	92,0±16,2 fg	2,2
SERİ-82 (H)	1084,8±303,9 abc	32,9	433,0±0,6 abcd	10,3
SİLVERSTAR (D)	1113,6±207,5 abc	33,7	205,3±57,3 cdefg	4,9
SÖNMEZ-2001	1371,0±227,0 ab	41,5	159,0±42,7 defg	3,8
TOSUNBEY	1212,4±170,0 ab	36,7	390,7±108,3 abcde	9,3
UZUNYAYLA	958,4±207,9 abc	29,0	120,0±0,6 efg	2,9
YAKAR-99	1385,5±133,6 ab	42,0	142,0±75,1 defg	3,4
YAYLA-305	694,8±147,2 bcd	21,1	106,0±0,6 efg	2,5
YELKEN-2000	555,4±70,5 cd	16,8	228,1±0,6 cdefg	5,4
YILDIRIM	933,4±139,5 abc	28,3	551,7±184,7 ab	13,1

1 SH: Standart Hata

2 OD: Orta Dayanıklı (*Pratylenchus thornei*) D: Dayanıklı (*Heterodera avenae*), OH: Orta Hassas, H: Hassas

*: Aynı harfi içeren ortalamalar arasında Duncan testine göre fark yoktur (P<0,05)

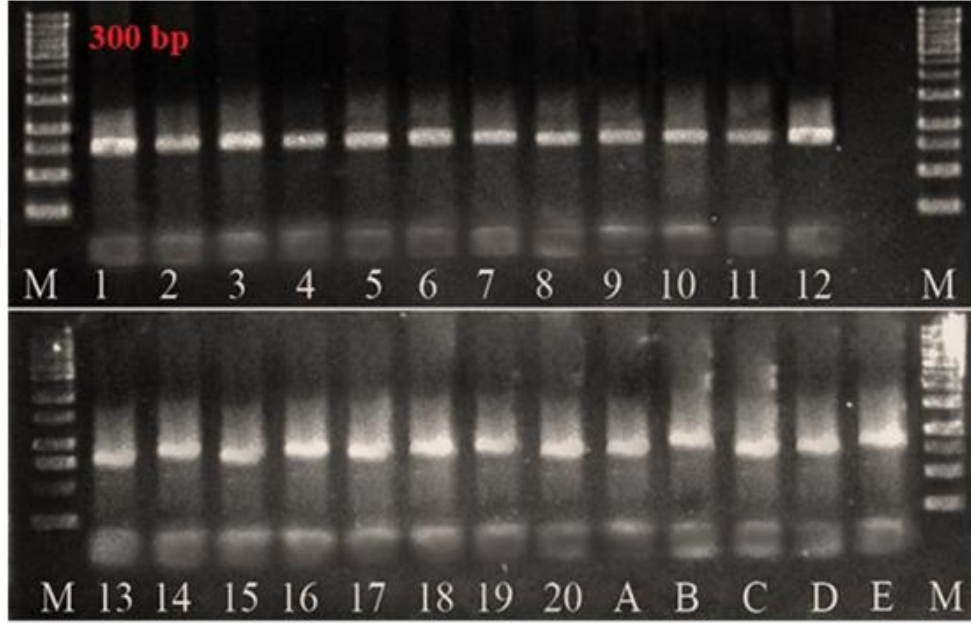
***: Ham veriler verilmiştir. Normal sayısal değerlere log(x+1) tabanına göre transformasyon uygulanmıştır.

4.3. In-vitro Koşullarda Buğday Çeşitlerinin Genomunda Dayanıklılık Genlerinin Araştırılması

Biyolojik araştırmalarda gözlemlere dayalı sonuçlar yerine, dayanıklılık genini bitkilerde markörler ile saptamak, daha güvenilir, hızlı ve pratik bir çözümdür (Eastwood et al., 1991; 1994; Williams et al., 1994; Lagudah et al., 1997). Bitki ıslahındaki çalışan araştırmacılar gen haritalama, ilgili gen bölgelerinin kromozomdaki yerlerinin belirlenmesi ve farklı genlerin dizayn

4. BULGULAR VE TARTIŞMA Ece Börteçine KASAPOĞLU ULUDAMAR

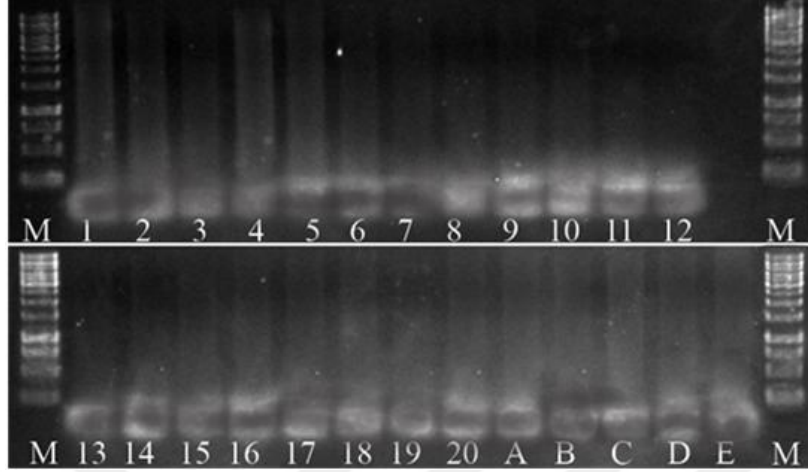
edilmesi çalışmaları sıklıkla uygulanmaktadır. Bu çalışmada yirmi farklı buğday çeşidinden elde edilen total genomik DNA'lar Cre-1 ve Cre-3 genlerine ait primerler kullanılarak PCR çalışmaları gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.2, 4.3, 4.4).



Şekil 4.1. Cre-1-Crecon primerine ait agaroz jel üzerinde bant görüntüsü.

Cre-1 genine ait 2 primer seti kullanılmıştır. Ancak bu iki primerden Cre-1 Crecon primeri bütün buğday çeşitlerinde çoğalma göstermiştir.

Bütün buğday çeşitlerinde Cre-1 genine ait Crecon primeri amplifikasyon göstermiştir, agaroz jel üzerinde de 300 bp'lık bir büyüklük görülmüştür (Şekil 4.2). Cre-1 genine ait G035 primer hiçbir buğday çeşidinde çoğalma göstermemiştir (Şekil 4.3).

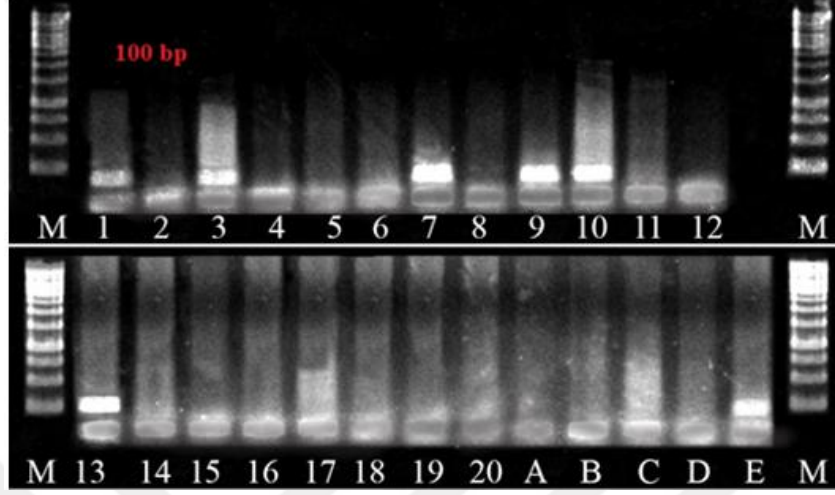


Şekil 4.2. Cre-1-G035 primerine ait agaroz jeldeki görüntü.

Cre genleri kist nematodlarına dayanıklılık genleri olarak bilinmektedir. Bu genlerin buğday bitkilerinde fenotipik olarak değişmelere ve Cre genlerine göre değişmekle birlikte kist üreme sayısında azalmalara sebep olduğu bilinmektedir (All-Dos et al., 2010).

Cre-1 geni Avrupa ve Avustralya’da ıslah programlarında en yaygın kullanılan gendir. Ancak her dayanıklılık geni kist nematodlarına karşı mücadelede tam dayanıklılık sağlamamaktadır. Yan ve Smiley (2010) yaptıkları çalışmada Oregon’da Cre-1 geni *H. avenae*’ye karşı dayanıklılık sağlarken, Hindistan’da *H. avenae* popülasyonuna karşı bir dayanıklılık sağlanmadığını bildirmiştir. İmren (2013a)’de yaptığı çalışmada da Cre-1 geninin *Heterodera avenae* Ha 21 patotipine karşı tam dayanıklılık sağlamadığını bildirmiştir. Bu çalışmada da Cre-1 Crecon primerinin bütün buğday çeşitlerinde çoğalması, tam dayanıklılık sağlamamaktadır. Bu yüzden farklı genlerin taramalarının yapılması gerekmektedir.

Cre-3-Xgwm301 primeri ise diğer primerlerden farklı olarak Uzunyayla, Atlı-2002, Yayla-305, Gerek-79, Harmankaya-99, Aldane, Silverstar çeşitlerinde 100 bp’lik büyüklükte görülmüştür (Şekil 4.4).



Şekil 4.3. Cre-3-Xgwm301 primerine ait agaroz jeldeki görüntü

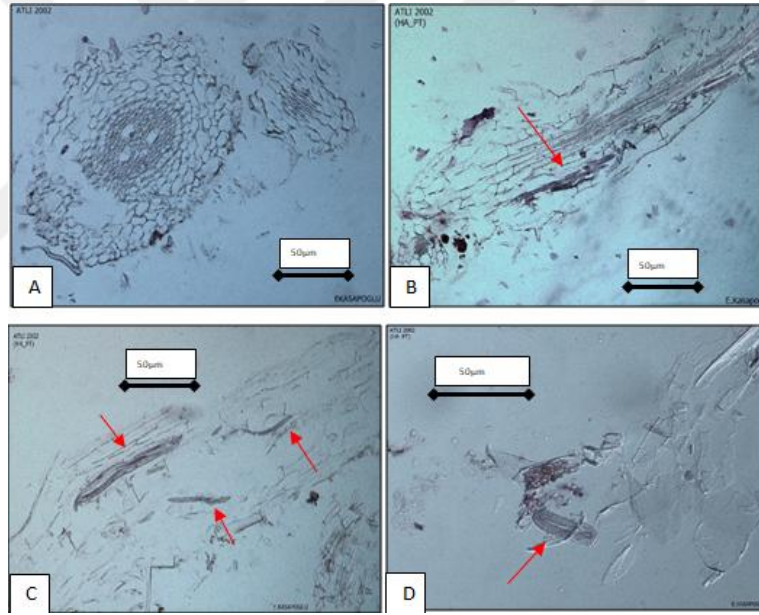
Cre-3 genlerinin bulunduğu buğday genotiplerinde Cre-1 ve Cre-8 genlerine göre daha büyük oranda kist sayısında azalma olduğu önceki çalışmalarda belirtilmiştir (Safari et al., 2005). Silverstar çeşidin Cre-1 geni taşıdığı bilinmektedir (Majnik et al., 2003). Hem Cre-1 hemde Cre-3 geni bulunan bu çeşidin dayanıklılığının Croc çeşidine göre *H. avenae*'ye daha etkin olduğu görülmektedir. Cre-3 geni hem arazide hemde sera koşullarında *H. avenae* (Ha 91) patotipinde en etkili gen olup, Cre-1 ve Cre R ise en az etkili dayanıklılık genleri olarak tespit edilmiştir (Cui et al., 2017). Ayrıca Cre-3 ve Cre R'nin *H. latipons*'a karşı dayanıklılık sağladığı İmren et al., (2013c) belirlemiş ve Cre-3 geni bulunan özellikle Silverstar çeşidinde *H. latipons*'a karşı yumurta sayısının üreme oranı (0,1-3,3) ile diğer çeşitlere göre daha az olduğu yarı doğa koşullarında gözlenmiştir.

4.4. In-vitro Koşullarda Buğday Çeşitlerinin Kök Hücrelerinde Meydana Gelen Değişimlerin İncelenmesi

Kök hücre preparatları yapılması esnasında hassas ve dayanıklı olduğu tespit edilen çeşitler üzerinden örneklemeler yapılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA Ece Börteçine KASAPOĞLU ULUDAMAR

Atlı-2002 çeşidinde odun ve soymuk borularının olduğu bölgede bozulmalar görülmemektedir. Hücreler arasında sıkışmış ve toplu olarak hareket ettiği gözlenmiştir (Şekil 4.5). Endoparazit olan bu türler, hücre içerisinde beslenme bölgelerinde larva, ergin ve yumurta bireyleri oluşturmuştur. Cre geni taşıyan ve etkinlik sağlanan bitkilerde; kist nematodları gömlek değiştirmemekte, yaşam döngüsünü tamamlayamamakta, çok zayıf beyaz dişi bireyler oluşmaktadır. Bundan dolayı sinsityumlar düzensiz, yoğun sitoplazmalı, çekirdekli hücreler oluşmaktadır (Cui et al., 2017). Atlı-2002 çeşidi Cre-3 geni taşıyan bir çeşit olmasından dolayı dişi *H. avenae* ve sinsityum hücreleri gözlenmemiştir. Bu durumun dayanıklılıktan dolayı olduğu söylenebilir.

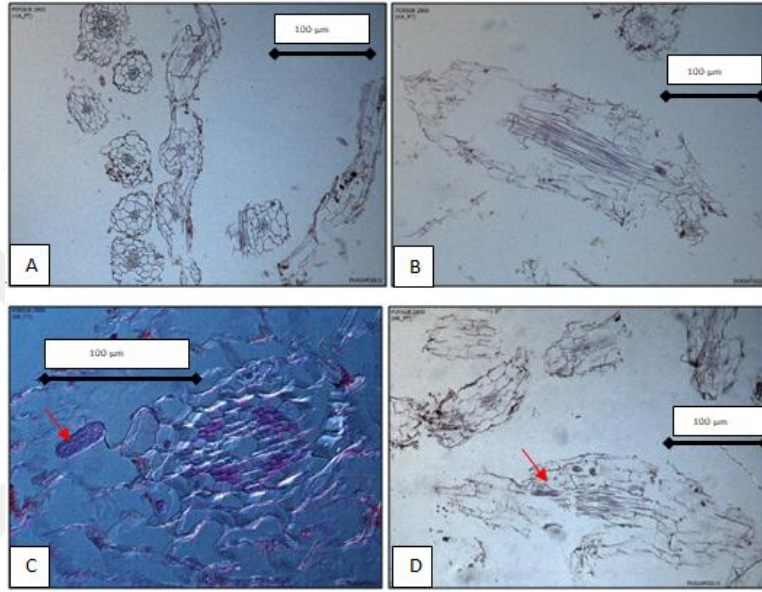


Şekil 4.4. (A) Atlı-2002 buğday çeşidinin kök hücresinin korteks tabakasındaki bozulmalar, (B), (C) Ergin, larva (D) Yumurta (*Heterodera avenae* ve *Pratylenchus thornei*) bireylerin görüntüsü.

P. thornei ve *H. avenae* kök hücresinin korteks tabakasında beslenmektedir. Şekil 4.5 ve 4.6'da kök hücresinin daha çok korteks tabakasında beslenme olduğu görülmektedir. Epidermis tabakasında da hücre girişi esnasında

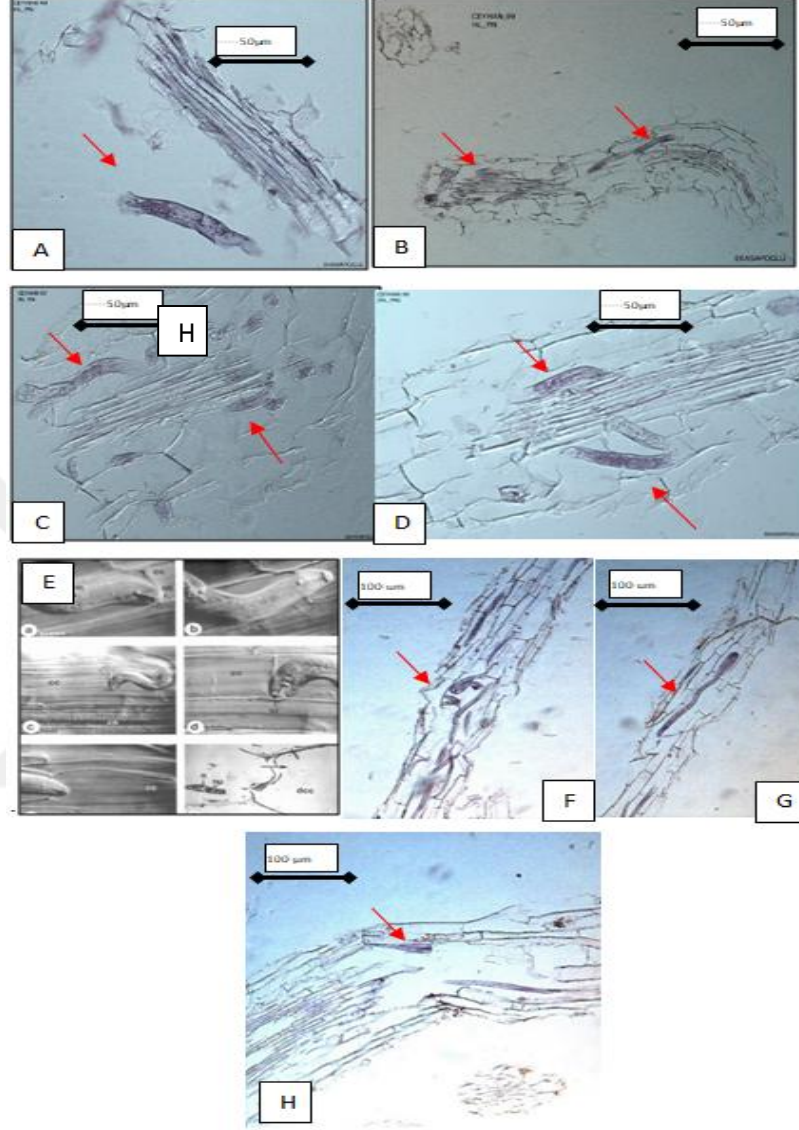
4. BULGULAR VE TARTIŞMA Ece Börteçine KASAPOĞLU ULUDAMAR

parçalanmalar oluşmuştur. Hücreler arasındaki çeperler eriyerek bozulmuştur ve hücrelerde genişlemeler meydana gelmiştir. Kök yara nematodları hücreler arasında hareket ederek beslenmelerine devam etmektedirler. Bu yüzden Şekil 4.6'de boydan boya hücre yıkımları olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.5. (A) Porsuk-2800 buğday çeşidinin kök hücresinin korteks tabakasındaki çeperlerdeki genişleme, (B) Hücrelerin genişlemesi ve çeperlerin erimesi (C)-(D) Yumurta ve larva (*Heterodera avenae* ve *Pratylenchus thornei*) bireylerin görüntüsü, genişlemiş hücrelerdeki yaralar.

Şekil 4.7'de Kök yara ve Tahıl kist nematodu bireylerin hücreden beslenmesi ve hücrelerdeki beslenmeden dolayı meydana gelen aynı boylamdaki yıkımlar görülmektedir. Bu gözlemler dikkate alındığında bu nematodların aynı bölgelerde toplu olarak, dolama şeklinde beslendiği görülmüştür (Şekil 4.7B). Thomason et al., (1976) yaptığı çalışmada fasülye bitkisinde *Pratylenchus scribneri* vaskular hücrelerde kıvrılmış şekilde tespit edilmiş olup, elde edilen sonuçlarla örtüşmektedir.

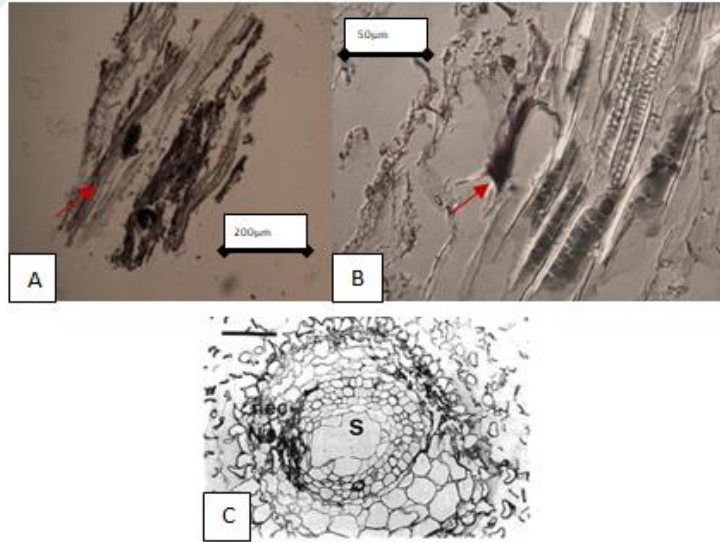


Şekil 4.6. (A) Ceyhan-99 çeşidinin kök hücresinde *Pratylenchus neglectus*'un vulva bölgesi (B), (C), (D) (*Heterodera latipons* ve *Pratylenchus neglectus*) larvaların baş, gövde ve kuyruk görüntüsü (C), (D), nematodların hücreden beslenmesi, (E) *Pratylenchus penetrans*'ın hücrede kıvrılarak, besin alanı oluşturmadan beslenmesi ve hücre duvarlarının yıkımı (Zunke, 1990a), (F), (G) Seri-82 çeşidinde *Pratylenchus thornei*'nin hücre içerisinde kıvrılarak sıkışması (H) Seri-82 çeşidinde *Pratylenchus thornei*'nin hücreler arası hareketinden dolayı hücre duvarlarının yıkılarak hücrelerin birleşmesi.

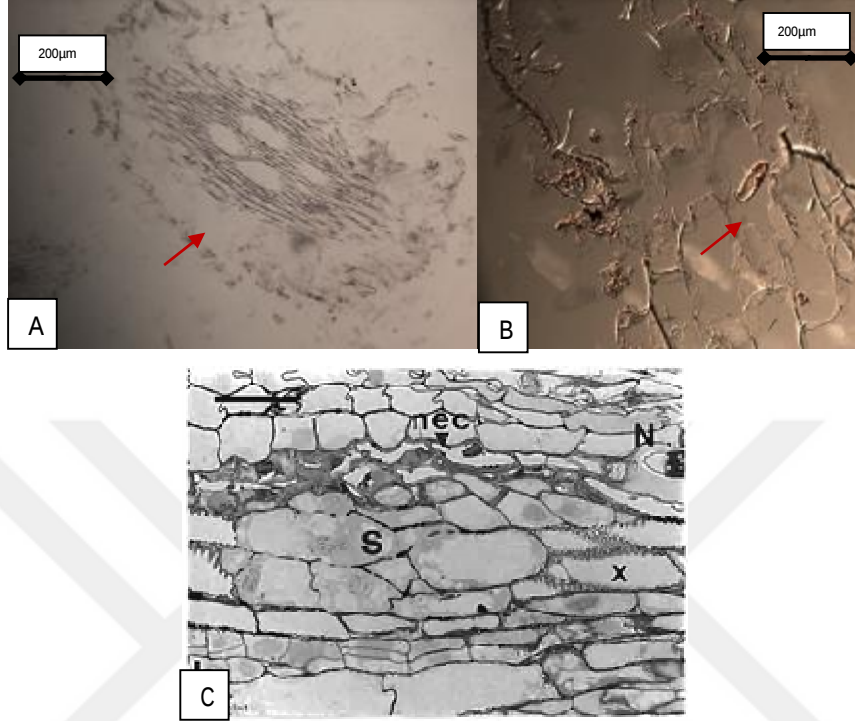
4. BULGULAR VE TARTIŞMA Ece Börteçine KASAPOĞLU ULUDAMAR

Pratylenchus thornei'nin buğday kök bölgesine giriş yaptıktan sonra, kümeleşme şeklinde bütün dönemlerinin görüldüğü bilinmektedir (Linsell et al., 2014). Bu çalışmada da epidermis, endodermis ve korteks tabakalarında beslenmeden dolayı hücre bozulmaları meydana gelirken, odun ve soymuk borularında hiç bozulma meydana gelmemiştir. Hassas çeşitlerde beslenmenin daha çok olduğu gözlenmiştir. Castillo et al., (1998) *P. thornei*'nin en hassas olan çeşitlerde, endodermis hücrelerinde beslendiği bildirilmiştir. Bu çalışmada *P. neglectus* ve *H. latipons* beraber bulunduğu Ceyhan-99 çeşidinde dayanıklı olarak tespit edilip, endodermiste beslenme yaparken görüntü alınmıştır.

Kist nematodları beslenmeye infeksiyonun 24. saatinde başlamaktadır. Beslenmeye başladıktan sonra sabitlenerek orada beslenmesine devam etmektedir. Dayanıklı çeşitlerde beslenme stratejisinden dolayı erkek sayısı dişi sayısına göre fazladır. Şekil 4.8 (B), 4.9 (B)'de erkek yâ da dişi olduğu tam olarak bilinmemekle beraber, beslendiği bölgenin sinsityum olduğu görülmektedir.



Şekil 4.7. A) Hücredeki nekrozların görünümü B) Silverstar çeşidinde *Heterodera avenae*'nin hücredeki beslenmesi ve sinsityum C) *Heterodera avenae*'nin hassas Prins buğday çeşidindeki reaksiyonu S: Sinsityum, Nec: Nekroz, N: Nematod (Williams ve Fisher, 1993).



Şekil 4.8. Adana-99'un *Heterodera avenae*'ye karşı hücresel reaksiyonu A) Epidermis, korteks, endodermis tabakalarında hücre duvarlarının erimesi ve hücre bütünlüğünün dejenerasyonu B) *Heterodera avenae* larvanın beslenmesi C) *Heterodera avenae*'nin dayanıklı AUS 10894 X Prins çeşidindeki reaksiyonu S: Sinsityum, Nec: Nekroz, N: Nematod (Williams ve Fisher, 1993).

Heterodera avenae dayanıklı buğday çeşitlerinde erkek bireyler ergin, dişi bireyler ise 4. larva dönemine kadar gelişmesini genellikle devam ettirmektedir (Williams & Fisher, 1993). Adana-99 çeşidi *H. avenae*'ye karşı dayanıklı olduğu için ergin dişilere rastlanılmamıştır. Şekil 4.9 (B)'de *H. avenae* larva görülmüş olup, çalışmanın sonuçlarıyla örtüşmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kök yara nematodları (*Pratylenchus thornei* ve *P. neglectus*), Kist nematodları (*Heterodera avenae* ve *H. latipons*)'a karşı 2014-2017 yılları arasında bazı yazlık ve kışlık buğday çeşitlerinin dayanıklılıkları hem iklim odası koşullarında hem de tel kafes sera koşullarında araştırılmıştır. Ayrıca dayanıklılık durumunun bitkideki genetik kaynakları araştırılmış ve hücresel düzeyde zararlıdan dolayı meydana gelen hücresel değişimler incelenmiştir. İklım odası koşullarında buğday çeşit performansların, tel kafes sera koşullarındaki performans ile değerlendirilmesi ve bu sonuçların moleküler yöntemler ile desteklenerek yorumlanması amaçlanmıştır. Zararlıların kökte meydana getirdiği hücresel değişimlerdeki tespitler ile histopatolojik çalışmaların yapılması, çalışmanın diğer amacını oluşturmuştur.

Bu çalışmada 24 farklı buğday çeşidinin Tahıl kist nematodları ve Kök yara nematodlarına karşı performansları hem iklim odası hemde tel kafes sera koşullarında zararlıların kombine olması durumunda popülasyon yoğunlukları incelenmiştir. İklım odası koşullarının kontrollü olması ve tel kafes sera koşullarının yağış durumu, toprak yapısı, sıcaklık, farklı patojen hastalık ve zararlıların etkili olmasından ötürü bitkiye penetre olan birey sayısı, yumurta sayısı farklılıklar göstermiştir. 2015-2016 yılı yarı doğa koşullarındaki çalışma sonuçları 2016-2017 yılına göre üreme oranları daha az görülmüştür. Bunun sebebi 2015-2016 yılındaki toprak yapısının daha killi ve tınlı olması, daha fazla su tutmasından, sıcaklık farklılıkları ve hastalıktan olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca fazla yağışla beraber iyi bir kök sisteminin gelişmemesi, çoğalma oranının bu yılda düşük olmasına sebep olduğu belirlenmiştir. Tahıl kist ve Kök yara nematodlarının tek zararlı oldukları zaman normalde epidemiy yapması beklenirken, farklı türden parazit nematod olduğunda çeşitlerin reaksiyonları değişmektedir. Tel kafes sera koşullarındaki denemelerde toprakta bulunan mikorizalar, bakteriler (*Pasteuria penetrans*), funguslar (*Arthrobotrys oligospora*)

yada predatörler popülasyon seviyelerindeki değişimleri etkilemektedir. Bundan dolayı, topraktaki faydalı mikroorganizmaların arttırılması ve toprağın sürülmesi işlemlerine önem verilmesi gerekmektedir. Ayrıca patojen fungus ve bakterilerin toprakta bitki paraziti nematodlar ile olan ilişkileri gelecekte ayrıntılı olarak incelenmelidir. Farklı patotipler, çeşitler üzerinde farklı popülasyon yoğunlukları vermektedir. Bundan dolayı dayanıklı çeşitler farklı parazit türler ile kıyaslanarak ve şartlar değerlendirilerek sonuca gidilmelidir.

Özetlemek gerekirse:

- 1- *Heterodera avenae*'nin ve *H. latipons*'un *P. thornei* ve *P. neglectus*'un popülasyonunu azalttığı tespit edilmiştir. *Pratylenchus thornei*'nin *P. neglectus*'a göre, *Heterodera avenae*'nin *H. latipons*'a göre daha baskın bir tür olduğu ve besin rekabetinden dolayı üreme oranlarını azalttığı belirlenmiştir.
- 2- Kist sayıları ile yumurta sayılarının farklılık gösterdiği görülmüştür. Bu durumun dayanıklılık, sıcaklık ve çevre koşullarına göre kistlerdeki yumurta sayısının değişebilmesinden dolayı olduğu belirlenmiştir. Bu yüzden çeşit reaksiyon çalışmalarında yumurta sayıları öngörülerek değerlendirmeler yapılması önerilmektedir.
- 3- Cre-1 Crecon primeri bütün buğday çeşitlerinde çoğalma gösterirken, Cre 1 genine ait G035 primer hiç bir buğday çeşidinde çoğalma göstermemiştir. Cre-1 geninin tam dayanıklılık sağlamadığı belirlenmiştir. İklim odası ve tel kafes sera koşullarındaki sonuçların, moleküler çalışmalarda dayanıklılık kaynaklarının daha fazlasının araştırılması gerektiği öngörülmüştür.
- 4- Cre-3-Xgwm301 primeri ise diğer primerlerden farklı olarak Uzunyayla, Atlı-2002, Yayla-305, Gerek-79, Harmankaya-99, Aldane, Silverstar çeşitlerinde 100 bp'lik büyüklükte görülmüştür. Cre-3 geni bulunan çeşitlerde dayanıklılığın daha baskın olduğu belirlenmiştir.

- 5- *Pratylenchus thornei*, *P. neglectus* ve *H. avenae*'nin kökün korteks tabakasından beslendiği ve hücre çeperlerini eriterek bozulmalara sebep olduğu belirlenmiştir.
- 6- *Pratylenchus thornei* ve *P. neglectus*'un hücreler arasında genellikle toplu olarak beslendiği saptanmıştır.
- 7- *H. avenae*'ye dayanıklı olan Adana-99 çeşidinde sinsityum bölgesi ve larva dönemi görülmüştür. Dayanıklı çeşitlerde de larva bireylerin penetrasyon yaptığı tespit edilmiştir. İnokulasyondan sonra, farklı gün ve haftalarda gelişimi gelecekteki çalışmalarda incelenebilir.



KAYNAKLAR

- Agrios, G. N., 1997. Plant Pathology, fourth edition. Academic Press Inc., London. 250p.
- Akar, T., Caliskan, M., Nicol, J. M., Uranbey S., Sahin E., Yazar S., William M., Braun H. J. 2009. Molecular Characterization of Cereal Cyst Nematode diagnostic markers Cre 1 and Cre 3 in some winter wheat germplasm and their potential use against *Heterodera filipjevi*. Field Crops Research, 114:320–323.
- Al-Doss, A., Al-Hazmi, S., Ahmed, A. M., Dawabah, A., Abdel-Mawgood, A., Solaiman, M., Al-Rehiayani, S., Al-Otayk, A. M. and Motawei, M. I. 2010. Impact of Cre and Peroxidase Genes of Selected New Wheat Lines on Cereal Cyst Nematode (*Heterodera avenae* woll) Resistance. Australian Journal of Crop Science, 4(9):737-743.
- Alexandratos, N., and Bruinsma, J., 2012. World agriculture towards 2030/2050: the 2012 Revision. ESA Working Paper No. 12-03. FAO, Agricultural Development Economics Division.
- Barloy, D., Lemoine, J., Abelard, P., Tanguy, A. M., Rivoal, R., and Jahier, J., 2007. Marker-Assisted Pyramiding of Two Cereal Cyst Nematode Resistance Genes from *Aegilops variabilis* in Wheat. Molecular Breeding, 20(1):31-40.
- Basheer-Salimia, R., and Atawnah, S., 2014. Morphological Features, Yield Components and Genetic Relatedness of Some Wheat Genotypes Grown in Palestine. World Journal of Agricultural Research, 2(1):12-21.
- Baum, T. J., Hussey, R. S., Davis, E. L., 2007. Root Knot and Cyst Nematode Parasitism Genes: The Molecular Basis of Plant Parasitism. (J.K. Setlow Editor). Genetic engineering, principles and methods, MA: Springer, Boston, p.28:17–24.

- Bingefors, S., 1982. Nature of Inherited Nematode Resistance in Plants. (Harris, H.K. and K. Mararnorosch Editors). Pathogens, Vectors and Plant Diseases: Approaches to Control, Academic Press, New York, p.188 – 219.
- Bleve-Zacheo, T., Melillo, M. T., Andres, M., Zacheo, G., and Romero, M. D., 1995. Ultrastructure of Initial Response of Graminaceous Roots to Infection by *Heterodera avenae*. Nematologica, 41(1):80–97.
- Boerma H. R. ve Hussey R. S. 1992. Breeding Plants for Resistance to Nematodes. Journal of Nematology, 24(2):242-252.
- Castillo, P., and Vovlas, N., 2007. *Pratylenchus* (Nematoda: Pratylenchidae): Diagnosis, Biology, Pathogenicity and Management. Nematology Monographs and Perspectives, Brill Leiden-Boston, The Netherlands-USA. 6(1):522-530.
- Castillo, P., Trapero-casas, J. L. and R. M. Jimenez-Diaz. 1995. Effect of Time, Temperature, and Inoculum Density on Reproduction of *Pratylenchus thornei* in Carrot Disk Cultures. Journal of Nematology, 27(1):120-124.
- Castillo, P., Vovlas, N., Jimenez-Diaz, M. R., 1998. Pathogenicity and histopathology of *Pratylenchus thornei* populations on selected chickpea genotypes. Plant Pathology, 47:370-376.
- Cui, J., Peng, H., Huang, W., Shiming, L., Duqing, W., Kong, L., He, W., Peng, D., 2017. Phenotype and Cellular Response of Wheat Lines Carrying Cre Genes to *Heterodera avenae* Pathotype Ha91. Plant Disease, 101(11):1885-1894.
- Dababat, A. A., Erginbaş-Orakcı, G., Toktay, H., Imren, M., Akın, B., Braun, H. J., Dreisigacker, S., Elekcioglu, I. H., Morgounov, A., 2014. Resistance of Winter Wheat to *Heterodera filipjevi* in Turkey. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 38(2):180-186.

- Dababat, A. A., Ferney, G. B. H., Erginbas-Orakci, G., Dreisigacker, S., Imren, M., Toktay, H., Elekcioglu, I. H., Tesfamariam Mekete, Julie M. Nicol, Omid Ansari and Ogbonnaya, F. 2016. Association Analysis of Resistance to Cereal Cyst Nematodes (*Heterodera avenae*) and Root Lesion Nematodes (*Pratylenchus neglectus* and *P. thornei*) in CIMMYT Advanced Spring Wheat Lines For Semi-Arid Conditions. *Breeding Science*, 66(5):692–702.
- Davis, E. L., Hussey, R. S., Mitchum, M. G., Baum, T. J., 2008. Parasitism Proteins In Nematode–Plant Interactions. *Current Opinion in Plant Biology*, 11(4):360–366.
- Davis, E.L. and MacGuidwin. A.E. 2000. *Lesion nematode disease*. The Plant Health Instructor. Plant disease lessons, The American Phytopathological Society, USA.
- Delibes, A., Romero, D., Aguaded, S., Duce, A., Mena, M., Lopez-Braña, I., Andrés, M. F., Martin-Sanchez, J. A., García-Olmedo, F., 1993. Resistance to The Cereal Cyst Nematode (*Heterodera avenae* Woll.) Transferred from the Wild Grass *Aegilops ventricosa* to Hexaploid Wheat by a “Stepping-Stone” Procedure. *Theoretical and Applied Genetics*, 87(3):402–408.
- Dundas, I. S., Frappell, D. E., Crack, D. M., Fisher. J. M., 2001. Deletion Mapping of a Nematode Resistance Gene on Rye Chromosome 6R in Wheat. *Crop Science*, 41(6):1771-1778.
- Eastwood, R. F., Lagudah, E. S., Appels, R., 1994. A Directed Search for DNA Sequences Tightly Linked to Cereal Cyst Nematode Resistance Genes in *Triticum tauschii*. *Genome*, 37(2):311–319.
- Eastwood, R. F., Lagudah, E. S., Appels, R., Hannah, M. and Kollmorgen, J. F., 1991. *Triticum tauschii*: a Novel Source of Resistance to Cereal Cyst Nematode (*Heterodera avenae*), 42(1):69–77.

- Eisenback, J. D. 1985. Interactions Among Concomitant, Populations of Nematodes. (J. N. Sasser, & C.C. Carter editors) An Advanced Treatise on *Meloidogyne*, Biology and control Raleigh: Department of Plant Pathology, North Carolina State University, 1:193-213.
- Elekcioglu, I. H., 1992. Untersuchungen zum Auftreten und zur Verbreitung Phytoparasitaerer Nematoden in den landwirtschaftlichen Hauptkulturen des ostmediterranen Gebietes der Türkei. PLITS, 10(5):120p.
- Elekcioglu, I. H., and Uygun, N., 1994. Occurrence and Distribution of Plant Parasitic Nematodes in Cash Crop in Eastern Mediterreanean Region of Türkiye. Proceedings of 9th Congress of The Mediterranean Phytopathological Union, Kuşadası-Aydın, Türkiye, 409–410.
- Estores, R. A., and Chen, T. A. 1972. Interactions of *Pratylenchus penetrans* and *Meloidogyne incognita* as Coinhabitants in Tomato. Journal of Nematology, 4(3):170–174.
- Eti, S., 1987. Über das Pollenschlauchwachstum und die Entwicklung der Samenlagen in Beziehung zum Fruchtansatz und zur Fruchtqualitaet bei der Manderinensorte “Clementine” (*Citrus reticulata* Blanco). Dissertation University Hohenheim. 127p.
- FAO, 2017. <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/en/> Son erişim tarihi: 17.04.2018
- Gözel U., 2001. Doğu Akdeniz Bölgesi Buğday Alanlarında Bulunan Bitki Paraziti Nematod Türleri Üzerinde Araştırmalar. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana Türkiye, 129p.
- Hafez, S. I., Golden, A., M., Rashid, F. and Handoo, Z., 1992. Plant-Parasitic Nematodes Associated with Crops in Idaho and Eastern Oregon. Nematropica, 22(2):193-204.
- Handoo, Z. A., and Golden, A. M. 1989. A Key and Diagnostic Compendium to The Species of The Genus *Pratylenchus filipjevi*, 1936 (Lesion nematodes). Journal of Nematology, 21(2):202-218.

- Hofmann, J., Elashry, A., Anwar, S., Erban, A., Kopka, J., and Grundler, F., 2010. Metabolic Profiling Reveals Local and Systemic Responses of Host Plants to Nematode Parasitism. *The Plant Journal*, 62(6):1058–1071.
- Hollaway, G. J., Vanstone, V. A., Nobbs, J., Smith, J. G. and Brown, J. S., 2008. Pathogenic Nematodes of Cereal Crops In South-West Victoria, Australia. *Australasian Plant Pathology*, 37(5):505-510.
- Holtmann, B., Kleine M. and Grundler, F., 2000. Ultrastructure and Anatomy of Nematode-Induced Syncytia in Roots of Susceptible and Resistant Sugar Beet. *Protoplasma*, 211(1-2):39-50.
- Hooper D. J., 1986. Extraction of Free Living Stages From Soil. (J. F. Southey editor). *Labarotory Methods for Work with Plant and Soil Nematodes*. Her Majesty's Stationery Office, London, p.5–30.
- Huang, J. S. 1998. Mechanisms of resistance. (S.B. Sharma) *The Cyst Nematodes*, Springer, Dordrecht, Boston, London, p.353-368.
- İmren, M., 2013a. Doğu Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri Buğday Alanlarında Tahıl Kist Nematodu Türlerinin (*Heterodera avenae* Group) Belirlenmesi ve Bazı Buğday Genotiplerinin *Heterodera avenae* (Wollenweber, 1924)'ye Karşı Dayanıklılığının Araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, Adana, 105s.
- İmren, M., Bozbuga, R., Kasapoğlu, E.B., Toktay, H., Dababat, A., Elekcioğlu, İ. H., 2014a. Doğu Akdeniz Bölgesi Koşullarında Tahıl Kist Nematodu, *Heterodera avenae*'nin (Wollenweber, 1924) Buğdayda Meydana Getirdiği Ürün Kaybının Belirlenmesi, Türkiye V. Bitki koruma Kongresi Bildirileri, 3-5 Şubat, 2014, Antalya, Türkiye, 8s.
- İmren, M., Elekcioğlu, İ. H., 2008. Diyarbakır İli Buğday, Sebze ve Bağ Alanlarında Önemli Bitki Paraziti Nematod Türlerinin Belirlenmesi. *Ç.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17(2):116-121.

- İmren, M., Kasapoğlu, E. B., Dababat, A., Toktay, H., Elekcioglu, İ. H., 2014b. Dayanıklılık Geni Cre1'in Akdeniz Tahıl Kist Nematodu, *Heterodera latipons* Franklin (Tylenchida: Heteroderidae)'e Karşı Etkinliğinin Araştırılması. Tarım Bilimleri Dergisi, 20:261-268.
- İmren, M., Özkan, H., Elekcioglu, İ. H. 2015. Kök Yara Nematodları; *Pratylenchus thornei* ve *Pratylenchus neglectus*'a Karşı Bazı Buğday Genotiplerinin Dayanıklılıklarının Belirlenmesi. Tarım Bilimleri dergisi, 21(1):61-70.
- İmren, M., Toktay, H., Bozbuga, R., Dababat, A., Özkan, H., Elekcioglu, İ. H., 2013b. Bazı Buğday Genotiplerinin Tahıl Kist Nematodu *Heterodera avenae* (Wollenweber, 1924) Karşı Dayanıklılıklarının Araştırılması, Türkiye Entomoloji Dergisi, 37(2):229-238.
- İmren, M., Toktay, H., Bozbuga, R., Erginbaş Orakçı G., Dababat, A., Elekcioglu, İ. H. 2013c. Identification of Genetic Resistance to Cereal Cyst Nematodes; *Heterodera avenae* (Wollenweber, 1924), *Heterodera filipjevi* (Madzhidov, 1981) Stelter and *Heterodera latipons* (Franklin, 1969) in Some International Bread Wheat Germplasms. Türkiye Entomoloji Dergisi, 37(3):277-282.
- İmren, M., Toktay, H., Özarslandan, A., Dababat, A. A., and Elekcioglu, I. H., 2012. *Heterodera avenae* Yumurtalarının İnkübasyonu Üzerine Sıcaklığın Etkisi İle En Uygun Deneme Yöntem ve Materyallerinin Araştırılması. Türkiye Entomoloji Dergisi, 36(4):585-593.
- Jahier, J., Abelard, P., Tanguy, A. M., Dedryver, F., Rivoal, R., Khatkar, S., Bariana, H. S., 2001. The *Aegilops ventricosa* Segment on Chromosome 2AS of The Wheat Cultivar 'VPM1' Carries The Cereal Cyst Nematode Resistance Gene Cre5. Plant Breeding, 120(2):125-128.
- Jones, M. G. K., and Fosu-Nyarko, J., 2014. Molecular Biology of Root Lesion Nematodes (*Pratylenchus* spp.) and Their Interaction with Host Plants. Annals of Applied Biology, 164(2):163-181.

- Joyce, S. A., Reid, A., Driver, F. and Curran, J., 1994. Application Of Polymerase Chain Reaction (PCR) Methods to Identification of Entomopathogenic Nematodes. (A .M., Burnell, R. U. Ehlers, J. P. Masson Editors) Cost 812 Biotechnology: Genetics of entomopathogenic nematode-bacterium complexes. Proceedings of Symposium & Workshop, St. Patrick's College, Maynooth, Co. Kildare, Ireland, Luxembourg, European Commission, DG XII, 178-187p.
- Kherfan, W. I., Ogbannaya, F. C., Al. Banna, L., Response of Wheat to a Jordanian Isolate of Mediterranean Cereal Cyst Nematode (*Heterodera latipons*). Australasian Plant Pathology, 45(1):19-28.
- Koppenhöfer, A. M., Kaya, H. K., Shanmugam, S., Wood, G. L., 1995. Interspecific Competition between Steinernematid Nematodes within an Insect Host. Journal of Invertebrate Pathology, 66(2):99-103.
- Kort, J., 1972. Nematode Diseases of Cereals of Temperate Climates. (J. M. Webster editors) Economic Nematology, Academic press, New York, USA. 97-126p.
- Lagudah, E. S., Moullet, O., Appels, R., 1997. Map Based Cloning of A Gene Sequence Encoding A Nucleotide Binding Domain And Leucine Rich Region at The Cre3 Nematode Resistance Locus of Wheat. Genome, 40(5):659–665.
- Lasserre, F., Rivoal, R., Cook, R. 1994. Interactions Between *Heterodera avenae* and *Pratylenchus neglectus* on Wheat. Journal of Nematology, 26(3):336-344.
- Li, X. H., Ma, J. and Chen, S. L., 2012. Effect of Temperature on The Penetration and Development of *Heterodera avenae*. Journal Triticeae Crops, 32(5):977-981.

- Linsell, J. K., Riley, I. T., Davies, A. K. and Oldach, K. H., 2014. Characterization of Resistance to *Pratylenchus thornei* (Nematoda) in Wheat (*Triticum aestivum*): Attraction, Penetration, Motility and Reproduction. *Phytopathology*, 104(2):174-187.
- Maafi, Z. T., Subbotin, S., Moens, M., 2003. Molecular Identification of Cyst-Forming Nematodes (Heteroderidae) from İran and Phylogeny Based on ITS-rDNA sequences. *Nematology*, 5(1):99-111.
- Majnik, J., Ogbonnaya, F. C., Moullet, O. and Lagudah, E. S., 2003. The Cre1 and Cre3 Nematode Resistance Genes are Located at Homeologous Loci in the Wheat Genome. *The American Phytopathological Society*, 16(12):1135-1144.
- Mısırlıoğlu, B., 2006. Ege ve Marmara Bölgeleri buğday ekiliş alanlarında bulunan önemli bitki paraziti nematodların belirlenmesi ve bitki gelişimine etkileri üzerinde araştırmalar. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri enstitüsü, Doktora tezi, 120s.
- Mokabli, A., Valette, S., Gauthier, J., Rivoal, R. 2002. Variation in virulence of cereal cyst nematode populations from North Africa and Asia. *Nematology*, 4(4):521-525.
- Mokrini, F., Viaene, N., Wayenberge, L., Dababat, A., Moens, M., 2018. Investigation of Resistance to *Pratylenchus penetrans* and *P. thornei* in International Wheat Lines and Its Durability When Inoculated Together with The Cereal Cyst Nematode *Heterodera avenae*, Using qPCR for Nematode Quantification. *European Journal of Plant Pathology*, 151(4):875-889.
- Moody, E. H., Lownsbery, B. F., Ahmed, J. H., 1973. Culture of Root Lesion Nematode *Pratylenchus vulnus* on Carrot Discs. *Journal of Nematology*, 5(3):255-226.

- Nicol, J. M., 2002. Important Nematode Pests (Curtis, S. Rajaram, and H. Gomez Macpherson editors). Bread Wheat: Improvement And Production, Rome, FAO Publisher, 345–366p.
- Nicol, J. M., Bolat, N., Sahin, E., Tülek, A., Yıldırım, A. F., Yorgancılar, A., Kaplan, A. and Braun, H. J., 2006. The Cereal Cyst Nematode is Causing Economic Damage on Rain Fed Wheat Production Systems of Turkey. Pacific Division Meeting Abstracts, 96(6):269.
- Nicol, J. M., Ogbonnaya, F., Singh, A. K., Bishnoi, S. P., Kanwar, R. S., Li, H., Chen, S., Peng, D., Bolat, N., Şahin, E., and Elekcioglu, I. H., 2009. Current Global Knowledge of the Usability of Cereal Cyst Nematode Resistant Bread Wheat Germplasm Through International Germplasm Exchange and Evaluation. Proceedings of the First Workshop of the International Cereal Cyst Nematode Initiative. Introduction. Antalya, Turkey. 149-153p.
- Nicol, J. M., Rivoal, R., Bolat, N., Aktaş, H., Braun, H. J., Mergoum, M., Yıldırım, A. F., Bağcı, A., Elekcioglu, I. H., Yahyaoui, A., 2002. The Frequency and Diversity of The Cyst and Lesion Nematodes on Wheat in The Turkish Central Anatolian Plateau. Nematology, 4(2):272.
- Ogbonnaya, F. C., Seah, S., Delibes, A., Jahier, J. I., López-Braña, R. F., Eastwood, E. S., 2001. Lagudah Molecular-Genetic Characterisation of A New Nematode Resistance Gene in Wheat. Theoretical and Applied Genetics, 102(4):623–629.
- Patel, N., Hamamouch, N., Li, C., Hewezi, T., Hussey, R., Baum, T. J., Mitchum, M. G., Davis E. L., 2010. A Nematode Effector Protein Similar To Annexins In Host Plants. Journal of Experimental Botany, 61(1):235–248.
- Reen, R. A., Thompson, J. P., Clewett, T. G., Sheedy, J. G., Bell, K. L., 2014. Yield Response In Chickpea Cultivars And Wheat Following Crop Rotations Affecting Population Densities of *Pratylenchus thornei* and Arbuscular Mycorrhizal Fungi. Crop and Pasture Science, 65(5):428-441.

- Rivoal, R. and Cook, R., 1993. Nematode Pests of Cereals, Plant Parasitic Nematodes in Temperate Agriculture. (Evans K., D. L., Trudgill, J. M. Webster editors) CAB International: Wallingford, United Kingdom, 259-303p.
- Rivoal, R., Bekal S., Valette, S., Gauthier, J. P., Bel Hadj Fradj, M., Mokabli, A., Jahier, J., Nicol, J., Yahyaoui, A., 2001. Variation in Reproductive Capacity and Virulence on Different Genotypes and Resistance Genes of Triticaceae in the Cereal Cyst Nematode Species Complex. *Nematology*, 3(6):581-592.
- Romero, M., Montes, M., Sin, E., Lopez-Braña, I., Duce, A., Martín-Sánchez, J. A., Andrés, M. F., Delibes, A., 1998. A Cereal Cyst Nematode (*Heterodera avenae* Woll.) Resistance Gene Transferred From *Aegilops triuncialis* to Hexaploid Wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, 96(8):1135–1140.
- Rumpenhorst, H. J., Elekçioğlu İ. H, Sturhan D., Öztürk G., Enneli S., 1996. The Cereal Cyst Nematode *Heterodera filipjevi* (Madzhidov) in Turkey. *Nematologia Mediterránea*, 24(1):135-138.
- Safari, E. N. N., Gororo, R. F., Eastwood, J., Lewis, H. A., Eagles, F. C., Ogbonnaya, 2005. Impact of Cre 1, Cre 8 and Cre 3 Genes on Cereal Cyst Nematode Resistance in Wheat. *Theoretical Applied Genetics*, 110(3):567–572.
- Sasser, J. N. and Freckman, D. W., 1987. A World Perspective on Nematology: The Role of The Society. (J. A. Veech and D. W. Dickson editors) *Vistas on Nematology*, Hyattsville, Maryland, USA, Society of Nematologists. 7-14p.

- Schmidt, A. L., McIntyre, C. L., Thompson, J., Seymour, N. P., Liu, C. J., 2005. Quantitative Trait Loci for Root Lesion Nematode (*Pratylenchus thornei*) Resistance in Middle-Eastern Landraces and Their Potential for Introgression into Australian Bread Wheat. *Australian Journal of Agricultural Research*, 56(10):1059-1068.
- Scholz, U., 2001. Biology, Pathogenity And Control Of Cereal Cyst Nematode *Heterodera latipons* Franklin on Wheat And Barley Under Semiarid Conditions and Interactions With Common Root Rot *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker [teleomorph: *Cochliobolus sativus* (Ito et Kurib.) Drechs. ex Dastur., Ph.D Thesis, University of Bonn, Germany, 159p.
- Scholz, U., and Sikora, R., 2004. Hatching Behaviour and Life Cycle of *Heterodera latipons* Franklin Under Syrian Agro-Ecological Conditions. *Nematology*, 6(2):245-256.
- Shiming L., Kandoth, P. K., Warren, S. D., Yeckel, G., Heinz, R., Alden, J., Yang, C., Jamai, A., El-Mellouki, T., Juvalle, P. S., Hill, H., Baum, T. J., Cianzio, S., Whitham, S., A., Korkin, D., M. G. Mitchum and Khalid Meksem, 2012. A Soybean Cyst Nematode Resistance Gene Points to A New Mechanism of Plant Resistance to Pathogens. *Nature*, 492, 256–260.
- Siddique, S., Sobczak M., Tenhaken, R., Grundler F. M. W., Bohlmann, H., 2012. Cell Wall Ingrowths in Nematode Induced Syncytia Require UGD2 and UGD3. *Plos one*, 7(7):e41515.
- Slootmaker, L. A. J., Lange, G., Jochemsen G., Schepers, J., 1974. Monosomic Analysis in Bread Wheat of Resistance to Cereal Root Eelworm. *Euphytica*, 23(3):497–503.
- Smiley, R. and Marshall, J., 2014. Cereal cyst nematode in wheat and barley: Resistance and tolerance. *Oregon, Wheat*, 66(1):26-29.
- Smiley, R. W., Whittaker, R .G., Gourlie, J. A., Easley, S. A. 2005. *Pratylenchus thornei* Associated with Reduced Wheat Yield in Oregon. *Journal of Nematology*, 37(1):45-54.

- Smiley, R., 2010. Root Lesion Nematodes Biology and Management in Pacific Northwest Wheat Cropping Systems. Oregon State University, A Pacific Northwest Extension Publication. 1-9p.
- Smiley, R., Merrifield, W., K., Patterson, L. M., Whittaker, R., G., Gourlie, J. A., Easley, S. A., 2004. Nematodes In Dryland Field Crops in The Semiarid Pacific Northwest United State. Journal of Nematology, 36(1):54-68.
- Stösser, R., Kaşka, N., Anvari, S. F. ve Eti, S., 1985. Bahçe Bitkilerinde Döllenme Biyolojisi Uygulamalı Kurs Notları, 18-22 Mart 1985, Adana (Yayınlanmamış).
- Strausbaugh, C. A., Bradley, C. A., Koehn, A. C., Forster, R. L., 2004. Survey of Root Diseases of Wheat and Barley in Southeastern Idaho. Plant Pathology, 26(2):167-176.
- Subbotin, S. A., Sturhan, D., Rumpfenhorst, H. J., Moens, M., 2003. Molecular and Morphological Characterisation of the *Heterodera avenae* Species Complex (Tylenchida: Heteroderidae). Nematology, 5(4):515-538.
- Şahin, E., 2010. Orta Anadolu Buğday Alanlarında Önemli Bitki Paraziti Nematodların Belirlenmesi ve Tahil Kist Nematodu *Heterodera filipjevi*'nin Biyolojisi ile Mücadelesi Üzerine Çalışmalar. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, Adana, 91s.
- Şahin, E., J. M. Nicol, J., A. Yorgancılar, I.H. Elekcioglu, A. Tulek , A. F. Yildirim and N. Bolat. 2008. Seasonal Variation of Field Populations of *Heterodera filipjevi*, *Pratylenchus thornei* and *P. neglectus* on Winter Wheat in Turkey. Nematology Mediterrenae, 36(1):51-56.
- Şahin, E., Nicol, J. M., Elekcioglu, I. H., Yorgancılar, Ö., Yıldırım A. F., Tulek, A., Hekimhan H., Yorgancılar A., Kılınç A. T., Bolat N., Erginbaş G., 2009. Frequency and Diversity of Cereal Nematodes on the Central Anatolian Plateau of Turkey, Proceedings of the First Workshop of the International Cereal Cyst Nematode Initiative, Antalya, Turkey. 100-105s.

- Taheri, A., Hollamby, G. J., Vanstone, V. A., 1994. Interaction Between Root Lesion Nematode, *Pratylenchus neglectus* (Rensch 1924) Chitwood and Oteifa 1952, and Root Rotting Fungi of Wheat. Journal of Crop and Horticultural Science, 22(2):181-185.
- Taylor, S. P. and Evans, M. L., 1998. Vertical and horizontal distribution of and soil sampling for root lesion nematodes (*Pratylenchus neglectus* and *P. thornei*) in South Australia. Australasian Plant Pathology, 27(2):90-96.
- Thomason, J. I., Rich, J. R., Frances, C. O., 1976. Pathology and Histopathology of *Pratylenchus scribneri* Infecting Snap Bean and Lima Bean. Journal of Nematology, 8(4):357-352.
- Thompson, J. P., Clewett, T. G., Sheedy, J. G., Reen, R. A., O'Reilly, M. M., Bell, K. L., 2010. Occurrence of Root-Lesion Nematodes (*Pratylenchus thornei* and *P. neglectus*) and Stunt Nematode (*Merlinius brevidens*) in The Northern Grain Region of Australia. Australasian Plant Pathology, 39(3):254-264.
- Thompson, J.P., Clewett, T. G., Sheedy, J. G., Reen, R. A., Reilly, M. M. O., Bell, K. L., 2010. Occurrence of root-lesion nematodes (*Pratylenchus thornei* and *P. neglectus*) and stunt nematode (*Merlinius brevidens*) in the northern grain region of Australia. Australasian Plant Pathology, 39(3):254-264
- Toktay, H., 2008. Bazı Yazlık Buğday Çeşitlerinin *Pratylenchus thornei* Sher et Allen (Tylenchida: Pratylenchidae)'ye Karşı Dayanıklılığının Araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, Türkiye, 117s.
- Toktay, H., İmren, M., Elekcioğlu, I. H., Dababat, A. A., 2015. Türkiye'de Bulunan Yabancı Emmer Buğdayları (*Triticum dicoccoides* Koern.) ve Buğday Çeşitlerinin Kök Yara Nematodları (*Pratylenchus thornei* and *P. neglectus*)'na Karşı Dayanıklılıklarının Belirlenmesi. Türkiye Entomoloji Dergisi, 39(3):219-227.

- Toktay, H., İmren, M., Nicol J. M., Dababat, A., Elekcioglu, I. H., 2012a. Improved Methodology for Resistance Screening in Spring Wheat Against The Root Lesion Nematode, *Pratylenchus thornei* (Sher et Allen) (Tylenchida: Pratylenchidae). Turkish Journal of Entomology, 36(4):533-540.
- Toktay, H., Yavuzaslanoğlu, E., İmren, M., Nicol, J. M., Elekcioglu, I. H., Dababat, A., 2012b. Screening for Resistance to *Heterodera filipjevi* and *Pratylenchus thornei* in Sister Lines of Spring Wheat. Turkish Journal of Entomology, 36(4):455-461.
- Townshend, J. L., and Stobbs, L., 1981. Histopathology and Histochemistry of Lesions Caused by *Pratylenchus penetrans* in Roots of Forage Legumes. Canadian Journal of Plant Pathology, 3(3):123-186.
- Trudgill, D. L., 1991. Resistance to and Tolerance of Plant Parasitic Nematodes in Plants. Annual Review of Phytopathology, 29(1):167-192.
- TUİK, 2014. <https://biruni.tuik.gov.tr/bolgeselistatistik/tabloOlustur.do> Son erişim tarihi:17.04.2018
- TUİK, 2016. <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=21664> Son erişim tarihi: 17.04.2018
- TUİK, 2017. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001 Son erişim tarihi: 04.10.2018
- Tülek, A., Kepenekçi, İ., Çobanoğlu, S., Hekimhan, H., Devran, Z., Melik, B., Elekcioglu, İ. H., 2009. A New Multiplication Method of Rice White Tip Nematode (*Aphelenchoides besseyi* Christie, Aphelenchida: Aphelenchoididae), on Carrot Discs. Russian Journal of Nematology, 17(2):135-136.
- Umesh, C. K., Ferris, H., Bayer, D., E., 1994. Competition Between The Plant-Parasitic Nematodes *Pratylenchus neglectus* and *Meloidogyne chitwoodi*. Journal of Nematology, 26(3):286-295.

- Vanstone, V. A., Hollaway, G. J., Stirling, G. R., 2008. Managing Nematode Pests in The Southern and Western Regions of The Australian Cereal Industry: Continuing Progress in a Challenging Environment. *Australasian Plant Pathology*, 37(3):220-234.
- Vanstone, V., Farsi, M., Rathjen, T., Cooper, K., 1996. Resistance of Triticale to Root Lesion Nematode in South Australia. (H., Guedes-Pinto, N., Darvey, V.P. Carnide editors) *Triticale: Today and Tomorrow. Developments in Plant Breeding*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 5(1):557-560.
- Veech, J. A., 1982. Phytoalexins and Their Role in the Resistance of Plants to Nematodes. *Journal of Nematology*, 14(1):2-9.
- Whish, J. P. M., Thompson, J. P., Clewett, T. G., J. L., Lawrence, J. W., 2014. *Pratylenchus thornei* Populations Reduce Water Uptake in Intolerant Wheat Cultivars. *Field Crops Research*, 161, 1-10.
- Whitehead, A. D., 1998. Plant nematode control. CABI International, Wallingford, UK. 384p.
- Williams K. J., and Fisher, J. M., 1993. Development of *Heterodera avenae* Woll. and Host Cellular Responses in Susceptible and Resistant Wheat. *Fundamental Applied Nematology*, 16(5):417-423.
- Williams, K. J., Fisher, J. M. and Langridge, P., 1994. Identification of RFLP Markers Linked to The Cereal Cyst Nematode Resistance Gene (Cre) In Wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, 89(7-8):927-930.
- Williams, K. J., Lewis, J. G., Bogack, P. I., Pallotta, M. A., Willsmore, K. L., Kuche H. I., Wallwork., H., 2003. Mapping of A QTL Contributing to Cereal Cyst Nematode Tolerance and Resistance In Wheat. *Australian Journal of Agricultural Research*, 54(8):731 – 737.
- Williamson, V. M., and Hussey, R. S., 1996. Nematode Pathogenesis and Resistance in Plants. *The Plant Cell*, 8(10):1735-1745.

- Yan, G., and Smiley, R. W., 2010. Distinguishing *Heterodera filipjevi* and *H. avenae* Using Polymerase Chain Reaction-Restriction Fragment Length Polymorphism and Cyst Morphology. *Nematology*, 100(3):216-224.
- Yavuzaslanoglu, E., Elekcioglu, I. H., Nicol, J. M., Sheedy, J. G., 2016. Resistance of Iranian Landrace Wheat to The Cereal Cyst Nematode, *Heterodera filipjevi*. *Australasian Plant Pathology*, 45(4):411-414.
- Yıldız, Ş., 2007. Şanlıurfa İli Nematod Faunası ve Biyoçeşitliliği Üzerine Araştırmalar. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, Adana.112s.
- Yu, Y., Liu, H., Zhu, A., Zhang, G., Zeng, L., Xue, S., 2012. A Review of Root Lesion Nematode: Identification and Plant Resistance, *Advances in Microbiology*. 2(4):411-416.
- Zunke, U., 1990a. Observations on The Invasion and Endoparasitic Behavior of The Root Lesion Nematode *Pratylenchus penetrans*. *Journal of Nematology*, 22(3):309-320.
- Zunke, U., 1990b. Ectoparasitic Feeding Behaviour of The Root Lesion Nematode, *Pratylenchus penetrans*, on Root Hairs of Different Host Plants. *Revue Nematology*, 13(3):331-337.
- Zwart, R. S., Thompson J. P., Godwin I. D., 2005. Identification of Quantitative Trait Loci for Resistance to Two Species of Root Lesion Nematode (*Pratylenchus thornei* and *P. neglectus*) in Wheat. *Australian Journal of Agricultural Research*, 56(4):345-352.

ÖZGEÇMİŞ

08/02/1987 yılında Adana’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Adana’da tamamladı. 2004 yılında başladığı Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü’nden 2008 yılında mezun oldu. Aynı fakültede Bitki Koruma Bölümü, Entomoloji Anabilim Dalı, Nematoloji Laboratuvarında Yüksek Lisans eğitime başlamış ve 2012 yılında tamamlamıştır. 2012 yılında başlayan Doktora tez öğrenimini, yapmış olduğu bu tez çalışmasının sona ermesiyle tamamlamış bulunmaktadır.



EKLER



EK.1.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Yumurta Sayıları					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	12348788,120 ^a	137	90137,140	11,482	0,000
Intercept	33117584,745	1	33117584,745	4218,772	0,000
Buğday çeşitleri	380404,922	22	17291,133	2,203	0,001
Nematod türleri (<i>H.avenae</i> , <i>H.latipons</i>)	10912118,984	5	2182423,797	278,014	0,000
Buğday çeşitleri * Nematod türleri (<i>H.avenae</i> , <i>H.latipons</i>)	1034973,779	110	9408,853	1,199	0,100
Error	4239028,825	540	7850,053		
Total	49833610,960	678			
Corrected Total	16587816,945	677			

a. R Squared = ,744 (Adjusted R Squared = ,680)

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Birey sayısı					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	161464,031 ^a	68	2374,471	11,646	0,000
Intercept	64439,642	1	64439,642	316,043	0,000
Buğday çeşitleri	45166,542	22	2053,025	10,069	0,000
Nematod türü (<i>P. neglectus</i>)	30733,357	2	15366,678	75,365	0,000
Buğday çeşitleri * Nematod türü (<i>P. neglectus</i>)	80816,161	44	1836,731	9,008	0,000
Error	50158,287	246	203,895		
Total	280408,649	315			
Corrected Total	211622,318	314			

a. R Squared = ,763 (Adjusted R Squared = ,697)

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Birey Sayısı					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	58797,105 ^a	71	828,128	3,091	0,000
Intercept	68611,202	1	68611,202	256,107	0,000
Nematod türü (<i>P. thornei</i>)	21226,589	2	10613,295	39,617	0,000
Buğday çeşitleri	12861,419	23	559,192	2,087	0,003
Nematod türü(<i>P. thornei</i>) * Buğday çeşitleri	23488,051	46	510,610	1,906	0,001
Error	70725,767	264	267,901		
Total	201629,803	336			
Corrected Total	129522,873	335			

a. R Squared = ,454 (Adjusted R Squared = ,307)