

## **Bazı beyaz baş lahanaya genotiplerinin kök-ur nematoduna (*Meloidogyne incognita* Irk 2) karşı dayanıklılıklarının belirlenmesi**

**Mehtap ÖZBAKIR ÖZER<sup>1</sup>, Ahmet BALKAYA<sup>2</sup>, Sevilhan MENNAN<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Samsun

<sup>2</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun

<sup>3</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Samsun

Alınış tarihi: 12 Haziran 2018, Kabul tarihi: 20 Kasım 2018

Sorumlu yazar: Mehtap ÖZBAKIR ÖZER, e-posta:mehtap\_ozbakir@hotmail.com

### **Öz**

Kök-ur nematodları [*Meloidogyne* spp.(Tylenchida: Meloidogynidae)], sebze yetiştiriciliğinde ekonomik düzeyde verim ve kalite kayıplarına neden olan önemli zararlılardır. Nematodlarla mücadelede, nematodlara dayanıklılık yönünden ıslah edilmiş çeşitlerin kullanımı ön plana çıkmaktadır. Dayanıklı bitkilerin ıslahı ise zor ve uzun yıllar almakla birlikte hem ekonomik hem de çevre sağlığı açısından tercih edilmektedir. Bu çalışmada, morfolojik olarak birbirinden farklı heterojen yapıya sahip 26 beyaz baş lahanaya ıslah hattının *Meloidogyne incognita* Irk 2'ye karşı dayanıklılık seviyeleri araştırılmıştır. Nematodla bulaşık olan ve olmayan uygulamalarda incelenen bitki boyu, bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı, yaprak sayısı ve yaprak alanı özellikleri yönünden istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıklar olduğu saptanmıştır. Çalışmada, değerlendirmeye alınan lahanaya genotiplerinin tamamında ıslah tespiti yapılmıştır. Genotiplerin köklerdeki ıslah oranları, 1.5 ile 5.0 skala değerleri arasında değişmiştir. Yumurta kümesi skalasının 0-5 arasında değişim gösterdiği ve lahanaya genotipleri arasında sadece 183 nolu hatta yumurta kümesi tespiti yapılmamıştır. Ur skalası ve yumurta kümesi skalası değerleri bir arada değerlendirildiğinde, 173, 183, P33 ve 530 nolu hatların kök-ur nematoduna dayanıklı oldukları saptanmıştır. Dayanıklı olarak belirlenen bu genotipler, hibrit lahanaya çeşit ıslah programlarında değerlendirilmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Baş lahanaya, Kök-ur nematodu, *Meloidogyne incognita*, dayanıklılık

### **Determination of resistance of some white head cabbage genotypes to root-knot nematode (*Meloidogyne incognita* Race 2)**

#### **Abstract**

Root-knot nematodes [*Meloidogyne* spp.(Tylenchida: Meloidogynidae)], are one of the serious harmful causing losses of yield and quality at economic level in vegetable growing. For nematode management, use of improved varieties resistant to nematode is a priority. Although breeding of resistant plants is difficult and taking long years, using resistant plant for nematode control is preferred for both environmental health and advantage. In this study, resistance level of 26 white head cabbage breeding lines with heterogeneous structure and morphologically different from each other to *Meloidogyne incognita* Race 2 was investigated. Plant height, fresh and dry weight of plant, fresh weight of root, leaf number and leaf area were found to be statistically significant in nematode-infected and non-infected applications. Galls formation was detected for all the cabbage genotypes evaluated in the study. The rates of gall on the roots of genotypes were varied from 1.5 to 5.0 scale values. Egg masses scale was between 0-5 among the cabbage genotypes, only the line 183 had not egg masses. When gall end egg masses scales were evaluated together, 173, 183, P33 and 530 were detected as resistant lines to Root-knot nematode. These

resistant genotypes have evaluated in breeding programs of hybrid cabbage varieties.

**Key words:** Head cabbage, Root-knot, *Meloidogyne incognita*, resistance

## Giriş

Baş lahanada (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.), besleyici değeri yüksek olan ve değişik şekillerde değerlendirilebilen kışlık sebze türlerinden biridir. Genellikle sofralık (sarma, kapuska ve salata) ve turşu sanayi için üretimi yapılan beyaz baş lahanada, ülkemizde özellikle Karadeniz Bölgesi'nde büyük bir üretim potansiyeline sahiptir. 2016 yılı FAO kayıtlarına göre dünya toplam lahanada üretimi 71.2 milyon tondur (FAO, 2016). Karadeniz Bölge'sinde gerek ekim alanı ve gerekse üretim yönünden en önemli sebze türlerinden birisi de beyaz baş lahanadır. Türkiye beyaz baş lahanada üretiminin 2016 yılı değeri 785.971 ton olup; bu üretimin 259.549 tonu Samsun İli'nde gerçekleştirilmektedir. Bu değer yaklaşık ülke üretiminin %30,2 sini oluşturmaktadır (TUİK, 2016).

Kök-ur nematodları [*Meloidogyne* spp.(Tylenchida: Meloidogynidae)], bütün dünyada dağılım gösteren, geniş konukçu dizisine sahip obligat parazitlerdir. Kök-ur nematodlarının aralarında lahanagil ve kabakgil familyaları da dahil farklı sebze türleri, süs bitkileri ve meyveleri kapsayan 3000'den fazla konukçusu vardır (Abad ve ark. 2003). Bitkilerin köklerinde beslenmesi sonucunda oluşan urlar ile tanınan kök-ur nematodları, kök sistemine zarar vererek bitkinin topraktan su ve besin maddeleri alımını bozmakta, düşük popülasyon yoğunluklarında bile önemli verim kayıplarına neden olmaktadır (Sasser ve ark. 1983). Ayrıca nematod ile bulaşık alanlarda, *Fusarium* solgunluğu gibi diğer toprak kökenli hastalıkların zarar düzeyleri artmaktadır (Wang ve Roberts 2006).

Dünyada tarım alanı olarak kullanılan toprakların % 52'sinin kök-ur nematodları ile bulaşık olduğu ve dünyada yıllık ortalama % 60 oranında ürün kaybına neden olmaktadır (Stirling, 1991). Karadeniz Bölgesi'nin en önemli sebzecilik üretim alanı olan Samsun İli'nde ise seraların yaklaşık % 47'sinin kök-ur nematodları ile bulaşık (Aydın ve Mennan, 2016a). Kök-ur nematodları ile mücadelede en fazla kullanılan yöntemlerin başında kimyasal mücadele gelmektedir (Nyczepir ve Thomas 2009). Buna karşın kullanılan nematodisitlerin pahalı, çevre ve insan sağlığına olumsuz etkilerinin olması nedeniyle

alternatif mücadele yöntemleri üzerindeki çalışmalar son yıllarda daha fazla önem kazanmıştır (Lopez-Perez ve ark. 2005, Pattison ve ark. 2006). Nematod ile bulaşık alanlarda kimyasal kullanımına alternatif olabilecek en pratik uygulama, üretimde hassas bitki yerine dayanıklı bitkilerin seçilmesidir. Dayanıklı çeşitlerin diğer mücadele yöntemleri ile bir arada kullanılabilmesi, nematod ile etkili bir mücadele yapılmasına katkı sağlamakta, kimyasal kullanımını tamamen ortadan kaldırarak veya azaltarak mücadelede önemli bir avantaj sağlamaktadır (Aydın ve ark., 2017).

Ülkemizde lahanada grubu sebze türleri üzerinde yapılan ıslah çalışmaları daha çok beyaz baş lahanada üzerinde yoğunlaşmış olup 1980'li yıllarda başlamıştır. Lahanada ıslahı konusunda yapılmış en kapsamlı çalışma; 1998-2014 yılları arasında halen devam etmekte olan 'Hibrit lahanada ıslahı' projesidir. Bu proje de ülkemizin farklı bölgelerinden gen kaynakları toplama çalışmaları ile lahanada tohumu ve lahanada baş örnekleri toplanmış; genetik materyallerin bitki, yaprak, baş ve verim özellikleri ayrıntılı olarak incelenerek karakterizasyonları yapılmış ve hibrit ıslah programı oluşturulmuştur (Yanmaz ve ark. 2000; Balkaya ve ark. 2005). Bu ıslah çalışmaları sonucunda Türkiye'de ilk yerli hibrit beyaz baş lahanada çeşit adayları (Kartopu ve Kuzey Yıldızı) geliştirilmiştir (Kar ve ark. 2011). Mevcut hibrit çeşit adaylarına ilave beyaz baş lahanada gen havuzumuz içerisinde kök-ur nematoduna dayanıklı hibrit çeşitlerin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü (KTAE) tarafından geliştirilen bazı beyaz baş lahanada hatlarından kök-ur nematoduna dayanıklı, verimli, kaliteli ve yerli hibrit beyaz baş lahanada hatlarının geliştirilmesi amacıyla 2010-2014 yılları arasında doktora tezi yürütülmüştür (Özbakır Özer, 2014). Bu çalışmada, kök-ur nematoduna dayanıklı çeşit geliştirmek amacıyla belirlenen 26 tane beyaz baş lahanada hattının *Meloidogyne incognita* Irk 2'ye dayanıklılık seviyeleri araştırılmıştır.

## Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, 2011-2013 yılları arasında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü ve Bitki Koruma Bölümü laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

## Materyal

Çalışmanın bitki materyalini KTAE tarafından geliştirilen farklı ıslah kendileme kademelerinde

olan, taze tüketime uygun sarmalık veya turşuluk özelliklerde, arazide kalma süresi uzun ve verimlilik seviyesi yüksek olan, morfolojik olarak birbirinden farklı heterojen yapıya sahip 24 tane beyaz baş

lahana hattı oluşturmuştur. Bu hatlara ilave olarak ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen Yalova-1 ve Bafra çeşitleri de denemeye alınmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan beyaz baş lahana hatlarının temin edildiği yerler ve ıslah kademeleri

Hat adı	Temin edildiği yer	Kademe	Hat adı	Temin edildiği yer	Kademe
P33	USDA-ABD	S4	180	KTAE-Türkiye	S8
508	KTAE-Türkiye	S9	183	KTAE-Türkiye	S8
165	KTAE-Türkiye	S8	538	KTAE-Türkiye	S9
140	KTAE-Türkiye	S8	115	KTAE-Türkiye	S7
531	KTAE-Türkiye	S7	148	KTAE-Türkiye	S9
P61	USDA-ABD	S4	519	KTAE-Türkiye	S9
160	KTAE-Türkiye	S7	506	KTAE-Türkiye	S10
530	KTAE-Türkiye	S9	195	KTAE-Türkiye	S8
145	KTAE-Türkiye	S8	144	KTAE-Türkiye	S7
523	KTAE-Türkiye	S8	166	KTAE-Türkiye	S7
542	KTAE-Türkiye	S9	215	KTAE-Türkiye	S6
173	KTAE-Türkiye	S8	Yalova-1	Standart çeşit	-
528	KTAE-Türkiye	S9	Bafra	Standart çeşit	-

Çalışmanın nematod materyalini ise *M.incognita* irk 2 populasyonu oluşturmaktadır. Çalışmalar için gerekli nematod inokulumu, OMÜ Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü seralarında 25°C sıcaklıkta hassas Falcon domates (*Solanum esculentum* L.) çeşidinde seri üretimleri yapılan saksı kültürlerinden temin edilmiştir.

#### Yöntem

##### Seri kültürden gerekli inokulumun sağlanması

*Meloidogyne incognita* irk 2 ile bulaşık seri kültür bitkilerinden yapılan incelemeler sonucunda köklerinde yeterince ırlanmaya sahip olanlar seçilerek inokulum elde etmek amacıyla laboratuvara getirilmiştir. Kökler önce su ile yıkanmış, daha sonra 1 cm boyunda kesilerek, %10'luk 1 lt NaOCl (çamaşır suyu) solüsyonu içinde 5 dakika süreyle kuvvetlice çalkalanmıştır (Melakeberhan ve ark. 2004). Daha sonra bu çözelti, 200 ve 500 Mesh'lik eleklerden geçirilmiştir. Elek üzerinde kalan nematod yumurtaları piset yardımıyla cam beherler içinde toplanmıştır. Bu solüsyondan mikro pipetle 1 ml çekilerek mikroskop altında nematod yumurtaları sayılmıştır.

##### Lahana genotiplerine nematod yumurtalarının bulaştırılması

Kök-ur nematoduna konukçuluk reaksiyonu çalışmaları için seçilen 26 lahana genotipinin her birinden 15 adet bitki yetiştirilmiştir. Tohum ekimleri, 15 Temmuz 2011 tarihinde Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü uygulama seralarında yapılmıştır. Fide yetiştiriciliği için 45'lik (5 x 9), gözenek büyüklüğü 5.5 x 5.5 cm<sup>2</sup>

olan viyoller kullanılmıştır. Viyoller içerisine konulan yetiştirme ortamı, 3:1 oranında steril torf + perlit karışımından oluşmuştur. Fideler 4-5 gerçek yapraklı büyüklüğe geldiklerinde içerisinde steril toprak bulunan 300 ml'lik plastik saksılara şaşırtılmıştır. Şaşırtmadan 3 gün sonra, fidelerin etrafına açılan küçük deliklere, saksı başına 1500 yumurta olacak şekilde inokulasyon yapılmıştır. Kontrol bitkilerine ise sadece nematod solüsyonuna eşit miktarlarda saf su verilmiştir. Deneme, tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak 25±3 °C sıcaklıktaki kontrollü serada yürütülmüştür.

##### Lahana genotiplerinin nematoda dayanıklılık yönünden değerlendirilmesi

Yapay inokulasyondan, 10 hafta sonra denemeye son verilmiştir. Nematodun bitki büyümesi üzerine olan etkisinin incelenmesi amacıyla bitki boyu (cm), bitki yaş ve kuru ağırlığı (g) ile kök yaş ve kuru ağırlıkları (g) belirlenmiştir. Kuru ağırlıklarının saptanması için bitki örnekleri, 48 saat süreyle 70 °C' deki etüvde tutulmuştur.

Kök kısımları musluk suyu altında iyice yıkanmıştır. Daha sonra kökler, yumurta kümelerini saymak amacıyla Phloxin B (%1) solüsyonu içerisinde 20 dakika süreyle tutulmuştur. Köklerdeki ırlanma oranı 0-5 ur skalası kullanılarak değerlendirilmiştir (Kinloch, 1990).

**0:** Hiç ırlanma yok.

**1:** Çok küçük ur oluşmuş, zor fark edilmektedir.

**2:** Uurlar rahatlıkla görülebilmekte ve küçük uurlar kökün %25'den daha azını kaplamıştır.

- 3: Kökün % 25-50'si urludur.
- 4: Kökün % 51-75'i urludur.
- 5: Kökün % 75'inden fazlası urludur.

Denemeye alınan lahana genotiplerinin köklerinde nematodun üreme kabiliyetini saptamak amacıyla Hartman ve Sasser (1985), tarafından belirtilen ve aşağıda açıklanan 0-5 skalası kullanılmıştır.

- 0: Kökte yumurta kümesi yoktur.
- 1: Kökte 1-2 yumurta kümesi vardır.
- 2: Kökte 3-10 yumurta kümesi vardır.
- 3: Kökte 11-30 yumurta kümesi vardır.
- 4: Kökte 31-100 yumurta kümesi vardır.
- 5: Kökte 100'den fazla yumurta kümesi vardır.

### İstatistiksel analizler

Çalışmada genotip ve nematod faktörleri ile genotip x nematod interaksyonunun istatistiksel önemlilik seviyeleri ANOVA analizi ile değerlendirilmiş ve lahana genotiplerinin *M. incognita*'ya olan dayanıklılık ve duyarlılık seviyeleri belirlenmiştir. Her bir uygulama grubu içerisindeki lahana hatları arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre  $P=0,05$  önem düzeyinde belirlenmiştir.

### Bulgular ve Tartışma

Kök-ur nematodu *M. Incognita* ırk 2'ye karşı yapılan dayanıklılık denemelerinde, değerlendirmeye alınan lahana genotiplerine ait vegetatif kısımların zararlıdan etkilenme durumları çizelge 2'de sunulmuştur. Nematodla bulaşık olan ve olmayan uygulamalarda incelenen tüm özellikler yönünden istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıklar olduğu saptanmıştır (Çizelge 2).

Nematodla bulaşık genotipler arasında en düşük bitki boyu, 215 (14.5 cm) ve 531 (14.3 cm) nolu beyaz baş lahana genotiplerinde, en yüksek bitki boyu ise P33 nolu hatta (30.5 cm) belirlenmiştir (Çizelge 2).

Nematodla bulaşık genotiplerin bitki yaş ağırlığı değerlerinin, 3.1 g ile 23.7 g arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Bulaşık genotiplerde en düşük bitki yaş ağırlığı değerleri Yalova-1 çeşidi (3.1 g) ve en fazla bitki yaş ağırlığı değeri ise 160 nolu hatta (23.7 g) belirlenmiştir. Kontrol bitkilerinde ise bitki yaş ağırlığı değerleri, 3.2 g ile 22.4 g arasında değişim göstermiştir (Çizelge 2). Bulaşık genotiplere ait bitkilerin bitki kuru ağırlıkları 0.4 g ile 2.8 g, kontrol bitkilerinde ise 0.3 ile 2.7 g arasında değişim

gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 2). Bitki kuru ağırlığı en fazla P61 (2.8 g), en düşük bitki kuru ağırlığı ise Yalova çeşidinde (0.4 g) tespit edilmiştir.

Nematod ile bulaşık hatlar arasında en yüksek kök yaş ağırlığı 3.4 g ile 215 nolu lahana hattında, en düşük kök yaş ağırlığı ise 542 nolu hat ile Yalova-1 çeşidinde 1.2 g olarak belirlenmiştir. Kök yaş ağırlığı kontrol uygulamasında bulaşık olanlara göre daha az olduğu tespit edilmiştir. Kontrollerde ise kök yaş ağırlığı en yüksek P61 nolu hatta 3.9 g olarak belirlenmiştir. 173 nolu hatta 0.3 g, Yalova çeşidinde 0.4 g, 145 ve 166 nolu hatlarda ise 0.5 g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2). Nematod ile bulaşık bitkilerin kök yaş ağırlıklarındaki bu artışın, saçak kök gelişiminin artması ve kök kısmında ortaya çıkan şişkinliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Nematod ile bulaşık bitkilerde toprak üstü aksamının negatif ve kök kısmının ise pozitif yönde etkilendiği ile ilgili benzer sonuçlar birçok araştırmacı tarafından da ortaya konulmuştur (Fortnum ve ark., 1991; Khan ve ark., 2000; Karaağaç, 2013).

Nematodla bulaşık genotiplerde en fazla yaprak sayısının 160 nolu hat, en az yaprak sayısının ise 165 nolu hatlarda olduğu saptanmıştır. Yaprak alanı değerleri yönünden istatistiksel olarak uygulamalar arasında önemli düzeyde bir farklılığın olduğu bulunmuştur. Bulaşık genotiplerin yaprak alanı 28.3 cm<sup>2</sup> ile 214.7 cm<sup>2</sup>, kontrol bitkilerinin yaprak alanı ise 20.4 cm<sup>2</sup> ile 250.5 cm<sup>2</sup> arasında varyasyon gösterdiği tespit edilmiştir.

Sasanelli ve ark. (1992), *M. incognita* ırk 1'e konukçuluk eden lahana bitkilerinin büyümesi ile nematodların populasyon yoğunluğu arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmada bitkinin toprak altı ve toprak üstü kısımlarının nematodlardan oldukça fazla düzeylerde etkilendiklerini bildirmişlerdir.

Çalışmada yer alan tüm lahana genotiplerinde ve 2 ticari lahana çeşidinde ur oluşumlarının meydana geldiği saptanmıştır. Genotiplerin köklerindeki ırlanma seviyesinin, 1.5 ile 5.0 skala değerleri arasında olduğu bulunmuştur (Çizelge 3). İncelenen genotiplerin 22 tanesinde, köklerin tamamında yoğun olarak ur oluştuğu tespit edilmiştir (Şekil 1). Lahan genotipleri arasında en az ırlanma 1.5 skala değeri ile 530 nolu lahana hattında belirlenmiştir. Bunu 2.0 ile P33, 2.25 ile 173 ve 2.75 ile 183 nolu hatların izlediği tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 2. Kök-ur nematodu ile bulaşık olan ve bulaşık olmayan ortamda beyaz baş lahana hatları ile lahana çeşitlerinin bazı vegetatif özelliklerine etkileri

Hatlar	Bitki Boyu (cm)		Bitki Yaş Ağırlığı (g)		Bitki Kuru Ağırlığı (g)		Kök Yaş Ağırlığı (g)		Yaprak Sayısı (adet)		Yaprak Alanı (cm <sup>2</sup> )	
	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
Uygulama	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
144	18.4 g-j	21.1 c-f	4.6 gh	4.3 <sub>1</sub>	0.8 h-k	0.9 fgh	1.3 ijk	0.7 gh <sub>1</sub>	4.5 g-j	3.5 j	62.2 efg	105.8 e-1
195	22.5 c-g	22.5 b-e	5.6 fgh	6.6 h <sub>1</sub>	1.0 g-k	1.3 c-g	2.1 c-k	0.6 h <sub>1</sub>	3.5 j	3.5 j	131.4 bcd	110.9 d-h
166	17.5 hij	16.6 fg	5.5 fgh	4.3 <sub>1</sub>	0.8 h-k	0.7 gh	1.5 g-k	0.5 h <sub>1</sub>	4.5 g-j	3.8 ij	105.3 b-e	80.1 g-j
145	23.5 cde	25.4 a-d	7.1 e-h	8.6 gh <sub>1</sub>	1.1 f-k	1.1 c-h	1.3 h-k	0.5 h <sub>1</sub>	4.0 hij	4.8 hij	68.9 efg	121.8 d-g
530-1	21.7 d-h	25.8 a-d	4.8 gh	16.1 bcd	0.7 jk	2.0 abc	1.7 e-k	1.8 c-g	5.5 f-1	9.5 abc	58.2 efg	250.5 a
542	17.1 ij	25.1 a-d	5.1 gh	6.5 h <sub>1</sub>	0.8 ijk	0.9 e-h	1.2 <sub>k</sub>	0.6 h <sub>1</sub>	4.5 g-j	4.8 hij	80.9 d-g	82.3 g-j
115	20.2 e-1	23.7 b-e	7.0 e-h	9.0 e-1	1.0 g-k	1.3 c-g	2.4 a-1	1.3 c-1	4.0 hij	5.0 g-j	132.3 bcd	154.7 cde
165	25.0 abc	29.5 a	6.6 e-h	2.0 c-h	1.0 g-k	1.7 b-f	2.6 a-f	2.0 cde	3.0 j	4.5 hij	90.6 c-f	172.3 bcd
148	20.8 d-1	23.7 b-e	10.6 e	13.1 c-g	1.4 d-j	1.8 b-e	2.4 a-h	1.0 d-1	6.0 efg	7.3 b-g	147.8 b	234.7 ab
519	23.4 cde	21.7 b-f	16.4 cd	8.7 f-1	1.8 b-g	1.4 c-g	2.5 a-g	0.8 f-1	8.3 bcd	8.0 b-f	214.7 a	152.7 cde
508	29.9 a	26.8 abc	9.8 e	10.6 d-h	1.6 c-1	1.7 b-f	1.7 e-k	0.7 gh <sub>1</sub>	3.8 ij	4.8 hij	135.7 bc	150.5 c-f
523	18.1 hij	26.2 a-d	9.5 ef	14.5 b-g	1.1 g-k	1.3 c-g	2.6 a-f	1.5 c-h	6.5 def	6.8 d-h	28.3 g	41.1 ij
180	24.1 cde	20.7 def	15.4 d	17.5 abc	1.7 c-1	1.4 c-g	1.9 d-k	1.9 c-f	9.0 bc	10.3 ab	32.9 g	31.0 j
140	21.0 d-1	27.2 ab	17.1 bcd	15.0 b-e	1.6 c-1	1.3 c-g	2.6 a-f	2.2 bc	8.0 bcd	7.8 c-f	38.7 fg	32.6 j
506	23.3 c-f	18.2 efg	21.1 ab	14.2 b-g	1.3 a-d	1.2 c-g	2.9 a-d	1.5 c-h	9.8 b	7.8 c-f	37.7 fg	34.6 j
173	19.0 f-1	26.5 abc	16.6 cd	3.2 1	2.3 abc	0.3 h	2.7 a-e	0.3 1	6.0 efg	3.3 j	45.4 fg	33.6 <sub>j</sub>
215	14.5 j	14.1 g	15.2 d	6.4 h <sub>1</sub>	2.5 abc	0.5 gh	3.4 a	0.6 h <sub>1</sub>	6.5 def	6.0 f-1	39.0 fg	20.4 j
528	24.4 b-e	24.5 a-d	15.2 d	17.5 abc	2.2 a-e	2.0 abc	2.7 a-f	3.3 ab	5.8 e-h	6.8 d-h	50.4 fg	51.7 hij
160	23.4 cde	26.2 a-d	23.7 a	15.8 bcd	2.2 a-e	1.1 d-h	1.4 h-k	1.3 c-1	14.3 a	11.8 a	38.2 fg	34.6 j
531	14.3 j	26.5 abc	23.1 a	22.4 a	1.9 b-g	2.3 ab	2.7 a-e	3.4 a	5.8 e-h	8.5 b-e	66.8 efg	49.2 hij
538	23.5 cde	21.3 c-f	20.2 abc	19.4 ab	2.7 ab	2.7 a	2.0 c-k	3.6 a	8.0 bcd	6.3 e-h	50.5 fg	57.7 g-j
P33	30.5 a	25.1 a-d	15.9 d	14.6 b-g	1.7 c-h	1.0 e-h	3.3 ab	2.2 cd	8.3 bcd	9.0 bcd	43.8 fg	42.3 ij
P61	26.4 abc	25.7 a-d	22.0 a	17.9 abc	2.8 a	1.9 a-d	3.0 abc	3.9 a	8.0 bcd	7.3 c-g	56.1 efg	58.2 g-j
183	22.6 c-g	23.3 b-e	17.2 bcd	14.8 b-f	2.1 a-f	1.0 e-h	2.3 b-j	1.4 c-h	7.5 cde	7.5 c-f	34.3 g	37.2 j
Yalova	17.2 ij	22.3 b-f	3.1 h	5.9 h <sub>1</sub>	0.4 k	0.9 e-h	1.2 jk	0.4 h <sub>1</sub>	3.8 <sub>ij</sub>	3.5 <sub>j</sub>	41.8 fg	85.6 f-j
Bafra	28.7 ab	22.8 b-e	8.5 efg	13.5 b-g	1.3 e-k	2.0 abc	1.6 <sub>f</sub> k	0.9 e-1	6.0 efg	5.0 g-j	132.7 bcd	199.4 abc
CV	0.14	0.17	0.23	0.36	0.42	0.46	0.35	0.53	0.22	0.27	0.50	0.50

(+): Nematodla bulaşık , (-): Nematodla bulaşık olmayan (Kontrol); \*Veriler 4 tekrerrün ortalaması olup, sütun içerisinde aynı harfe sahip değerler Duncan çoklu testine göre P<0.05 önem seviyesinde istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.



Şekil 1. *M. incognita* ırk 2 ile inokule edilen beyaz baş lahananın köklerinde oluşan urlar

Lahanada kök-ur nematoduna dayanıklılık yönünden yürütülen çalışmalarda benzer sonuçlar bulunmuştur. Khan ve ark. (2002), 21 farklı lahananın çeşidinin *M. incognita*, *M. javanica* ırk 1 ve 2 ile *M. arenaria* ırk 2'ye karşı dayanıklılık durumlarını belirledikleri çalışmada 3 çeşidin dayanıklı, 2 çeşidin toleranslı ve 9 çeşidin ise hassas olduğunu bildirmişlerdir. Aydın ve Mennan (2016b), bazı *Brassicaceae* bitkilerinin *Meloidogyne arenaria* ve *Meloidogyne incognita*'ya konukçuluk seviyeleri araştırdıkları çalışmada 12 genotipin *M. incognita*'ya, bu 12 genotipden 9'unun ise *M. arenaria*'ya karşı düşük konukçuluk seviyesinde olduğunu tespit etmişlerdir. Özarslan ve ark. (2011), incelenen genotiplerin nematoda karşı dayanıklılık durumlarının belirlenmesi sadece köklerdeki ur oluşum oranı yönünden değil aynı zamanda kök-ur nematodunun yumurta oluşturabilme yeteneğine de bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Bazı durumlarda etmenin ur oluşturmaya rağmen, yumurta üretmediği bildirilmiş olup, bu nedenle de nematodun üreme yeteneğini belirleyebilmek amacıyla Hartman ve Sasser (1985), tarafından belirlenen yumurta kümesi skalası da (0-5) uygulanmıştır.

Lahana genotiplerindeki yumurta kümesi skalasının 0-5 arasında değişim gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 3). Lahana genotiplerinin 8 tanesi, 5.0 skala değeri almıştır. Lahana genotipleri arasında sadece 183 nolu lahananın genotipinde yumurta kümesi (skala değeri 0) tespit edilememiştir. P33 (skala değeri 1.75), 173 ve P61 (skala değeri 2.0) genotiplerinde ise az sayıda yumurta saptanmıştır (Çizelge 3). Değerlendirmeye alınan lahananın genotipleri; hem ırlanma oranı ve hem de yumurta kümesi bakımından birlikte değerlendirildiğinde; 183, 173, P33 ve 530 nolu hatların diğer genotiplere göre kök-ur nematoduna karşı daha dayanıklı oldukları tespit edilmiştir.

Çizelge 3. *Meloidogyne incognita* ırk ile bulaştırılan (1500 yumurta / bitki) beyaz baş lahananın genotiplerinin köklerinden elde edilen ur ve yumurta kümesi skalası\*

Hatlar	Ur skalası <sup>1</sup>	Yumurta kümesi skalası <sup>2</sup>
115	3.75 de	5.00 a
148	4.50 a-d	5.00 a
165	4.00 cde	5.00 a
166	3.50 ef	5.00 a
195	4.50 a-d	5.00 a
519	3.50 ef	5.00 a
Bafra	4.50 a-d	5.00 a
Yalova	4.25 a-e	5.00 a
144	3.50 ef	4.50 ab
145	4.00 cde	4.50 ab
542	4.50 a-d	4.50 ab
508	4.00 cde	4.33 b
180	5.00 a	3.25 c
528	3.75 de	3.25 c
538	4.00 cde	3.00 cd
140	3.75 de	3.00 cd
531	4.25 a-e	3.00 cd
506	4.25 a-e	2.75 cde
160	4.75 abc	2.50 def
215	5.00 a	2.33 efg
523	3.67 def	2.33 efg
530	1.50 h	2.25 efg
P61	3.50 ef	2.00 fg
173	2.25 gh	2.00 fg
P33	2.00 gh	1.75 g
183	2.75 fg	0 h
CV	0.16	0.11

\*Veriler 4 tekrarin ortalamasi olup, sutun icerisinde ayri harfe sahip degerler Duncan coklu testine gore P<0.05 onem seviyesinde istatistiksel olarak birbirinden farksizdir.

<sup>1</sup>Kinlock (1990)'a gore 0-5 ur skalasi (0: ur yok, 1: cok az sayıda küçük urlu, 2: <25 urlu, 3: %25-50 urlu, 4: %50-75 urlu, 5: >75 urlu)

<sup>2</sup>Hartman ve Sasser (1985)'e gore 0-5 yumurta kümesi skalasi (0: yumurta kümesi yok, 1: 1-2 yumurta kümesi, 2: 3-10 yumurta kümesi, 3: 11-30 yumurta kümesi, 4: 31-100 yumurta kümesi, 5: 100'den fazla yumurta kümesi)

Traunfeld (1998) ve Tiwari ve ark. (2009), lahananın *M. incognita* için uygun bir konukçu olduğunu bildirmişlerdir. McSorley ve Frederick (1995) *Brassicaceae* familyası bitkilerinin *M. arenaria* ırk 1, *M. incognita* ırk 1 ve 3 ve *M. javanica*'ya karşı dayanıklılık seviyelerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, lahananın türlerinin hassas olduklarını tespit etmişlerdir. Ayrıca bitkilerin ur skalasında en fazla 3, yumurta kümesi skalasına göre de en fazla 2 skala değerini aldıklarını belirtmişlerdir. Kalaivanan ve ark. (2017), beyaz baş lahananın *M. incognita* karşı dayanıklılığını belirledikleri çalışmada, 0-5 yumurta kümesi skalasına göre en fazla 5 skala değerini aldığını bildirmişlerdir.

Liebanas ve Castillo (2004), bazı lahanaya çeşitlerinin *M. arenaria* ırk 2, *M. incognita* ırk 1 ve *M. javanica* nematod türlerine karşı konukçuluk durumlarını inceledikleri çalışmada lahanaya çeşitlerinin tamamının *Meloidogyne* spp. ile bulaşık olduğunu, fazla miktarda gal oluşturdıklarını ve nematod üremesinin de arttığını bildirmişlerdir.

### Sonuç

Ülkemizde özellikle son yıllarda birçok tohum firması tarafından yabancı kökenli çok sayıda hibrit lahanaya çeşidi, üretimde kullanılmaya başlanmasına rağmen, bu çeşitlerde dahil olmak üzere halen kök-ur nematoduna dayanıklı hibrit beyaz baş lahanaya çeşidi bulunmamaktadır. Bu çalışma kapsamında yemeklik kalitesi ortaya konulmuş, verim yönünden üstün niteliklere sahip beyaz baş lahanaya genotiplerinin kök-ur nematoduna dayanıklılık çalışmasında dayanıklı materyal olarak kullanılabilirlik durumları ortaya konulmuştur.

Lahanaya genotiplerinin 22 tanesinde, köklerin tamamında yoğun olarak ur oluşumunun meydana geldiği ve dayanıklılık yönünden 'hassas' oldukları belirlenmiştir. Tüm sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde kök-ur nematoduna dayanıklılık yönünden 173, 183, P33 ve 530 lahanaya hatlarının dayanıklı oldukları saptanmıştır. Seçilen bu hatlar, dayanıklılık ıslah programında kullanılmak üzere hibrit çeşit ıslah programlarında değerlendirilmesine başlanmıştır.

### Teşekkür

'Beyaz baş lahanada (*Brassica oleraceae* var. *capitata* subvar. *alba*) kök-ur nematoduna dayanıklı hibrit çeşit ıslahı' isimli bu doktora tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi PYO.ZRT.1901.11.009'nolu Proje ile desteklenmiştir.

### Kaynaklar

- Abad, P., Farevy, B., Rosso, M.N., Castagnone-Serono, P., 2003. Root-knot nematode parasitism and host response: molecular basis of a sophisticated interaction. *Mol. Plant. Pathol.*, 4: 217-224.
- Aydınlı, G., Mennan, S., 2016a. Orta Karadeniz Bölgesi seralarındaki kök-ur nematodlarının yayılış ve bulaşık oranı. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi TARGİD Özel Sayı* 189-198.
- Aydınlı, G., Mennan, S., 2016b. Bazı *Brassicaceae* bitkilerinin *Meloidogyne arenaria* (Neal) ve *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) (Tylenchida: Meloidogynidae)'ya konukçuluk seviyeleri. *Türk. Entomol. Derg.*, 40 (2): 197-208

- Aydınlı, G., İnce, E., Mennan, S., 2017. Bazı hıyar çeşitlerinin kök-ur nematodları *Meloidogyne arenaria* ve *M. incognita*'ya konukçu reaksiyonu. *Bitki Koruma Bülteni*, 57(4): 401-413
- Balkaya, A., Yanmaz, R., Apaydın, A., Kar, H., 2005. Morphological characterization of the white head cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* subvar. *alba*) populations in Turkey, *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 33(4): 333-341.
- FAO, 2016. FAOSTAT Statistical Databases. [www.fao.org](http://www.fao.org).
- Fortnum, B.A., Kasperbauer, M.J., Hunt, P.G., Bridges, W.C., 1991. Biomass partitioning in tomato plant infected with *Meloidogyne incognita*, *Journal of Nematology*, 23 (3): 291-297.
- Hartman, K.M., Sasser, J.N., 1985. Identification of *Meloidogyne* Species on the Basis of Differential Host Test and Perineal-Pattern Morphology, In: Barker, K.R., Carter, C.C., Sasser, J.N. (Eds.). *An Advanced Treatise on Meloidogyne Methodology* vol. II. North Carolina State University Graphics, North Carolina, 69-77.
- Kalaivanan, R., Dhivya, M., Karthikeyan, G., Devrajan, K., Manonmani, K., 2017. Interaction of White Rot Fungus [*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary] and Root-Knot Nematode [*Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chit.] in Cabbage (*Brassica oleracea* L.). *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.*, 6(9): 641-647.
- Kar, H., Karaağaç, O., Kibar, B., Apaydın, A., 2011. Karadeniz tarımsal araştırma enstitüsü'nde yürütülen sebze ıslahı araştırmaları IV. Tohumculuk Kongresi, Samsun, 14-17 Haziran.
- Karaağaç, O., 2013. Karadeniz bölgesi'nden toplanan kestane kabağı (*Cucurbita maxima*) ve bal kabağı (*C. moschata*) genotiplerinin karpuza anaçlık potansiyellerinin belirlenmesi, Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun,
- Khan, H., Ahmad, R., Akhtar A.S., 2000. Effect of inoculum density of *Meloidogyne incognita* and plant age on the severity of root-knot disease in tomato, *International Journal of Agriculture & Biology*, 2(4): 360-363.
- Khan, B., Khan, A.A., Khan, R., 2002. Host suitability of cabbage cultivars to races of *meloidogyne* species, *Nematol. medit.* 30: 45-46.
- Kinloch, R.A., 1990. Screening for resistance to root-knot nematodes. In Star, J.L. (edit) *Methods for Evaluating Plant Species for Resistance to Plant-Parasitic Nematodes*. Hyattsville, MD, USA, The Society of Nematologists, 24-32.

- Liebanas, G., Castillo, P., 2004. Host suitability of some crucifers for root-knot nematodes in southern Spain, *Nematology*, 6(1): 125-128.
- Lopez-Perez, J.A., Roubtsova, T., Ploeg, A. 2005. Effect of Three Plant Residues and Chicken Manure Used As Biofumigants at Three Temperatures on *Meloidogyne incognita* Infestation of Tomato in Greenhouse Experiments. *Journal of Nematology*, 37(4): 489-494.
- McSorley, R., Frederick, J.J., 1995. Responses of some common *Cruciferae* to root-knot nematodes, *Journal of Nematology*, 27(4): 550-554.
- Melakeberhan, H., Dey, J., Baligar, V.C., Carter Jr, T.E., 2004. Effect of soil pH on the pathogenesis of *Heterodera glycines* and *Meloidogyne incognita* on *Glycine max* genotypes, *Nematology*, 6(4): 585-593.
- Nyczepir, A.P., Thomas, S. H. 2009. Current and Future Management Strategies in Intensive Crop Production Systems. In: Perry R.N., Moens M., Starr J.L. (eds). *Root-Knot Nematodes*, pp. 412-443, CAB International, Wallingford, UK.
- Özarslandan, A., Söğüt, M.A., Yetişir, H., Elekcioglu, İ.H., 2011. Karpuz anaçlık potansiyeli olan su kabağı (*Lagenaria siceraria* (Molina) Standley) genotiplerinin *Meloidogyne incognita* (Kofoid&White, 1919) Chitwood ve *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood' ya karşı dayanıklılıklarının araştırılması, *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 35(4): 687-697.
- Özbakır Özer, M., 2014. Beyaz baş lahanada (*Brassica oleracea* var. *capitata* subvar. *alba*) kök-ur nematoduna dayanıklı hibrit çeşit ıslahı. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun. 237s.
- Pattison, A.B., Versteeg, C., Akiew, S., Kirkegaard, J., 2006. Resistance of *Brassicaceae* Plants to Root-Knot Nematode (*Meloidogyne* spp.) in Northern Australia. *International Journal of Pest Management*, 52(1): 53-62.
- Sasanelli, N., Di Vito, M., Zaccheo, G., 1992. Population densities of *Meloidogyne incognita* and growth of cabbage in pots, *Nematologia Mediterranea* 20: 21-23.
- Sasser, J.N., Eisenback, J.D., Carter, C.C. 1983. The International *Meloidogyne* Project Its Goals and Accomplishments. *Annual Review of Phytopathology*, 21, 271-288. Stirling, G.R., 1991. *Biological Control of Plant-Parasitic Nematodes*, CAB International, Wallingford, Oxon, 50- 85.
- Stirling, G.R., 1991. *Biological Control of Plant-Parasitic Nematodes*, CAB International, Wallingford, Oxon, 50- 85.
- Tiwari, S., Tech, V., Eisenback, J.D., Youngman, R.R., Entomologist, E., 2009. *Root-knot Nematode in Field Corn. Management*.
- Traunfeld, J., 1998. *Home and Garden Information Center*. University Maryland Extension,
- TUİK, 2016. Bitkisel üretim istatistikleri (<http://www.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>)
- Wang, C., Roberts, P.A., 2006. A Fusarium Wilt Resistance Gene in *Gossypium barbadense* and Its Effect on Root-Knot Nematode-Wilt Disease Complex. *Phytopathology*, 96: 727-734
- Yanmaz, R., Kaplan, N., Balkaya, A., Apaydın, A., Kar, H., 2000. Türkiye'nin Beyaz Baş Lahana (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* subvar. *alba*) Gen Kaynaklarının Belirlenmesi Üzerinde Araştırmalar. III. Sebze Tarımı Sempozyumu, Isparta, Türkiye, 11-13 Eylül