

Orijinal araştırma (Original article)

Bazı buğday genotiplerinin Tahıl kist nematodu *Heterodera avenae* (Wollenweber, 1924) karşı dayanıklılıklarının araştırılması¹

Determination of resistance against to Cereal cyst nematode, *Heterodera avenae* (Wollenweber, 1924) in some wheat germplasm

**Mustafa İMREN^{2*} Halil TOKTAY³ Refik BOZBUĞA² Amer DABABAT⁴
Hakan ÖZKAN⁵ İ. Halil ELEKÇİOĞLU⁶**

Summary

The cereal cyst nematode, *Heterodera avenae* is one of the most important pests of wheat in many countries in the world with different climatic types. *Heterodera. avenae* is commonly distributed in the Eastern Mediterranean region of Turkey and all populations investigated belong to the Ha1 group, Ha21 pathotype. This study was aimed to found resistance sources from the national wheat varieties, wheat wild genotypes and international wheat genotypes against *H. avenae* Karlık-Adana population (Ha21 pathotype). Results showed that four national wheat varieties, seventeen wheat wild genotypes and twenty three international wheat genotypes were found to be moderately resistant against to Eastern Mediterranean Region of Turkey *H. avenae* population. Among these genotypes, the national bread wheat variety, Adana 99 (PFAU/SERI82//BOG"S"), some wild genotypes and international genotypes can be used in national wheat breeding programmes. However, *Cre1* was not showed completely resistant against *H. avenae*. Additionally resistance sources in of Turkish national wheat and wild genotypes needs to be determined.

Key words: Cereal cyst nematode, *H. avenae*, Ha21, resistance, *Cre1* gene

Özet

Tahıl kist nematodu, *Heterodera avenae* buğday alanlarında dünyada birçok ülkede farklı iklim koşullarında önemli bir zararlıdır. *Heterodera avenae* Doğu Akdeniz Bölgesinde Ha1 gruba bağlı Ha21 patotipi yaygın olarak bulunmaktadır. Bu çalışma *H. avenae*'nin Doğu Akdeniz Bölgesi Karlık-Adana popülasyonu (Ha21 patotip) kullanılarak yürütülmüştür. Çalışmada, yerel ve yabani buğday genotipleri ile uluslararası çeşit ve hatların *H. avenae*'nin Ha21 patotipi Karlık-Adana popülasyonuna karşı dayanıklılıklarının araştırılması amaçlanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre yerel çeşitlerden 4, ulusal yabani buğday formlarından 17, uluslararası çeşit ve hatlardan 23 buğday genotipinin Doğu Akdeniz Bölgesi *H. avenae* popülasyonuna karşı orta dayanıklı olduğu saptanmıştır. Bu genotiplerden yerel ekmeçlik buğday çeşidi olan Adana 99 (PFAU/SERI82//BOG"S"), bazı yabani buğday formları ve uluslararası genotiplerin buğday ıslah programlarında kullanılabileceği kanısına varılmıştır. Bununla birlikte, dayanıklılık geni *Cre1*'in *H. avenae*'ya karşı tam bir dayanıklılık sağlamadığı saptanmıştır. Ayrıca, yabani buğday formlarındaki dayanıklılık kaynağının tanımlanması gerekmektedir.

Anahtar sözcükler: Tahıl kist nematodu, *H. avenae*, Ha21, dayanıklılık, *Cre* geni

¹ Bu çalışma; Avrupa Nematoloji Kongresinde (23-27 Eylül 2012-Adana) poster olarak sunulmuş, TÜBİTAK 110 O 632 nolu proje ve Çukurova Üniversitesi BAP tarafından desteklenmiştir

² Biyolojik Mücadele Araştırma İstasyon Müdürlüğü, 01321, Yüreğir, Adana

³ Niğde Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Niğde

⁴ International Maize and Wheat Improvement Centre (Cimmyt) Ankara, Turkey

⁵ Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, 01330, Sarıçam, Adana

⁶ Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, 01330, Sarıçam, Adana

* Corresponding author e-mail: m.imren37@gmail.com

Received: 19.10.2012

Accepted: 25.12.2012

Giriş

Buğday insan beslenmesindeki öneminden dolayı dünyada birçok ülke için stratejik bir ürün niteliğinde olup, 216 milyon ha ekim alanı ve 627 milyon ton üretimi ile tarımı yapılan kültür bitkileri içerisinde ilk sırada yer almaktadır. Türkiye, yaklaşık 9,4 milyon hektar ekim alanı, 19–21 milyon ton üretimi ile önemli bir buğday üreticisidir (Anonim, 2012). Dünyada buğdayın ilk olarak yaklaşık 10.000 yıl önce Karacadağ yöresinin de içinde olduğu “Verimli Hilal” olarak bilinen coğrafyada kültüre alınmış (Diamond, 1997; Heun et al., 1997; Nesbit & Samuel, 1998; Lev-Yadun et al., 2000; Özkan et al., 2002; Salamini et al., 2002) olmasından dolayı Türkiye için özel bir öneme sahiptir.

Buğdayın en önemli zararlılarından biri olan bitki paraziti nematodların dünya genelinde her yıl ortalama %7-10 oranında ürün kaybına neden oldukları (Sasser, 1987; Whitehead, 1998) bazı durumlarda ise ürün kayıplarının popülasyon yoğunluğuna, stres faktörlerine ve kuraklığa bağlı olarak % 35-40'a kadar ulaştığı bildirilmektedir (Williamson&Gleason, 2003). Buğdayda zararlı nematodlar içerisinde bitkilerin köklerinde kist oluşturmaları ile tanınan Tahıl kist nematodları (*Heterodera avenae* group) buğdayın önemli zararlısı konumundadır. Türkiye’de Tahıl kist nematodunun üç önemli türünün; *H. filipjevi*, *H. avenae*, ve *H. latipons* bulunduğu bildirilmiştir (Rumpfenhorst et al., 1996; Subbotin et al., 2003; Şahin et al., 2009; 2010; İmren et al., 2011).

Tahıl kist nematodları ile mücadelede dayanıklı çeşit ve hatların kullanılması ekonomik ve yaygın kullanılan mücadele yöntemi olarak bilinmektedir. Zira dayanıklı çeşitlerin kullanımı mücadele maliyetini düşürmesi ve çevre dostu olmasından dolayı tercih edilmektedir (Nicol et al., 2002; Schmidt et al., 2005; Zwart et al., 2005). Buğday ıslah programlarında Tahıl kist nematoduna karşı dayanıklı çeşit geliştirilebilmesi için ulusal ve uluslararası buğday genotiplerinin Tahıl kist nematodu türlerine ve patotiplerine karşı dayanıklılık veya tolerans düzeylerinin belirlenmesi son derece önemlidir. Zira dayanıklılık kaynaklarının nematodun türlerine veya aynı türün patotiplerine etkisi farklı olabilmektedir. Nitekim, *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; Mokabli et al., 2002). Bu kapsamda Doğu Akdeniz Bölgesi’nde 3 adet *H. avenae* popülasyonu ile yürütülen çalışmada popülasyonların tamamının *H. avenae*’nin Ha1 grubuna bağlı Ha21 patotipi olduğu belirlenmiş olup (İmren et al., 2012a) bu patotipe karşı yerel buğday çeşit ve hatlarının reaksiyonları henüz araştırılmamıştır. Ayrıca, Türkiye’nin buğdayın gen kaynağı olduğu düşünüldüğünde yabancı buğday formlarının kist nematodlarına karşı dayanıklılıklarının araştırılarak, özellikle yabancı buğday genotiplerindeki olası dayanıklılık kaynaklarının tanımlanması gerekmektedir. Zira dünyada buğdayın yabancı formlarından ekmeklik buğday üzerine aktarılmış farklı dayanıklılık genleri bulunmasına (Ogbonnaya et al., 2001a, b; Majnik, et al., 2003) rağmen bu dayanıklılık kaynaklarından Türkiye’de henüz tam olarak faydalanılamamıştır (Nicol et al., 2002). Ayrıca, dayanıklılık çalışmalarında dünyada Tahıl kist nematodu tür veya patotiplerine karşı dayanıklı olduğu bilinen buğday genotiplerinin Türkiye Tahıl kist nematodu popülasyonlarına karşı reaksiyonlarının araştırılarak, dayanıklılık genlerinin etkinliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada yerel ve yabancı buğday genotipleri ile uluslararası çeşit ve hatların *H. avenae*’nin Ha21 patotipi Karlık-Adana popülasyonuna karşı dayanıklılıklarının araştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, yabancı buğday formları (32 yabancı hat), ulusal (42 çeşit) ve uluslararası bazı buğday genotipleri (64 çeşit ve hat) ile 4 kontrol hattının (Dayanıklı: Silverstar ve Croc_1/ae.squarrosa

(224)//opata, Hassas: Seri ve Milan) *H. avenae*'nin Karlık-Adana popülasyonuna karşı dayanıklılıkları araştırılmıştır. Denemeler Biyolojik Mücadele Araştırma İstasyon Müdürlüğü'nde 2010 ve 2011 yıllarında yürütülmüştür.

Kistlerin toplanması

Çalışmada, Doğu Akdeniz Bölgesi Karlık-Adana lokasyonundan elde edilen *H. avenae*'nin Ha21 patotipi kullanılmıştır. Bu amaçla 2010 yılı Haziran ayında buğday hasadı öncesinde belirtilen lokasyondaki buğday tarlasından alınan yaklaşık 250 kg toprak ve kök örneği, Kort cihazında yıkanarak (Kort et al., 1960; Shepherd, 1986) ortalama 10000 adet kist toplanılmıştır. Kistler % 0.5'lik NaOCl ile 10 dakika muamele edilerek 3 kez saf su ile yıkanıp yüzey sterilizasyonları gerçekleştirilmiştir.

***Heterodera avenae* yumurtalarından larva çıkışı**

Çalışmalarda kullanılacak gerekli nematod inokulumunu elde etmek amacıyla Tahıl kist nematodu yumurtalarından larva çıkışı gerçekleştirilmiştir. Larva çıkışı öncesi kistlerin soğuklama ihtiyaçlarını karşılamak için yaklaşık iki ay süreyle +4°C de, ardından 10 °C'de ortalama 200 gün süreyle bekletilmiştir. Daha sonra oda sıcaklığına alınan kistlerden larva çıkışı sağlanarak inokulum için gerekli nematodun ikinci dönem larvaları elde edilmiştir (İmren et al., 2012b).

Denemelerin Kurulması ve değerlendirilmesi

H.avenae'nin Doğu Akdeniz Bölgesi Karlık-Adana popülasyonunun karşı yabancı formlar, ulusal ve uluslar arası çeşit ve hatların reaksiyonlarının araştırıldığı deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 7 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Her bir çeşide ait tohumlar steril Petri kabında nemli kurutma kağıdı üzerinde 3 cm uzunluğunda 3 adet kök oluşacak şekilde 23 °C'de çimlendirilmiştir. Denemelerde bitki yetiştirme ortamı olarak kumlu toprak (%29 tarla toprağı, %70 kum: %1: organik madde) karışımı kullanılmış, 2,5 adet ikinci dönem larva (J₂) / gram toprak yoğunluğunda nematod bitkiye dikimle birlikte inoküle edilmiştir (İmren et al., 2012b). Bitki yetiştirmede 30 mm çapında, 115 mm yüksekliğinde, 80 gram toprak kapasiteli yuvarlak tüpler kullanılmıştır.

Bitkiler 23-25 °C'de 16 saat gün ışığı altında 12 hafta boyunca yetiştirilmiştir. Deneme sonunda her bir tüpteki bitki kökleri ve toprakta bulunan kistler kaydedilmiştir. 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, 2009a) veriler SPSS 10.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) paket programı kullanılarak ANOVA testi ile değerlendirilmiştir. Çalışmada dayanıklı bulunan çeşitlerin ikinci kez denemeye alınarak dayanıklılığı teyit edilmiştir.

Yerel buğday çeşitlerinin *Heterodera avenae*'nin Ha21 patotipine karşı dayanıklılıklarının araştırılması

Güneydoğu Anadolu ve Doğu Akdeniz bölgelerinden elde edilen 15'i ekmeklik, 27'si makarnalık olmak üzere toplam 42 yerel buğday çeşidinin *H. avenae*'nin Ha21 patotipine karşı dayanıklılıklarının araştırıldığı deneme sonucunda hiçbir buğday çeşidinin tam dayanıklılığı sağlamadığı saptanmıştır (Çizelge 1). Bununla birlikte ekmeklik buğday çeşidi, Adana 99, makarnalık buğday çeşitleri, Şırmak, Sogol Acırlı ve Sorgül-2, denemeye alınan bu patotipe karşı orta dayanıklı olduğu bulunmuştur. Buğday ıslah programları kapsamında yerel çeşitlerin nematodlara karşı reaksiyonlarının bilinmesi oldukça önemli olup, bir sonraki aşamada bulunabilecek olası dayanıklılık kaynaklarının tanımlaması yapılabilecektir.

Türkiye'de ulusal buğday çeşitlerinin zararlı nematodlara karşı dayanıklılıklarının araştırıldığı çalışmalar sınırlı düzeyde olup, özellikle Güney Doğu Anadolu ve Doğu Akdeniz Bölgesi'ndeki yerel çeşitlerinin Tahıl kist nematodlarına karşı reaksiyonlarının araştırıldığı her hangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bununla birlikte, Toktay (2008) ekmeklik buğday çeşidi olan Adana 99'un buğdayda

zararlı Kök yara nematodu *P.thornei*'ye karşı orta düzeyde dayanıklı olduğu ve buğday ıslah programları kapsamında kullanılabileceğini bildirmiştir. Buna göre Adana 99 çeşidinin her iki nematod türüne orta dayanıklı olduğunun ortaya çıkarılması ileride yapılacak çoklu dayanıklılık çalışmalarına temel oluşturacak niteliktedir.

Çizelge 1. *Heterodera avenae*'nin Ha21 patotipine karşı dayanıklılıkları araştırılan yerel buğday çeşitleri

No	Çeşit/Hat	Ekmeklik/ Makarnalık	Reaksiyon
1	Karacadağ 98	Ekmeklik	Hassas
2	Karakılıçık	Ekmeklik	Çok Hassas
3	Nurkent	Ekmeklik	Orta Hassas
4	Cemre	Ekmeklik	Hassas
5	Doğankent-1	Ekmeklik	Hassas
6	Fuatbey 208	Makarnalık	Orta Hassas
7	Gediz.75	Makarnalık	Orta Hassas
8	Karatopak	Ekmeklik	Orta Hassas
9	Seyhan 95	Ekmeklik	Hassas
10	Adana 99	Ekmeklik	Orta Dayanıklı
11	Seri-82	Ekmeklik	Orta Hassas
12	Pandas	Ekmeklik	Hassas
13	Çukurova-86	Ekmeklik	Çok Hassas
14	Osmaniyem	Ekmeklik	Hassas
15	Ceyhan-99	Ekmeklik	Hassas
16	Yüregir-89	Ekmeklik	Hassas
17	Amanos-97	Makarnalık	Hassas
18	Sham-1	Makarnalık	Çok Hassas
19	Menceki-2	Makarnalık	Hassas
20	Hav-27	Makarnalık	Orta Hassas
21	Selçuklu	Makarnalık	Hassas
22	Bagacak96m	Makarnalık	Orta Hassas
23	Hacıhalil	Makarnalık	Orta Hassas
24	Akbugday	Makarnalık	Çok Hassas
25	Havrani	Makarnalık	Hassas
26	Dicle 74-M	Makarnalık	Hassas
27	Zenit	Makarnalık	Orta Hassas
28	Şiraslan	Makarnalık	Hassas
29	Giberunda	Makarnalık	Hassas
30	A-97	Makarnalık	Hassas
31	Beyaziyem	Makarnalık	Orta Hassas
32	Siverek	Makarnalık	Orta Hassas
33	Şırnak	Makarnalık	Orta Dayanıklı
34	Menceki-M	Makarnalık	Orta Hassas
35	Sarı bursa	Makarnalık	Hassas
36	Sogol Acırlı	Makarnalık	Orta Dayanıklı
37	İskenderi	Makarnalık	Orta Hassas
38	Kurtalan	Makarnalık	Orta Hassas
39	Sorgül	Makarnalık	Orta Hassas
40	Minoret	Makarnalık	Hassas
41	Sorgül-2	Makarnalık	Orta Dayanıklı
42	Şırnak Akkaya	Makarnalık	Hassas

Yabani buğday formlarının *Heterodera avenae*'nin Ha21 patotipine karşı dayanıklılıklarının araştırılması

Güneydoğu Anadolu bölgesinden 2004 ve 2006 yıllarında toplanan 32 adet yabancı buğday (*Triticum dicoccoides*) popülasyonunun *in-vitro* koşullarda *H. avenae*'nin Ha21 patotipine karşı reaksiyonlarının araştırıldığı çalışma sonuçları Çizelge 2'de verilmiş olup, 32 yabancı buğday formundan 17 adeti *H. avenae*'ya karşı orta dayanıklı, 15 adeti hassas bulunmuştur.

Çizelge 2. *Heterodera avenae*'nin Ha21 patotipine reaksiyonları araştırılan yabancı buğday formları

No	Lokasyon	Yükseklik (m)	Enlem	Boylam	Reaksiyon
1	Ovadağ, Diyarbakır	780	37°47'38"	40°12'14"	Dayanıklı
2	Ovadağ-Pirinçlik, Diyarbakır	1007	37°47'31"	39°57'18"	Orta Hassas
3	Ovadağ- Pirinçlik, Diyarbakır	920	37°49'17"	39°59'34"	Dayanıklı
4	Pirinçlik, Diyarbakır	1080	37°52'02"	39°51'05"	Dayanıklı
5	Pirinçlik, Diyarbakır	1260	37°50'40"	39°47'58"	Dayanıklı
7	Pirinçlik, Diyarbakır	1250	37°46'42"	39°44'50"	Dayanıklı
8	Karabahçe, Diyarbakır	1070	37°50'21"	39°43'23"	Orta Dayanıklı
9	Karabahçe, Diyarbakır	1180	37°46'19"	39°44'03"	Orta Dayanıklı
10	Karabahçe, Diyarbakır	1160	37°44'29"	39°42'50"	Orta Dayanıklı
11	Karabahçe, Diyarbakır	1235	37°42'51"	39°44'03"	Orta Hassas
12	Karabahçe, Diyarbakır	1170	37°39'49"	39°42'49"	Orta Dayanıklı
13	Karabahçe, Diyarbakır	1180	37°36'27"	39°43'41"	Orta Hassas
14	Karabahçe, Diyarbakır	1170	37°35'08"	39°44'36"	Orta Hassas
15	Karabahçe, Diyarbakır	1030	37°33'09"	39°42'06"	Orta Dayanıklı
16	Çermik-Siverek, Diyarbakır	1030	37°33'09"	39°42'06"	Hassas
17	Araban, Gaziantep	1030	37°33'09"	39°42'06"	Dayanıklı
18	Araban, Gaziantep	1010	37°10'14"	37°12'12"	Orta Dayanıklı
19	Kilis - Gaziantep arası	620	36°45'52"	37°15'04"	Orta Hassas
20	Kilis - Gaziantep arası	700	36°52'20"	37°12'12"	Orta Hassas
21	Kilis - Gaziantep arası	830	36°33'25"	37°11'57"	Dayanıklı
22	Kilis - Gaziantep arası	830	37°20'19"	37°16'50"	Dayanıklı
21	Kilis - Gaziantep arası	830	36°33'25"	37°11'57"	Orta Hassas
22	Kilis - Gaziantep arası	830	37°20'19"	37°16'50"	Dayanıklı
23	Kilis - Gaziantep arası	920	37°19'50"	37°18'51"	Orta Hassas
24	Kilis - Gaziantep arası	880	37°22'29"	37°25'30"	Orta Hassas
25	Kilis - Gaziantep arası	770	37°24'23"	37°25'47"	Dayanıklı
26	Kilis - Gaziantep arası	700	37°18'20"	37°38'41"	Dayanıklı
27	Kilis - Gaziantep arası	750	37°24'58"	37°24'50"	Orta Hassas
28	Kilis - Gaziantep arası	930	37°27'34"	37°24'11"	Orta Hassas
29	Kilis - Gaziantep arası	720	37°16'01"	37°30'52"	Dayanıklı
30	Kilis - Gaziantep arası	800	37°16'53"	37°36'05"	Dayanıklı
31	Kilis - Gaziantep arası	770	37°15'33"	37°29'03"	Orta Hassas
32	Kilis - Gaziantep arası	870	37°14'47"	37°33'30"	Orta Hassas

Türkiye'de yabancı buğday formlarının zararlı nematodlara karşı dayanıklılıklarının araştırıldığı çalışmalar oldukça sınırlı düzeydedir. Şahin (2010) Tahıl kist nematodu, *H. filipjevi*'nin Haymana popülasyonuna karşı 12 yabancı buğday formundan HN7/OROFEN//BJN8/3/SERİ82 pedigrili hat; *Aegilops tauchi*#40, *A. speltoides aucheri*, *Triticum dicoccoides*#43, *T. dicoccoides*#45, *Aegilops vavilovi* yabancı buğday türlerinin dayanıklı olduğunu bildirmekte olup, bu sonuç kendi çalışmamızla uyumluluk göstermektedir.

Ulusallararası buğday çeşit ve hatlarının *Heterodera avenae* Ha21 patotipine karşı dayanıklılıklarının belirlenmesi

Dünyada Tahıl kist nematoduna dayanıklılığı sağlayan dayanıklılık genleri saptanmış olup, bunların Türkiye'deki Tahıl kist nematodu türlerine karşı etkinliklerinin araştırılarak, ulusal buğday ıslah

programlarında kullanılması gerekmektedir. Bu amaçla, 2B kromozomunda *Cre1* genine sahip ekmeklik buğday çeşidi Silverstar (Majnik et al., 2003) ile bazı makarnalık buğday ebeveynlerinin melezlenmesi ile geliştirilen ve genomunda dayanıklılık geni *Cre1* içeren melezlerin de içinde olduğu toplam 63 adet makarnalık kültür buğday çeşidi Tahıl kist nematodu, *Heterodera avenae*'nin Ha21 patotipine karşı dayanıklılıklarının araştırıldığı çalışmaya ait sonuçlar Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. *Heterodera avenae*'nin Ha21 patotipine karşı dayanıklılıkları araştırılan uluslararası buğday çeşitleri

No	Genotip adı ve/veya pedigrisi	Cre1	Reaksiyon
1	Altar 84/ae.sq//2*opata/3/slvs/pastor	+	Orta Hassas
2	Altar 84/ae.sq//2*opata/3/slvs/pastor	+	Dayanıklılı
3	Altar 84/ae.sq//2*opata/3/slvs/pastor	-	Dayanıklılı
4	Altar 84/ae.sq//2*opata/3/slvs/pastor	-	Orta Hassas
5	Pastor/slvs//frame	+	Orta Hassas
6	Pastor/slvs//frame	+	Orta Dayanıklılı
7	Pastor/slvs//frame	+	Orta Dayanıklılı
8	Pastor/slvs//frame	+	Orta Dayanıklılı
9	Slvs/pastor//ceta/ae.squarrosa(895)/4/92.001e7.32.5/3/prl/sara/tsi/vee#5	-	Orta Dayanıklılı
10	Slvs/pastor//ceta/ae.squarrosa (895)/4/92.001e7.32.5/3/prl/sara/tsi/vee#5	+	Orta Dayanıklılı
11	Slvs/pastor//ceta/ae.squarrosa (895)/4/92.001e7.32.5/3/prl/sara/tsi/vee#5	+	Orta Dayanıklılı
12	Stylet//2.49/2*pastor/3/slvs/pastor	+	Orta Hassas
13	T.tau.83.2.36/excalibur//pastor/slvs	+	Orta Hassas
14	Croc_1/ae.squarrosa (224)//opata/3/rac655/4/slvs/pastor	-	Orta Hassas
15	Yav79//dack/rabi/3/snipe/4/ae.squarrosa (460)/5/2*excalibur/6/slvs/pastor	-	Orta Dayanıklılı
16	Yav79//dack/rabi/3/snipe/4/ae.squarrosa (460)/5/2*excalibur/6/slvs/pastor	+	Orta Hassas
17	Slvs/pastor/3/pastor//munia/altar 84	+	Orta Dayanıklılı
18	Slvs/pastor/3/pastor//munia/altar 84	+	Orta Hassas
19	Slvs/pastor/3/pastor//munia/altar 84	+	Orta Hassas
20	Slvs/pastor/3/pastor//munia/altar 84	+	Dayanıklılı
21	Slvs/pastor/3/pastor//munia/altar 84	+	Dayanıklılı
22	Slvs/pastor/3/pastor//munia/altar 84	+	Dayanıklılı
23	Slvs/pastor/3/pastor//munia/altar 84	+	Orta Dayanıklılı
24	Slvs/pastor/3/pastor//munia/altar 84	-	Orta Dayanıklılı
25	Amsel/2*goldmarker//bor195/2*goldmarker/3/kukri.362	+	Orta Hassas
26	Amsel/2*goldmarker//bor195/2*goldmarker/3/kukri.362	+	Orta Hassas
27	Amsel/2*goldmarker//bor195/2*goldmarker/3/kukri.362	+	Dayanıklılı
28	Pbw343*2/kukuna//pastor/slvs	+	Orta Dayanıklılı
29	Pbw343*2/kukuna//pastor/slvs	-	Orta Hassas
30	Pbw343*2/kukuna//pastor/slvs	-	Dayanıklılı
31	Pbw343*2/kukuna//pastor/slvs	-	Dayanıklılı
32	Pbw343*2/khvaki//pastor/slvs	+	Orta Dayanıklılı
33	Pbw343*2/khvaki//pastor/slvs	+	Orta Hassas
34	Pbw343*2/khvaki//pastor/slvs	-	Dayanıklılı
35	Pbw343*2/khvaki//pastor/slvs	+	Dayanıklılı
36	Pbw343*2/khvaki//pastor/slvs	-	Orta Hassas
37	D67.2/p66.270//ae.squarrosa (320)/3/cunningham/4/pastor/slvs	+	Orta Dayanıklılı

Çizelge 3'ün devamı

No	Genotip adı ve/veya pedigrisi	Cre1	Reaksiyon
38	Calingiri/sokoll	-	Orta Hassas
39	Stylet//2.49/2*pastor	-	Dayanıklı
40	Altar 84/ae.sq//2*opata/3/excalibur/4/slvs/pastor	-	Dayanıklı
41	Altar 84/ae.sq//2*opata/3/excalibur/4/slvs/pastor	-	Dayanıklı
42	Altar 84/ae.sq//2*opata/3/excalibur/4/slvs/pastor	-	Orta Hassas
43	Sokoll//slvs/pastor/3/attıla*2//chıl/buc	-	Orta Hassas
44	Sokoll//slvs/pastor/3/attıla*2//chıl/buc	+	Dayanıklı
45	Sokoll//slvs/pastor/3/attıla*2//chıl/buc	-	Orta Dayanıklı
46	Sokoll/frame	-	Orta Dayanıklı
47	Sokoll/frame	-	Dayanıklı
48	Sokoll/frame	-	Orta Hassas
49	Sokoll/slvs	+	Dayanıklı
50	Sokoll/slvs	+	Orta Dayanıklı
51	Sokoll/slvs	+	Orta Dayanıklı
52	Sokoll/92.001e7.32.5	+	Orta Dayanıklı
53	Sokoll/92.001e7.32.5	+	Orta Hassas
54	Sokoll/92.001e7.32.5	+	Orta Hassas
55	Sum3/thb//slvs/pastor	+	Orta Hassas
56	Tevee/kauz/4/92.001e7.32.5/3/prl/sara//tsı/vee#5/5/pastor/slvs	+	Orta Hassas
57	Cham6//krite/pgo/4/92.001e7.32.5/3/prl/sara//tsı/vee#5/5/pastor/slvs	-	Orta Hassas
58	Croc_1/ae.squarrosa (205)//kauz/3/slvs/4/altar 84/ae.squarrosa (219)//seri/5/slvs/pastor	+	Orta Hassas
59	Pbw343*2/kukuna*2//pastor/slvs	+	Orta Dayanıklı
60	Frame//2*attıla*2/pbw65/5/altar 84/ae.sq//2*opata/3/pastor/2*sitta/4/slvs/pastor	+	Dayanıklı
61	Frame//2*attıla*2/pbw65/5/altar 84/ae.sq//2*opata/3/pastor/2*sitta/4/slvs/pastor	-	Dayanıklı
62	Krichauff/fınsı/3/ures/prl//bav92/4/Altar 84/ae.sq//2*opata/3/slvs/pastor	-	Orta Hassas
	Krichauff/fınsı/3/ures/prl//bav92/4/		
63	Altar 84/ae.sq//2*opata/3/slvs/pastor	-	Orta Hassas

Çalışma sonucunda Tahıl kist nematoduna karşı dayanıklılık sağlayan *Cre1* geni içeren 38 buğday çeşidinden 23 adedinin nematoda dayanıklı veya orta dayanıklı, 15 adedinin de orta hassas olduğu saptanmıştır. Bu sonuç dayanıklılık geninin Tahıl kist nematodu, *Heterodera avenae*'nin Ha 21 popülasyonuna karşı tam olarak etkin çalışmadığını göstermektedir.

Tahıl kist nematodlarına karşı Türkiye'de dayanıklılık kaynaklarının etkinliğinin belirlenmesine dönük çalışmalar oldukça hız kazanmıştır. Nicol (2009a) dayanıklılık genleri, *CreR*, *Cre1* ve *Cre5*'in Tahıl kist nematodu, *H. filipjevi*'nin Haymana popülasyonuna karşı etkili, *Cre2* ve *Cre6*'nın ise etkili olmadığını bildirmektedir. Buna karşın Toktay et al. (2012), dayanıklılık geni *Cre1*'in *H. filipjevi*'nin Haymana popülasyonuna karşı etkili olmadığını belirlemişlerdir. Özarslandan et al. (2008)' da *CreR*, *Cre1*, *Cre2*, *Cre3*, *Cre7* ve *Cre8*'in *H. filipjevi*'nin Yozgat popülasyonuna tam etkinlik sağlayamadığını bildirmektedirler.

Bu sonuçlar ışığında *Cre* genlerinin Tahıl kist nematodu türlerine karşı farklı etkinliğe sahip oldukları sonucu ortaya çıkmaktadır.

Tahıl kist nematodları ile mücadelede dayanıklı çeşitlerin kullanımının yaygınlaşmasına paralel olarak, ulusal buğday ıslah programlarında yerel çeşitlerin bu zararlılara karşı dayanıklılıklarının bilinmesi oldukça önemlidir. *H. filipjevi*'nin Haymana popülasyonuna karşı ulusal ve uluslararası buğday genotiplerinin dayanıklılık veya tolerans düzeyleri araştırılmış ve ümit var sonuçlar elde edilmiştir (Nicol, 2009b). Bu çalışmada ekmeklik buğday çeşidi olan ve Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yaygın olarak ekimi yapılan Adana 99 (PFAU/SERI82//BOG"S") çeşidinin *H.avenae* için iyi bir dayanıklılık kaynağı olduğu saptanmıştır.

Dayanıklı gen kaynakları doğada çoğunlukla bitkilerin yabani formlarında olup melezleme ile kültür formlarına aktarılmaktadır (Boerma & Hussey, 1992). Türkiye'de Güneydoğu Anadolu Bölgesi Karacadağ-Diyarbakır yöresi yabani buğday gen kaynakları bakımından oldukça zengin olup *Triticum dicoccoides*, *T. urartu*, *T. boeoticum* gibi önemli yabani/akraba yabani türlerini barındırmaktadır (Nesbit ve Sumael, 1998; Salamini et al., 2002; Özkan et al., 2002). Bu nedenle Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nden elde edilmiş yabani buğday çeşitlerinin Tahıl kist nematodlarına karşı reaksiyonlarının araştırılması oldukça önemlidir. Zira dayanıklı bulunan yabani buğday genotiplerinin mevcut dayanıklılık genleri (*Cre*) ile taraması yapılarak dayanıklılık kaynağının tanımlanması yapılabilecektir. Bu çalışmada *H. avenae*'nin Ha21 popülasyonuna karşı dayanıklı bulunan 17 yabani buğday formunun dayanıklılığın tanımlanması gerekmektedir. Akar et al. (2009)'nın bazı ulusal, uluslararası buğday çeşit ve hatları ile yabani buğday türlerinden oluşan 200'ün üzerinde genotipte *Cre1* ve *Cre3* genlerini araştırdıkları çalışmada, sadece İran orijinli Sardari çeşidinde *Cre1* geninin bulunduğu, diğer çeşit, hat veya yabani türlerin *Cre1* ve *Cre3* içermediği belirtilmiştir. Bu çalışmada *H. avenae* Ha21 patotipine karşı orta dayanıklı bulunan bütün genotiplerin, *Cre* genleri ile taraması yapılarak, dayanıklılık kaynağın tanımlanması büyük önem taşımaktadır.

Yararlanılan Kaynaklar

- Akar, T., M. Caliskan, J. M. Nicol, S. Uranbey, E. Sahin, S. Yazar, M. William & H. J. Braun, 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.
- Anonim, 2012. Türkiye İstatistik Kurumu.(Web sayfası: <http://www.tuik.gov.tr>), (Erşim tarihi: Eylül 2012).
- Boerma, H. R. & R. S. Hussey, 1992. Breeding plants for resistance to nematodes, Journal of Nematology, 24 (2): 242-252.
- Diamond, J. 1997. Location, location, location: the first farmers. Science, 278:1243-1244.
- Heun, M., R. Schafer-Pregl, D. Klawan, R. Castagna, M. Accerbi, B. Borghi & F. Salamini. 1997. Site of einkorn wheat domestication identified by DNA fingerprinting. Science, 278: 1312-1314.
- İmren, M., H. Toktay, A. Özarslandan, A. Öcal & İ. H. Elekçioğlu, 2011. "Doğu Akdeniz Bölgesi buğday alanlarında Tahıl kist nematodu (*Heterodera avenae* group) türlerinin belirlenmesi, 10". Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi (28-30 Haziran 2011), Kahramanmaraş.
- İmren, M., H. Toktay, R. Bozbuga, A. Dababat & İ. H. Elekçioğlu, 2012a. Pathotype determination of the cereal cyst nematode, *Heterodera avenae* (Wollenweber, 1924) in the Eastern Mediterranean Region in Turkey. Türkiye Entomoloji Dergisi (in press).
- İmren, M., H. Toktay, A. Ozarslandan, A. Dababat & İ. H. Elekçioğlu, 2012b. Effect of temperatures on incubation duration of *Heterodera avenae* cysts and optimization of some materials and methods. Türkiye Entomoloji Dergisi, 36 (4): 585-593.
- Kort, J., 1960. A technique for the extraction of *Heterodera* cysts from wet soil and for the estimation of their egg and larval content. Verslagen en Medelingen Plantenziektenkundige Dienst. Wageningen. Netherlands, 233: 3-7.
- Lev-Yadun, A., A. Gopher & S. Abbo, 2000. The cradle of agriculture. Science, 288:1602-1603.

- Majnik, J., F. C. Ogonnaya, O. Moullet & E. S. Lagudah, 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.
- Nesbit, M. & L. Samuel, 1998. Wheat domestication, archeobotanical evidence. *Science*. 279:1433.
- Nicol, J. M., R. Rivoal, N. Bolat, H. Aktas, H. Braun, M. Mergoum, A. F. Yıldırım, A. Bağcı, İ. H. Elekçioğlu & A. Yahyaoui, 2002. Frequency and diversity of the Cyst an lesion nematodes on wheat in the Turkish Central Anatolian Plateau. *Nematology*, 4: 383-443.
- Nicol, J. M., F. Ogonnaya, A. K. Singh, S. P. Bishnoi, R. S. Kanvar, H.L. Li, S. L. Chen, D. L. Peng, N. Bolat, E. Şahin & İ. H. Elekçioğlu, 2009a. Current global knowledge of the usability of the cereal cyst nematode resistant bread wheat germplasm through international germplasm exchange an evaluation. In 'Cereal cyst nematodes: status, research and outlook.' (Eds IT. Riley, J. M. Nicol, A. A. Dababat) pp. 149-153. (CIMMYT: Ankara, Turkey).
- Nicol J. M., N. Bolat A. F. Yıldırım, A. Yorgancılar, A.T. Kılınç, İ.H. Elekçioğlu, E. Şahin, G. E. Orakcı & H. J. Braun, 2009b. Identification of Genetic Resistance to cereal cyst nematode (*Heterodera filipjevi*) for international bread wheat improvement. Proceedings of the First Workshop of The International Cereal Cyst Nematode Initiative, 21-23 October 2009, Antalya–Turkey, 160-165 p.
- Mokabli A., S. Valette, J. P. Gauthier & R. Rivoal, 2002. Variation in virulence of Cereal cyst nematode populations from North Africa and Assia, *Nematology*, 4: 521-525.
- Ogonnaya, F. C., N. C. Subrahmanyam, O. Moullet, J. De Majnik, H. A. Eagles, J. S. Brown, R. F. Eastwood, J. Kollmorgen, R. Apples & E. S. Lagudah, 2001a. Diagnostic DNA markers for Cereal cyst nematode resistance in bread wheat. *Australian Journal of Agricultural Resources*, 52: 1367-1374.
- Ogonnaya, F. C., S. Seah, A. Delibes, J. Jahier, I. Lopez-Brana, R. F. Eastwood & E. S. Lagudah, 2001b. Molecular genetic characterisation of nematode resistance from *Aegilops ventricosa* and its derivatives in wheat. *Theoretical Applied Genetics*, 102: 623–629.
- Özarslandan, M., 2008. Buğday Genotiplerinin Tahıl Kist Nematodu, *Heterodera filipjevi* (*Madzhidov*) Stelter Popülasyonlarına Karşı Dayanıklılıklarının Araştırılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Özkan, H., A. Brandolini, R. Schafer-Pregl & F. Salamini, 2002. AFLP Analysis of a collection of tetraploid wheats indicates the origin of emmer and hard wheat domestication in Southeast Turkey. *Molecular Biology Evolution*, 19 (10):1797-1801.
- Rumpfenhorst, H. J., İ. H. Elekçioğlu, D. Sturhan, G. Öztürk & S. Enneli, 1996. The cereal cyst nematode *Heterodera filipjevi* (*Madzhidov*) in Turkey. *Nematologia Mediterranea*, 24: 135-138.
- Rivoal, R., S. Bekal, S. Valette, J. P. Gauthier, M. Bel Hadj Fradj, A. Mokabli, J. Jahier, J. M. Nicol & A. Yahyaoui, 2001. Variation in reproductive capacity and virulence on different genotypes and resistance genes of *Triticaceae* in the Cereal cyst nematode species Ccomplex, *Nematology*, 3 (6): 581-592.
- Sasser, J. N., 1987. "A Perspective on Nematode Problems Worldwide, 1-12". In: *Nematode Parasitic to Creals and Legumes in Temperate Semi-Arid Regions* (Eds. M. C. Saxena, R.A. Sikora & J.P. Sarivastava). Proceedings of a Workshop (1–5 March 1987) Held at Larnaca, Cyprus.
- Salamini, F., H. Özkan, A. Brandolini, R. Schafer-pregl & W. Martin, 2002. Genetics and geomorphology of wild cereal domestication in the near east. *Nature Review. Genetics*, 3: 429-441.
- Schmidt, A. L., C. L. McIntyre, J. Thompson, N. P. Seymour & J. C. Liu, 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.
- Subbotin, S. A., D. Sturhan, H. J. Rumpfenhorst & M. Moens, 2003. Molecular and morphological characterisation of the *Heterodera avenae* species complex (Tylenchida: Heteroderidae). *Nematology*, 5: 515-538.
- Shepherd, A. M., 1986. "Extraction and Estimation of Cyst Nematodes, 51-58". In: *Laboratory Methods for Work with Plant and Soil Nematodes* (Ed: J.F. Southey), Her Majesty's Stationary Office, London.
- Şahin, E., J. M. Nicol, İ. H. Elekçioğlu, Ö. Yorgancılar, A. F. Yıldırım, A. Tülek, H. Hekimhan, A. Yorgancılar, A. T. Kılınç, N. Bolat & G. Erginbaş-Orakçı, 2009. "Frequency and Diversity of Cereal Nematodes on the Central Anatolian Plateau of Turkey, 100-105". In: *Cereal Cyst Nematodes: Status, Research and Outlook* (Eds IT. Riley, J. M. Nicol & A. A. Dababat), Yorum Matbası, Yenimahalle, Ankara.

- Şahin, E., 2010. Orta Anadolu Buğday Alanlarında Önemli Bitki Paraziti Nematodların Belirlenmesi ve Tahıl Kist Nematodu *Heterodera filipjevi*'nin Biyolojisi ile Mücadelesi Üzerine Çalışmalar. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana.
- 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.
- Toktay, H., E. Yavuzaslanoğlu, M. İmren, J. M. Nicol, İ. H. Elekçioğlu & A. Dababat, 2012. Screening for resistance to *Heterodera filipjevi* and *Pratylenchus thornei* in sister lines of spring wheat. Türkiye Entomoloji Dergisi, 36 (4): 455-461.
- Whitehead, A. G., 1998. *Plant Nematode Control*. CAB International, Wellingford, UK. p. 384.
- Williams, K. J., S. P. Taylor, P. Bogacki, M. Pallotta, H. S. Bariana & H. Wallwork, 2002: Mapping of the root lesion nematode (*Pratylenchus neglectus*) resistance gene Rlnn1 in wheat. Theoretical and Applied Genetics, 104: 874-879.
- Williamson, V. M. & C. A. Gleason, 2003. Plant-nematode interactions. Current Opinion in Plant Biology, 6: 327-333.
- Zwart, R. S., J. P. Thompson & I. D. Godwin, 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: 345 – 352.