



Tarım Bilimleri Dergisi  
Tar. Bil. Der.

Dergi web sayfası:  
www.agri.ankara.edu.tr/dergi

Journal of Agricultural Sciences

Journal homepage:  
www.agri.ankara.edu.tr/journal

## Dayanıklılık Geni *Cre1*'in Akdeniz Tahıl Kist Nematodu, *Heterodera latipons* Franklin (Tylenchida: Heteroderidae)'e Karşı Etkinliğinin Araştırılması

Mustafa İMREN<sup>a</sup>, Ece Börteçine KASAPOĞLU<sup>b</sup>, Abdelfattah DABABAT<sup>c</sup>, Halil TOKTAY<sup>d</sup>, İbrahim Halil ELEKCİOĞLU<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Bolu, TÜRKİYE

<sup>b</sup> Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Adana, TÜRKİYE

<sup>c</sup> International Maize and Wheat Improvement Centre (CIMMYT), Ankara, TÜRKİYE

<sup>d</sup> Niğde Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Niğde, TÜRKİYE

### ESER BİLGİSİ

Araştırma Makalesi

DOI: 10.1501/Tarimbil\_0000001285

Sorumlu Yazar: Mustafa İMREN, E-posta: m.imren37@gmail.com, Tel: +90 (374) 254 10 00

Geliş Tarihi: 03 Aralık 2013, Düzeltmelerin Gelişi: 29 Ocak 2014, Kabul: 02 Mart 2014

### ÖZET

Tahıl kist nematodları (*Heterodera avenae* group) buğdayın önemli zararlılarından biri olup, Türkiye'de *Heterodera avenae* Wollenweber, *H. latipons* Franklin ve *H. filipjevi* (Madzhidov) Stone olmak üzere üç önemli türü farklı buğday üretim alanlarında saptanmıştır. Ülkemizin makarnalık buğdayın merkezi olan Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Akdeniz tahıl kist nematodu, *Heterodera latipons*'un yaygın olarak bulunduğu, bölge genelinde birçok lokasyonda ekonomik zarar eşiğinin üstünde popülasyona sahip olduğu rapor edilmiştir. Buğday yetiştiriciliğinde kist nematodları ile en etkin mücadele yöntemi dayanıklı/tolerans çeşit kullanımı olarak bilinmektedir. Günümüzde buğdayın yabani türlerinden kültür formlarına aktarılmış dokuz farklı dayanıklılık geni (*Cre* genleri) mevcuttur. Bu çalışmada dayanıklılık geni *Cre1*'in *H. latipons*'un Gaziantep (Karkamış) popülasyonuna karşı etkinliği araştırılmıştır. Çalışmada genomunda dayanıklılık geni *Cre1* bulunan SILVERSTAR buğday çeşidinin yanı sıra SOKOLL, CALINGIRI, GOLDMARKER, FRAME, STYLET, PASTOR ve CROC\_1/AE.SQUARROSA(224)//OPATA çeşitlerine ait ebeveynlerin melezlenmesi ile geliştirilen 38 adet dayanıklılık geni taşıyan, 26 adet dayanıklılık geni taşımayan toplam 64 adet buğday genotipi *H. latipons*'a karşı denemeye alınmıştır. Çalışma sonucunda 64 adet genotipten 20'si nematoda dayanıklı, 32'si orta dayanıklı ve 12'sinin ise orta hassas olduğu tespit edilmiştir. Genomunda *Cre1* geni taşıyan 38 melezden ise 10'nun *H. latipons*'a karşı dayanıklı, 20'sinin orta dayanıklı ve 8'nin ise orta hassas olduğu saptanmıştır. Bu çalışma ile dayanıklılık geni *Cre1*'in *H. latipons*'un Gaziantep (Karkamış) popülasyonuna karşı mutlak bir dayanıklılığa sahip olmamakla birlikte %78 etkinlik oranı ile başarılı olduğu ve ulusal buğday ıslah programlarında *H. latipons*'a karşı kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Ayrıca, PASTOR, SOKOLL ve CROC\_1/AE.SQUARROSA(224)//OPATA buğday genotiplerinin *H. latipons*'a karşı iyi bir dayanıklılık kaynağına sahip olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tahıl kist nematodu; *Heterodera latipons*; Buğday; Dayanıklılık

## Investigation the Efficiency of Resistance Gene, *Cre1*, Against Mediterranean Cereal Cyst Nematode: *Heterodera latipons* Franklin (Tylenchida: Heteroderidae)

### ARTICLE INFO

Research Article

Corresponding Author: Mustafa İMREN, E-mail: m.imren37@gmail.com, Tel: +90 (374) 254 10 00

Received: 03 December 2013, Received in Revised Form: 29 January 2014, Accepted: 02 March 2014

## ABSTRACT

Cereal cyst nematodes (*Heterodera avenae* group) are important pests of wheat; they include the three most important species of cereal cyst nematodes: *Heterodera avenae* Wollenweber, *H. latipons* Franklin and *H. filipjevi* (Madzhidov) in Turkey that were determined in different wheat growing areas. It was reported that Mediterranean cereal cyst nematode, *Heterodera latipons* which is widely found in the centre of the durum wheat growing area -South-eastern Anatolia region- in our country was reaching the economical threshold in many locations. It is known that the use of resistant/tolerant wheat varieties is the most effective controlling method against cyst nematodes in the wheat cultivation. Nowadays, nine different resistance genes (*Cre* genes), which are transferred from wild wheat species to wheat cultivated forms are available. In this study, the efficiency of the resistance gene, *Cre1*, against the population of *H. latipons* from Gaziantep (Karkamis) was investigated. In the study, 38 genotypes carrying *Cre1* gene and 26 genomes lacking resistance genes; this gives a total 64 wheat genotypes which are produced by parental crossing of SILVERSTAR containing the resistance gene, *Cre1*, in its genome, SOKOLL, CALINGIRI, GOLDMARKER, CROC\_1/AE.SQUARROSA(224)//OPATA, FRAME, STYLET and PASTOR were used against *H. latipons* in the experiment. Among the 64 genotypes; 20 were resistant, 32 were moderately resistant and 12 were moderately susceptible to the nematode. Ten resistant, 20 moderately resistant and 8 moderately susceptible lines were determined against *H. latipons* that these 38 lines carried the *Cre1* gene in their genome. Within this study, the resistant gene, *Cre1*, was not found to be completely resistant against *H. latipons*, but its 78% efficiency rate was found to be successful: therefore, it was concluded that it can be used against *H. latipons* in national wheat breeding programs. Furthermore, PASTOR, SOKOLL and CROC\_1/AE.SQUARROSA(224)//OPATA wheat genotypes were determined as good resistance source against *H. latipons*.

Keywords: Cereal cyst nematode; *Heterodera latipons*; Wheat; Resistance

© Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi

## 1. Giriş

Buğday insan beslenmesindeki önemi nedeniyle birçok ülke için stratejik ürün kabul edilmektedir. Türkiye 9.4 milyon hektar ekim alanı ve 19-21 milyon ton üretimi ile dünyada ilk 10 üretici ülke arasında yer almaktadır (TUIK 2012). Ayrıca ülkemiz sahip olduğu agro - ekolojik özelliklerin yanı sıra buğdayın gen merkezi olması nedeniyle buğday yetiştiriciliği ve ıslahı konusunda büyük bir potansiyele sahiptir.

Buğdayda birçok biyotik ve abiyotik etmen üründe kayıplara neden olmaktadır. Biyotik etmenler içerisinde bitki paraziti nematodlar buğdayda %7-10 oranında ürün kaybına neden olmaktadır (Sasser 1987). Buğdayda zararlı nematodlar içerisinde; bitki kökünde kist oluşturmaları ile karakterize edilen tahıl kist nematodu (*Heterodera avenae* group) ana zararlı konumundadır (Nicol et al 2002a). Tahıl kist nematodunun buğdayda beslenip çoğalan 12 türü mevcut olup, bunlardan *Heterodera avenae* Wollenweber, *H. filipjevi* (Madzhidov) Stelter ve *H. latipons* Franklin en önemlileri olarak bilinmektedir

(Rivoal & Cook 1993; Nicol 2002b). Ülkemizde tahıl kist nematodunun söz konusu üç türü de saptanmış olup, bölgelere göre türlerin dağılımında farklılıklar olduğu bildirilmektedir (Rumpfenhorst et al 1996; Subbotin et al 2003; Şahin 2010; İmren et al 2012; 2013). Tahıl kist nematodu bitkide beslenmesi sonucu köklerde çatallanma, şişkinlik ile kütleşmeye bağlı olarak bitkinin gelişimini zayıflatmaktadır. Ayrıca, köklerin su besin alım düzeninin bozulması sonucu bitkide solgunluk ve bodurlaşmaya neden olduğu belirtilmektedir (Kort 1972; Agrios 1997).

Buğdayda zararlı nematodlara karşı en etkin mücadele yöntemi dayanıklı/tolerant çeşit kullanımı olduğu bildirilmektedir (Schmidt et al 2005). 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 buğdayda aktarılmış ve kist nematodlarına dayanıklılığı sağlayan genlerin (*Cre* genleri) olduğu bildirilmektedir (Barloy et al 2007). *Cre* genleri

tek gen bölgesinden dayanıklılık sağlamakta olup, *CreR*, *Cre1*, *Cre2*, *Cre3*, *Cre4*, *Cre5*, *Cre6*, *Cre7* ve *Cre8* olmak üzere dokuz adettir. *Cre* genlerinin etkinlikleri kist nematodunun türüne ve patotipine göre değişkenlik gösterebilmektedir (Majnik et al 2003). Örneğin, *Cre3* geni *H. avenae*'nin Avrupa ve Afrika popülasyonlarına karşı oldukça etkili olurken, Avustralya ve Asya popülasyonlarına karşı etkili olmadığı bildirilmektedir (Rivoal et al 2001).

Tahıl kist nematodu konukçu genotiplerine virülensliği bakımından yüksek heterojeniteye sahip olduğu ve dünyada coğrafik bölgelere özelleşmiş farklı 13 patotipinin olduğu belirtilmektedir (Cook & Rivoal 1998; Cook & Noel 2002; Subbotin et al 2010). Bu nedenle, ulusal buğday ıslah programlarında kist nematoduna karşı dayanıklı hat ve çeşit geliştirilebilmesi için öncelikli olarak dayanıklılık genlerinin ülkemizdeki kist nematodu türlerine ve popülasyonlarına karşı etkinliklerinin araştırılması gerekmektedir. Bu çalışmada ülkemizde Güneydoğu Anadolu Bölgesi buğday alanlarında yaygın olarak bulunan kist nematodu, *H. latipons*'un Gaziantep ili Karkamış ilçesinde popülasyonuna karşı dayanıklılık geni *Cre1*'in (Slootmaker et al 1974; Bekal et al 1988) etkinliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Çalışmada, genomunda *Cre1* genine sahip ekmeklik buğday çeşidi SILVERSTAR (Majnik et al 2003)'in da içinde olduğu SOKOLL, CALINGIRI, GOLDMARKER, FRAME, STYLET, PASTOR ve CROC\_1/AE.SQUARROSA(224)//OPATA buğday çeşitlerine ait ebeveynlerin melezlenmesi ile geliştirilen 64 adet melez, kontrol hatları ve *H. latipons*'un Gaziantep (Karkamış) popülasyonu kullanılmıştır.

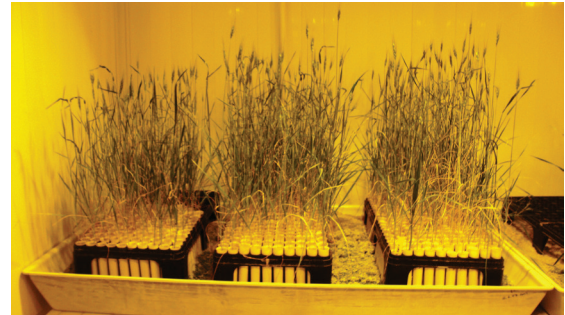
### 2.2. Nematod inokulumun elde edilmesi

Gaziantep ili Karkamış ilçesinde *H. latipons* ile bulaşık buğday tarlasından 2010 yılı buğday hasadı öncesinde yaklaşık 100 kg toprak ve kök örneği alınmış, çalışmada kullanılacak kistler

toplanarak yüzey sterilizasyonları (Shepherd 1986) gerçekleştirilmiştir. Kistler önce +5 °C de ardından da +10 °C'ye alınarak çalışma için gerekli nematod inokulumu elde edilmiştir (Scholz & Sikora 2004).

### 2.3. Denemelerin kurulması ve değerlendirilmesi

Denemeye alınacak mezellere ait tohumların yüzey sterilizasyonu yapıp çimlendirilmiş ve denemeler tesadüf blokları deneme desenine göre 7 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denemelerde bitki yetiştirme ortamı olarak kumlu toprak karışımı kullanılmış, 400 adet ikinci dönem larva dikimle birlikte bitkiye inokule edilmiştir. Bitki yetiştirmede 30 mm çapında, 115 mm yüksekliğinde, 80 gram toprak kapasiteli yuvarlak tüpler kullanılmıştır. Denemede, bitkiler 23-25 °C'de 16 saat gün ışığı altında 12 hafta boyunca yetiştirilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1- *Heterodera latipons*'a karşı bazı buğday mezellere reaksiyonlarının araştırılması

Figure 1- Investigation of the reactions of some wheat hybrids against *Heterodera latipons*

Deneme sonunda her bir tüpteki bitki kökleri ve toprakta bulunan kistler sayılmıştır. Buna göre her bir bitkide, 5 veya daha az kist: dayanıklı, 5-10 kist: orta dayanıklı, 10-14 kist: orta hassas, 15-25 kist: hassas ve 25 veya üzeri kist: çok hassas olarak sınıflandırılmış (Nicol 2009) veriler SPSS 10.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) paket programı kullanılarak ANOVA testi ile değerlendirilmiştir. Kist oluşumu görülen her bitki ikinci kez denemeye alınarak sonuçlar teyit edilmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmada genomunda dayanıklılık geni taşıyan 38 çeşit ile dayanıklılık geni taşımayan 26 çeşit olmak üzere toplam makarnalık buğday 64 melezinin *H. latipons*'a karşı dayanıklılıkları araştırılmış, 20 çeşit dayanıklı, 32 çeşit orta dayanıklı ve 12 çeşidin ise nematoda karşı orta hassas olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada çok hassas ve hassas reaksiyon veren çeşide rastlanılmamıştır.

#### 3.1. *Cre1* genine sahip melezlerin *Heterodera latipons*'a karşı reaksiyonları

Çalışmada dayanıklılık geni *Cre1*'e sahip 38 melez içerisinde 10 melezin nematoda karşı dayanıklı, 20 melezin orta dayanıklı, 8 melezin ise orta hassas olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1). *Cre1* genin *H. latipons*'a karşı mutlak bir dayanıklılık sağlamadığı ancak % 78 dayanıklılık oranı ile oldukça başarılı olduğu saptanmıştır.

*Heterodera latipons*'a karşı dayanıklı olduğu saptanan *Cre1* genine sahip melezlerin çoğunlukla SOKOLL, SILVERSTAR ve PASTOR ebeveynlerine ait olduğu, söz konusu melezlerde kist oluşumunun 4 ve altında olduğu görülmektedir (Çizelge 1). Genomunda *Cre1* bulunduran ve nematoda karşı orta dayanıklı olan 20 melezin SILVERSTAR, PASTOR ve CROC\_1/AE.SUARROSA(224)//OPATA melezleri olduğu görülmektedir (Çizelge 1).

Çalışmada 8 melezin dayanıklılık geni *Cre1*'e sahip olmakla birlikte *H. latipons*'a karşı orta hassas olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu melezlerin çoğunda kist sayısı "Orta Dayanıklı" grubun üst değeri olan 10 kiste yakın olduğu ve standart sapma değerleri dikkate alındığında melezlerin orta dayanıklı sınıfın içinde olabileceği görülmektedir. Bu durum *Cre1* genin *H. latipons*'a karşı etkinliğinin çalışmada saptanan orandan daha yüksek olabileceğini işaret etmektedir (Çizelge 1).

#### 3.2. *Cre1* geni taşımayan melezlerin *Heterodera latipons*'a karşı reaksiyonları

Denemeye alınan çeşitler içerisinde genomunda dayanıklılık geni bulundurmamakla birlikte nematoda karşı dayanıklı ve orta dayanıklı olan

22 çeşit olduğu tespit edilmiştir. Bu çeşitlerin SILVERSTAR, CROC\_1/AE.SUARROSA(224)//OPATA, PASTOR ve SOKOLL ebeveynlerine ait melezler olduğu görülmektedir. Ayrıca, dayanıklılık genine sahip olmayan 4 çeşidin ise nematoda karşı orta hassas olduğu saptanmıştır (Çizelge 2).

Tahıl kist nematodu ile mücadelede dayanıklılık genlerinin nematodun türüne ve patotipine karşı etkinliklerinin araştırılması ve söz konusu genlerin ıslah programlarında kullanımına yönelik çalışmalar dünya genelinde oldukça yoğun bir şekilde yürütülmektedir. Ülkemizde de Tahıl kist nematodu popülasyonlarına karşı dayanıklılık kaynaklarının etkinliğinin belirlenmesi çalışmaları son yıllarda büyük bir ivme kazanmıştır. Akar ve ark (2009), Türkiye'de 200'ün üzerinde yerel çeşidin *Cre 1* ve *Cre 3* genleri yönünden taramasını yaptıkları çalışmada, ulusal çeşitlerde söz konusu genlere rastlanılmadığını bildirmektedir. Nicol ve ark (2009), Tahıl kist nematodu *H. filipjevi*'ye karşı dayanıklılık genleri *CreR*, *Cre1* ve *Cre5*'in orta düzeyde dayanıklı olduğu, *Cre3* ve *Cre8* hassas olduğunu, Şahin (2010) ise *H. filipjevi*'nin Haymana popülasyonuna karşı HN7/OROFEN//BJN8/3/SERI82 pedigri hat, *Aegilops tauchii*#40, *Aegilops speltoides aucheri*, *Triticum dicoccoides*#43, *Triticum dicoccoides*#45, *Aegilops vavilovi* yabancı buğday türlerinin dayanıklı olduğunu bildirmektedirler. Özarslan ve ark (2010) ve Toktay et al (2012) dayanıklılık geni *Cre1*'in Tahıl kist nematodu *H. filipjevi*'nin Haymana ve Yozgat popülasyonuna karşı hassas reaksiyon gösterdiğini bildirmişlerdir. İmren ve ark (2013) bazı dayanıklılık genlerinin etkinliklerinin Tahıl kist nematodu, *H. avenae*, *H. filipjevi* ve *H. latipons*'a göre değiştiği; bunla birlikte *Cre1*'in her üç nematod popülasyonuna (Adana - *H. avenae*, Elbistan - *H. filipjevi* ve Kilis - *H. latipons*) orta dayanıklılığa sahip olduğu, *Cre3* ve *Cre7*'nin *H. avenae* ve *H. latipons*'a, *CreR*'nin *H. filipjevi* ve *H. latipons*'a, *Cre8*'in ise sadece *H. filipjevi* popülasyonuna karşı orta dayanıklı olduğu ve *Cre2*'nin ise her üç nematod türüne karşıda hassas olduğunu saptamışlardır.

Yukarıdaki çalışmalar ışığı altında dayanıklılık geni *Cre1*'in ülkemizdeki Tahıl kist nematodu

**Çizelge 1- *Cre1* genine sahip melezlerin *Heterodera latipons*'a karşı reaksiyonları**Table 1- Reactions of some wheat hybrids having *Cre1* gene against *Heterodera latipons*

Kod	Genotip adı ve/veya pedigrisi	Ortalama kist sayısı	Standart hata	Reaksiyon
17	SLVS/PASTOR/3/PASTOR//MUNIA/ALTAR 84	4.714	1.98	Dayanıklı
25	AMSEL/2*GOLDMARKER// BORL95/2*GOLDMARKER/3/KUKRI .362	4.714	2.30	Dayanıklı
27	AMSEL/2*GOLDMARKER// BORL95/2*GOLDMARKER/3/KUKRI.362	4.571	1.90	Dayanıklı
44	SOKOLL//SLVS/PASTOR/3/ATTILA*2//CHIL/BUC	4.143	2.57	Dayanıklı
49	SOKOLL/SLVS	2.857	0.95	Dayanıklı
51	SOKOLL/SLVS	3.714	3.21	Dayanıklı
52	SOKOLL/92.001E7.32.5	3.286	0.95	Dayanıklı
53	SOKOLL/92.001E7.32.5	2.714	1.51	Dayanıklı
54	SOKOLL/92.001E7.32.5	4.000	2.89	Dayanıklı
55	SUM3/THB//SLVS/PASTOR	4.000	2.14	Dayanıklı
56	TEVEE/KAUZ/4/92.001E7.32.5/3/PRL/SARA//TSI/ VEE#5/5/PASTOR/SLVS	3.000	1.50	Dayanıklı
58	CHAM6//KITE/PGO/4/92.001E7.32.5/3/PRL/SARA//TSI/ VEE#5/5/PASTOR/SLVS	2.857	1.50	Dayanıklı
61	FRAME//2*ATTILA*2/PBW65/5/ALTAR 84/ AE.SQ//2*OPATA/3/PASTOR/2*SITTA/4/SLVS/PASTOR	4.286	3.31	Dayanıklı
1	ALTAR 84/AE.SQ//2*OPATA/3/SLVS/PASTOR	9.143	1.70	Orta Dayanıklı
2	ALTAR 84/AE.SQ//2*OPATA/3/SLVS/PASTOR	5.286	1.77	Orta Dayanıklı
7	PASTOR/SLVS//FRAME	5.429	1.72	Orta Dayanıklı
8	PASTOR/SLVS//FRAME	6.857	2.21	Orta Dayanıklı
10	SLVS/PASTOR//CETA/AE.SQUARROSA (895) /4/92.001E7.32.5/3/PRL/SARA//TSI/VEE#5	7.714	2.12	Orta Dayanıklı
12	STYLET//2.49/2*PASTOR/3/SLVS/PASTOR	9.857	1.60	Orta Dayanıklı
13	T.TAU.83.2.36/EXCALIBUR//PASTOR/SLVS	9.714	1.60	Orta Dayanıklı
20	SLVS/PASTOR/3/PASTOR//MUNIA/ALTAR 84	10.000	2.75	Orta Dayanıklı
21	SLVS/PASTOR/3/PASTOR//MUNIA/ALTAR 84	5.143	2.43	Orta Dayanıklı
23	SLVS/PASTOR/3/PASTOR//MUNIA/ALTAR 84	5.857	4.46	Orta Dayanıklı
26	AMSEL/2*GOLDMARKER// BORL95/2*GOLDMARKER/3/KUKRI.362	9.714	2.37	Orta Dayanıklı
28	PBW343*2/KUKUNA//PASTOR/SLVS	8.286	3.58	Orta Dayanıklı
32	PBW343*2/KHVAKI//PASTOR/SLVS	5.857	2.21	Orta Dayanıklı
35	PBW343*2/KHVAKI//PASTOR/SLVS	5.143	1.57	Orta Dayanıklı
37	D67.2/P66.270//AE.SQUARROSA (320)/3/ CUNNINGHAM/4/PASTOR/SLVS	5.143	2.41	Orta Dayanıklı
50	SOKOLL/SLVS	5.429	2.67	Orta Dayanıklı
59	CROC_1/AE.SQUARROSA (205)// KAUZ/3 /SLVS/4/ ALTAR84/AE.SQUARROSA (219)//SERI/5/SLVS/PASTOR	9.143	2.85	Orta Dayanıklı
5	PASTOR/SLVS//FRAME	10.143	0.69	Orta Hassas
6	PASTOR/SLVS//FRAME	11.286	2.24	Orta Hassas
11	SLVS/PASTOR//CETA/AE.SQUARROSA (895)/4/92.001E7.32.5/3/PRL/SARA//TSI/VEE#5	10.857	2.89	Orta Hassas
16	YAV79//DACK/RABI/3/SNIPE/4/AE.SQUARROSA (460)/5/2*EXCALIBUR/6/SLVS/PASTOR	11.714	1.90	Orta Hassas
18	SLVS/PASTOR/3/PASTOR//MUNIA/ALTAR 84	14.571	2.23	Orta Hassas
19	SLVS/PASTOR/3/PASTOR//MUNIA/ALTAR84	11.143	4.24	Orta Hassas
22	SLVS/PASTOR/3/PASTOR//MUNIA/ALTAR 84	10.571	1.99	Orta Hassas
33	PBW343*2/KHVAKI//PASTOR/SLVS	10.714	2.88	Orta Hassas

\*, 5 veya daha az kist ve dayanıklı; 5-10 kist ve orta dayanıklı; 10-14 kist ve orta hassas; 15-25 kist ve hassas; 25 veya üzeri kist ve çok hassas

**Çizelge 2- *Cre1* geni taşımayan melezlerin *Heterodera latipons*'a karşı reaksiyonları**Table 2- Reactions of some wheat hybrids lacking *Cre1* gene against *Heterodera latipons*

Kod	Genotip adı ve/veya pedigrisi	Ortalama kists sayısı	Standart hata	Reaksiyon
9	SLVS/PASTOR//CETA/AE.SQUARROSA (895)/4/92.001E7.32.5/3/PRL/SARA//TSI/VEE#5	4.00	1.72	Dayanıklı
15	YAV79//DACK/RABI/3/SNIPE/4/AE.SQUARROSA (460)/5/2*EXCALIBUR/6/SLVS/PASTOR	4.14	1.29	Dayanıklı
36	PBW343*2/KHVAKI//PASTOR/SLVS	3.86	2.23	Dayanıklı
38	CALİNGİRİ/SOKOLL	4.14	1.62	Dayanıklı
39	STYLET//2.49/2*PASTOR	3.86	1.72	Dayanıklı
40	ALTAR84/AE.SQ//2*OPATA/3/EXCALIBUR/4/SLVS/PASTOR	4.00	2.94	Dayanıklı
47	SOKOLL/FRAME	3.57	2.41	Dayanıklı
57	TEVEE/KAUZ/4/92.001E7.32.5/3/PRL/SARA//TSI/VEE#5/5/PASTOR/SLVS	4.43	2.36	Dayanıklı
60	PBW343*2/KUKUNA*2//PASTOR/SLVS	2.71	1.38	Dayanıklı
63	KRİCHAUFF/FINSI/3/URES/PRL//BAV92/4/ALTAR84/AE.SQ//2*OPATA/3/SLVS/PASTOR	12.14	4.28	Dayanıklı
3	ALTAR 84/AE.SQ//2*OPATA/3/SLVS/PASTOR	6.14	1.38	Orta Dayanıklı
29	PBW343*2/KUKUNA//PASTOR/SLVS	6.57	0.98	Orta Dayanıklı
30	PBW343*2/KUKUNA//PASTOR/SLVS	6.43	3.80	Orta Dayanıklı
31	PBW343*2/KUKUNA//PASTOR/SLVS	7.86	3.83	Orta Dayanıklı
34	PBW343*2/KHVAKI//PASTOR/SLVS	5.43	2.41	Orta Dayanıklı
41	ALTAR84/AE.SQ//2*OPATA/3/EXCALIBUR/4/SLVS/PASTOR	7.00	2.79	Orta Dayanıklı
42	ALTAR84/AE.SQ//2*OPATA/3/EXCALIBUR/4/SLVS/PASTOR	8.57	3.85	Orta Dayanıklı
45	SOKOLL//SLVS/PASTOR/3/ATTILA*2//CHIL/BUC	5.71	1.38	Orta Dayanıklı
46	SOKOLL/FRAME	5.71	3.10	Orta Dayanıklı
48	SOKOLL/FRAME	8.14	2.94	Orta Dayanıklı
62	FRAME//2*ATTILA*2/PBW65/5/ALTAR 84/AE.SQ//2*OPATA/3/PASTOR/2*SİTTA/4/SLVS/PASTOR	5.43	2.43	Orta Dayanıklı
64	KRİCHAUFF/FINSI/3/URES/PRL//BAV92/4/ALTAR 84/AE.SQ//2*OPATA/3/SLVS/PASTOR	9.29	1.57	Orta Dayanıklı
4	ALTAR 84/AE.SQ//2*OPATA/3/SLVS/PASTOR	14.00	4.60	Orta Hassas
14	CROC_1/AE.SQUARROSA (224)//OPATA/3/RAC655/4/SLVS/PASTOR	10.29	2.12	Orta Hassas
24	SLVS/PASTOR/3/PASTOR//MUNIA/ALTAR 84	10.57	1.50	Orta Hassas
43	SOKOLL//SLVS/PASTOR/3/ATTILA*2//CHIL/BUC	10.14	2.54	Orta Hassas

\* 5 veya daha az kist: dayanıklı, 5-10 kist: orta dayanıklı, 10-14 kist: orta hassas, 15-25 kist: hassas ve 25 veya üzeri kist: çok hassas

türlerine ve patotiplerine karşı etkinliklerinin farklı olduğu genelde nematoda karşı yüksek bir etkinliğe sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bu bağlamda çalışmada etkinliği araştırılan dayanıklılık geni *Cre1*'in *H. latipons*'un Gaziantep (Karkamış)

popülasyonuna karşı % 78 ile yüksek derece bir dayanıklılığa sahip olduğu saptanmış olup, çalışma bulgularının ülkemizde yapılan önceki araştırma sonuçları ile örtüştüğü tespit edilmiştir.

#### 4. Sonuçlar

Dünyada buğdayın ana zararlıları içerisinde yer alan Tahıl kist nematodu (*Heterodera avenae* group) mücadelesinde dayanıklılık kaynaklarının (*Cre* genleri) kullanımı ve nematoda karşı dayanıklı/tolerant çeşit geliştirilmesi en önemli mücadele yöntemi olarak bilinmektedir. Bu çalışmada söz konusu dayanıklılık genlerinden *Cre1*'in % 78 etkinlik oranı ile *H. latipons*'un Gaziantep (Karkamış) popülasyonuna karşı etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, denemeye alınan SILVERSTAR, SOKOLL, CROC\_1/AE.SQUARROSA(224)/OPATA ve PASTOR melezlerinin nematoda karşı etkin olduğu saptanmıştır. Bu bağlamda ulusal buğday ıslah programlarında Tahıl Kist nematodu *H. latipons*'a karşı dayanıklılık geni *Cre1*'in kullanılabilirliği sonucuna varılmıştır.

#### Teşekkür

Bu çalışma kullanılan buğday melezleri Uluslararası Mısır ve Buğday Geliştirme Merkezi (CIMMYT)'in Meksika'daki Buğday Islah Programı'ndan temin edilmiş olup, adı geçen kurum ve programa teşekkürlerimi sunarım.

#### Kaynaklar

- Agrios G N (1997). Plant Pathology, fourth edition. Academic Press Inc., London
- 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 *Cre1* and *Cre3* in some winter wheat germplasm and their potential use against *Heterodera filipjevi*, *Field Crops Research* **114**(2): 320-323
- Barloy D, Lemoine J, Abelard P, Tanguy A M, Rivoal R & Jahier J (2007). Marker-assisted Pyramiding of Two Cereal Cyst Nematode Resistance Genes From *Aegilops variabilis* in Wheat. *Molecular Breeding* **20**: 31-40
- Bekal S, Jahier J & Rivoal R (1998). Host response of different Triticeae to species of the cereal cyst nematode complex in relation to breeding resistant durum wheat. *Fundamental Applied Nematology* **21**: 359-370

- Boerma H R & Hussey R S (1992). Breeding Plants for Resistance to Nematodes. *Journal of Nematology* **24**(2): 242-252
- Cook R & Rivoal R (1998). Genetics of resistance and parasitism. In: Sharma, S. B. (Ed.). The Cyst Nematodes. Chapman and Hall, London
- Cook R & Noel G R (2002). Cyst nematodes: *Globodera* and *Heterodera* Species, In: Plant Resistance to Parasitic Nematodes (Eds. Star J L, Cook R & Bridge J.), CAB International, pp. 71 – 105
- İmren M, Toktay H, Özarslandan A, Nicol J M & Elekcioglu I H (2012). Güneydoğu Anadolu Bölgesi tahıl alanlarında Tahıl kist nematodu, *Heterodera avenae* group türlerinin belirlenmesi. *Türkiye Entomoloji Dergisi* **36**(2): 265-275
- İmren M, Toktay H, Bozbuğa R, Erginbaş Orakçı G, Dababat A & Elekcioglu İ H (2013). Identification of genetic resistance to cereal cyst nematodes; *Heterodera avenae* (Wollenweber, 1924), *H. filipjevi* (Madzhidov, 1981) Stelter and *H. latipons* (Franklin, 1969) in some international bread wheat germplasms. *Turkish Journal of Entomology* **37**(3): 277-282
- Kort J (1972). Nematode diseases of cereals of temperate climates, In: Webster, J. M. (Ed.). *Economic Nematology*. Academic Press, New York, 97-126
- Majnik J, Ogonnaya F C, Moullet O & Lagudah E S (2003). The *Cre1* and *Cre3* Nematode Resistance Genes are Located at Homeologous Loci in the Wheat Genome. The American Phytopathological Society. *MPMI* **16**(12): 1135-1144
- Nicol J M, Rivoal R, Bolat N, Aktas H, Braun H J, Mergoum M, Yıldırım A F, Bağcı A, Elekcioglu I H & Yahyaoui A (2002a) The frequency and diversity of the cyst and lesion nematodes on wheat in the Turkish Central Anatolian Plateau. *Nematology* **4**(2): 272
- Nicol, J M (2002b). Important nematode pests. In: Curtis, B. C., Rajaram, S., Gomez Macpherson. H. (Eds.). Bread Whead Improvement and Production. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 345-366
- Nicol J. M (2009). Occurrence of Cereal Cyst Nematode, *Heterodera avenae*, in Southeast Anatolia, Turkey, Proceedings of the First Workshop of the International Cereal Cyst Nematode Initiative, Antalya, Turkey, pp. 10-11
- Özarslandan M, Özarslandan A, Nicol J M & Elekcioglu İ H (2010). Tahıl kist nematodu, *Heterodera filipjevi* (Madzhidov, 1981) Stelter'nin patotipinin

- belirlenmesi ve buğday genotiplerinin, *H. filipjevi* popülasyonlarına karşı dayanıklılıklarının araştırılması. *Türkiye Entomoloji dergisi* **34**(4): 515-527
- Rivoal R & Cook R (1993). Nematode Pests of Cereals, Plant Parasitic Nematodes in Temperate Agriculture, ed: Evans K, Trudgill D L, Webster J M, CAB International: Wallingford, United Kingdom, p. 259-303
- Rivoal R, Bekal S, Valette S, Gauthier J P, Bel Hadj Fradj M, Mokabli A, Jahier J, Nicol J M & Yahyaoui A (2001). Variation in reproductive capacity and virulence on different genotypes and resistance genes of Triticeae, in the cereal cyst nematode species complex. *Nematology* **3**(6): 581 – 592
- Rumpfenhorst H J, Elekcioglu I H, Sturhan D, Öztürk G and Enneli S (1996). The Cereal Cyst Nematode *Heterodera filipjevi* (Madzhidov) in Turkey. *Nematologia Mediterranea* **24**: 135- 138
- Sasser J N A (1987). Perspective on Nematode Problems Worldwide, Ed: Saxena, M.C., Sikora, R.A., Sarivastava, J.P., Nematode Parasitic to Cereals and Legumes in Temperate Semi-Arid Regions *Proceedings of a Workshop Held at Larnaca*, Cyprus, pp. 1–12
- 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**: 1059–1068
- Scholz U & Sikora R (2004). Hatching behaviour and life cycle of *Heterodera latipons* Franklin under Syrian Agro – Ecological Conditions. *Nematology* **6**(2): 245 – 256
- Shepherd A M (1986). Extraction and Estimation of Cyst Nematodes, ed: Southey J.F., Laboratory Methods for Work with Plant and Soil Nematodes, London, Her Majesty's Stationary Office, pp: 51-58
- Slootmaker L, Lange G, Jochemsen G & Schepers J (1974). Monosomic Analysis in Bread Wheat of Resistance to Cereal Root Eelworm. *Euphytica* **23**: 497–503
- 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**: 515-538
- Subbotin S A, Mundo-Ocampo M & Baldwin J G (2010). Systematics of Cyst Nematodes (Nematode: Heteroderinae) Nematology monographs and Perspectives 8A. In: *Biology and Evolution*. Brill Leiden–Boston, pp.68
- Şahin E (2010). Orta Anadolu Buğday Alanlarında Önemli Bitki Paraziti Nematodların Belirlenmesi ve Tahıl Kist Nematoda *Heterodera filipjevi*'nin Biyolojisi ile Mücadelesi Üzerine Çalışmalar. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi (Basılmamış), Adana
- Toktay H, Yavuzaslanoglu E, İmren M, Nicol J M, Elekcioglu I H & Dababat A (2012). Screening for resistance to *Heterodera filipjevi* and *Pratylenchus thornei* in sister lines of spring wheat. *Turkish Journal of Entomology* **36**(4):455-461
- Tuik (2012). Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri (www.tuik.gov.tr) (Erişim tarihi: Kasım, 2013)