

T.C.  
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



AKDENİZ TAHIL KİST NEMATODU, *HETERODERA*  
*LATIPONS* (FRANKLIN)'UN BAZI BİYOLOJİK  
ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YİĞİT ALİ TATLI

BOLU, ARALIK - 2018

T.C.  
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI



AKDENİZ TAHIL KİST NEMATODU, *HETERODERA*  
*LATIPONS* (FRANKLIN)'UN BAZI BİYOLOJİK  
ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YİĞİT ALİ TATLI

BOLU, ARALIK - 2018

## KABUL VE ONAY SAYFASI

Yiğit Ali TATLI tarafından hazırlanan “AKDENİZ TAHIL KİST NEMATODU, *HETERODERA LATİPONS* (FRANKLIN)’UN BAZI BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI” adlı tez çalışması Bitki Koruma Anabilim Dalı’nda 07/12/2018 tarihinde BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

Danışman  
Doç. Dr. Mustafa İMREN  
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Üye  
Doç. Dr. Halil TOKTAY  
Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi

Üye  
Doktor Öğretim Üyesi Şenol YILDIZ  
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

### İmza



Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) (TOVAG-115 R 006 nolu proje) tarafından desteklenmiştir.

**Mezuniyet Tarihi :**

**Doç. Dr. Ömer ÖZYURT**

**Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü**

## ETİK BEYAN

Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Yiğit Ali TATLI

---

## ÖZET

**AKDENİZ TAHIL KİST NEMATODU, *HETERODERA LATİPONS*  
(FRANKLIN)'UN BAZI BİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN  
ARAŞTIRILMASI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
YİĞİT ALİ TATLI  
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI  
(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. MUSTAFA İMREN)  
BOLU, ARALIK - 2018**

Buğdayda zarara neden olan en önemli bitki paraziti nematodlardan olan Tahıl kist nematodu (*Heterodera avenae* group) ülkemizde ilk defa 1974 yılında Erzurum ilinde tespit edilmiştir. Tahıl kist nematodunun *Heterodera avenae* Wollenweber, *H. latipons* Franklin ve *H. filipjevi* (Madzhidov) Stone olmak üzere üç önemli türü ülkemizde saptanmıştır. Akdeniz Tahıl kist nematodu, *Heterodera latipons* (Franklin) sıcak ve ılıman iklimin hakim olduğu buğday ve arpa üretim alanlarında yaygın olarak bulunduğu ve ülkemizde birçok lokasyonda ekonomik zarar eşiğinin üstünde popülasyona sahip olduğu bilinmektedir. Kist nematodları ile mücadelede nematodun biyolojisi ve biyo-ekolojisinin bilinmesi özellikle tarla koşullarında davranış ve tercihlerinin ortaya konulması mücadeleye dönük stratejilerin geliştirilmesi açısından oldukça önemlidir. Bu çalışmada, Tahıl kist nematodu'nun biyolojisi üzerine etki eden en önemli ekolojik ve edafik faktörlerden biri olan sıcaklığın, *in-vitro*'da yumurtadan larva çıkışına ve *ex-vitro*'da popülasyon üzerine etkisi araştırılmıştır. Farklı sıcaklıkların *H. latipons* yumurtalarından larva çıkışına etkisinin araştırıldığı çalışmada, en yüksek yumurtadan larva çıkışı %47,57 ile 10 °C de gerçekleşmiş olup, bunu %38,12 ile 15 °C, %33,19 ile 5 °C ve %12,8 ile 20 °C'deki larva çıkışları takip etmiştir. En düşük yumurtadan larva çıkışı %3,5 ile 25 °C de gerçekleşmiştir. Tarla koşullarında *H. latipons*'un ikinci dönem larva (J<sub>2</sub>) popülasyonunun Mart ve Nisan aylarında en yüksek düzeyde olduğu ve Haziran ayından itibaren popülasyonun düşüş eğilimine geçtiği gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda yumurtadan larva çıkışına ve popülasyon üzerinde 10-15 °C sıcaklığın pozitif yönde etkili olduğu, düşük ve yüksek sıcaklıkların ise pozitif etkisinin sınırlı olduğu sonucuna varılmıştır.

**ANAHTAR KELİMELER:** Buğday, Biyoloji, *Heterodera latipons*, Kist nematodu, Sıcaklık

## ABSTRACT

### INVESTIGATION OF SOME BIOLOGICAL PROPERTIES OF MEDITERRANEAN CEREAL CYST NEMATODE

MSC THESIS

YİĞİT ALİ TATLI

BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY GRADUATE SCHOOL OF  
NATURAL AND APPLIED SCIENCES

DEPARTMENT OF PLANT PROTECTION

(SUPERVISOR: ASSOC. PROF. MUSTAFA İMREN)

BOLU, DECEMBER 2018

Cereal cyst nematode (*Heterodera avenae* group), which is one of the most important plant parasitic nematodes in wheat, was first detected in Erzurum province in Turkey in 1974. The Three important species of Cereal cyst nematode: *Heterodera avenae* Wollenweber, *H. latipons* Franklin and *H. filipjevi* (Madzhidov) Stone were identified in Turkey. Mediterranean Cereal cyst nematode, *Heterodera latipons* (Franklin) is widely known in wheat and barley production areas where hot and temperate climates dominate and are known to have populations above the economic loss threshold in many localities in Turkey. The knowledge of nematode biology and bio-ecology to control cyst nematodes is very important in terms of developing new strategies for management, especially in nematode behavior and selection in the nature. In this study, the effect of temperature, which is one of the most important ecological and edaphic factor affecting Mediterranean Cereal cyst nematode's biology, on egg-larva hatching *in vitro* and *ex-vitro* population was investigated. In the study, the effect of different temperatures on larvae hatching from *H. latipons* eggs, the highest egg hatching rate was 47,57% at 10 °C, followed by 38,12% at 15 °C, 33,19% at 5 °C and 12,8% at 20 °C. The lowest hatching of larva from eggs was 3,5% at 25 °C. It has been observed that the second stage larva (J2) population of *H. latipons* in natural conditions is highest in March and April, and the population has been on a downward trend since June. As a result of the study, it was concluded that 10-15 °C temperature was effective in positive direction on egg larva hatching and population, and that the positive effect of lower and higher temperatures was weaker.

**KEYWORDS:** Biology, Cyst nematode, *Heterodera latipons*, Temperature, Wheat,

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

ÖZET.....	v
ABSTRACT .....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ .....	x
TEŞEKKÜR .....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	6
3.1    Sıcaklığın <i>in-vitro</i> Koşullarında Yumurtadan Larva Çıkışına Etkisi ...	6
3.2    Tarlada <i>Heterodera latipons</i> 'un Popülasyon Takibi .....	8
3.2.1    Eppendorf Tüpte <i>Heterodera latipons</i> 'un Popülasyon Takibi .....	8
3.2.2    Toprakta <i>Heterodera latipons</i> 'un Popülasyon Takibi .....	9
4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....	12
4.1    Sıcaklığın <i>in-vitro</i> Koşullarında Yumurtadan Larva Çıkışına Etkisi .	12
4.2    Tarlada <i>Heterodera latipons</i> 'un Popülasyon Takibi .....	14
4.2.1    Eppendorf Tüpte <i>Heterodera latipons</i> 'un Popülasyon Takibi ....	14
4.2.2    Toprakta <i>Heterodera latipons</i> 'un Popülasyon Takibi .....	16
5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	20
6. KAYNAKLAR.....	22
7. ÖZGEÇMİŞ .....	26

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 3.1. Farklı Sıcaklıkların <i>H. latipons</i> Yumurtalarından Larva Çıkışına Etkisi	6
Şekil 3.2. <i>Heterodera latipons</i> Yumurtalarından Larva Çıkışı Üzerine Sıcaklığın Etkisinin <i>in-vitro</i> Koşullarda Araştırılması	7
Şekil 3.3. Tarla Koşullarında Sıcaklığın <i>Heterodera latipons</i> Yumurtalarından Larva Çıkışı	8
Şekil 3.4. Geliştirilmiş Baermann Huni Yöntemi İle Hareketli Nematodların Toprakten Elde Edilmesi	10
Şekil 3.5. <i>Heterodera latipons</i> 'un Toprakten Kort Metodu İle Kistlerin Elde Edilmesi	11
Şekil 4.1. Farklı Sıcaklıkların <i>Heterodera latipons</i> Yumurtalarından Larva Çıkışı Üzerine Olan Etkisi	13
Şekil 4.2. Adana'nın Karaisalı İlçesinde Tarla Koşullarında <i>Heterodera latipons</i> Yumurtalarından Larva Çıkışı	14
Şekil 4.3. Mardin'in Derik İlçesinde Tarla Koşullarında <i>Heterodera latipons</i> Yumurtalarından Larva Çıkışı	15
Şekil 4.4. Adana'nın Karaisalı İlçesinde Tarla Koşullarında <i>Heterodera latipons</i> 'un İkinci Dönem Larvalarına Ait Popülasyon Takibi	16
Şekil 4.5. Mardin'in Derik İlçesinde Tarla Koşullarında <i>Heterodera latipons</i> 'un İkinci Dönem Larvalarına Ait Popülasyon Takibi	17
Şekil 4.6. Adana'nın Karaisalı İlçesinde Tarla Koşullarında <i>Heterodera latipons</i> 'un Kistlerine Ait Popülasyon Takibi	18
Şekil 4.7. Mardin'in Derik İlçesinde Tarla Koşullarında <i>Heterodera latipons</i> 'un Kistlerine Ait Popülasyon Takibi	19



## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

<b>Çizelge 3.1.</b> Sıcaklığın yumurtadan larva çıkışına etkisinde kullanılan nematod popülasyonları .....	6
<b>Çizelge 3.2.</b> Tarla koşullarında <i>H. latipons</i> 'un popülasyon takibi için kullanılan lokasyonlar .....	8
<b>Çizelge 4.1.</b> Farklı sıcaklıklardaki in-vitro koşullarda <i>Heterodera latipons</i> kistlerinden larva çıkış oranları (%)	12



## KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

<b>g</b>	: Gram
<b>ml</b>	: Mili Litre
<b>µm</b>	: Mikro Metre
<b>OTS</b>	: Ortalama Toprak Sıcaklığı
<b>%</b>	: Yüzde
<b>°C</b>	: Santigrat



## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmamın her aşamasında ilgi ve desteğini esirgemeyen, bilgi ve deneyimleri ile beni yönlendiren, çalışmamı bilimsel temeller ışığında şekillendiren çok değerli danışman Hocam Doç. Dr. Mustafa İMREN'e, aynı zamanda bu süreçte her konuda desteğini esirgemeyen Bitki Koruma Öğretim Üyeleri Prof. Dr. M. Erhan GÖRE'ye, Doç. Dr. Halil KÜTÜK'e ve Arş. Gör. A. Sami KOCA'ya ve Uzman Nagihan DUMAN'a ve Uzman Mehmet KILIÇ'a (Diyarbakır Zirai Mücadele Araştırma İstasyonu) en içten dileklerle teşekkürlerimi sunuyorum.

Her zaman benim yanımda olan maddi ve manevi desteğini benden esirgemeyen ve bugüne gelmemde de büyük payları olan, yaptığım her şeyin arkasında olan annem, Ayşe TATLI ve babam, Fahri TATLI'ya sonsuz teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Aynı zamanda yüksek lisans tez çalışmam sürecinde *in-vitro* ve *ex-vitro* ortamındaki çalışmalarda yardımlarını esirgemeyen, emeği geçen herkese ayrı ayrı teşekkürlerimi sunarım.



# 1. GİRİŞ

Buğday (*Triticum* spp.) dünyada pirinç ve mısırdan sonra en çok yetiştiriciliği yapılan kültür bitkisidir. Türkiye buğdayın gen merkezi olarak dünyada buğday üretiminde söz sahibi olan önemli on üretici ülke arasında yer almaktadır (Salamini vd., 2002; Özkan vd., 2005; Kilian vd., 2007). Günümüzde buğday yetiştiriciliğinde birçok hastalık ve zararlı etmen üründe kayıplara neden olmakta, zararlı etmenler içerisinde de bitki paraziti nematodlar önemli bir yer tutmaktadır. Tahıllarda zararlı bitki paraziti nematodlar: Kök lezyon nematodları (*Pratylenchus* spp.), Kök ur nematodları (*Meloidogyne* spp.), Soğan sak nematodu (*Ditylencus dipsaci*), Tohum gal nematodu (*Anguina tritici*) ve Tahıl kist nematodları (*Heterodera avenae* group) olarak bilinmektedir (Nicol, 2002). Türkiye’de buğday alanlarında Tahıl kist nematodunun ekonomik önemli türlerinin bulunduğu ve türlerin dağılımında bölgeler arası farklılıklar olduğu bildirilmektedir (Rumpfenhorst vd., 1996; Subbotin vd., 2003; Şahin vd., 2009; İmren vd., 2010; 2011; Toktay vd., 2015).

Bitki kökünde kist oluşturmaları ile karakterize edilen Tahıl kist nematodu (*Heterodera avenae* group) buğdayın en temel zararlılarından (Nicol vd., 2002). Dünya’da *Heterodera avenae* group’a ait 12 tür mevcut olup bunlardan, *Heterodera avenae* (Wollenweber), *H. filipjevi* (Madzhidov) Stelter, *H. latipons* (Franklin) ve *H. mani* (Mathews) ana zararlı olarak bilinmektedir (Rivoal ve Cook, 1993; Nicol, 2002). Türkiye’de Tahıl kist nematodları *H. avenae*, *H. filipjevi* ve *H. latipons* olmak üzere üç önemli tür saptanmış olup, söz konusu bu türlerin ekolojik etkenlere özellikle de sıcaklığa bağlı olarak buğday ve arpa üretim alanlarında dağılımının değişkenlik gösterdiği bildirilmektedir (Rumpfenhorst vd., 1996; Subbotin vd., 2003; Şahin vd., 2009; İmren vd., 2012, 2015; Dababat vd., 2014, 2015).

Tahıl kist nematodlarının dünya genelinde buğday üretimini olumsuz yönde etkilediği, Pakistan’da %15–20, Avustralya’da %23–50, Suudi Arabistan’da %40-92, Çin’de %10–40, Amerika’da %25-40 ve Türkiye’de %5-50 oranında ürün kaybına neden olduğu belirtilmektedir (Maqbool, 1988; İbrahim vd., 1999; Smiley vd., 2005; Nicol vd., 2006; Peng vd., 2007; İmren vd., 2014).

Günümüzde Tahıl kist nematodları konusunda yapılmış birçok araştırmada nematodun biyolojik ve ekolojik özelliklerinin nematodun türüne ve hatta aynı türün

farklı popülasyonları arasında değişkenlik gösterebildiği belirtilmektedir. Zira, Tahıl kist nematodu türleri arasında ve aynı türe ait popülasyonlar arasında dahi yumurta ve larva gelişimlerinde sıcaklık istekleri ve inkübasyon süreleri bakımından farklılıklar mevcuttur. Ayrıca kist nematodu türlerinin yumurtadan larva çıkışı esnasında belli bir süre soğuklama ihtiyacı bulunduğu ve dormant dönemlerini buna göre tamamladıkları bilinmektedir. Bu konuda *H. avenae* ve *H. filipjevi*'nin ülkemiz popülasyonlarına yönelik oldukça kapsamlı çalışmalar yürütülmüş, *H. avenae* için yumurtadan larva çıkışı sıcaklığı 10 °C, *H. filipjevi* için ise 10 veya 15 °C olduğu bildirilmiştir (Şahin, 2010; İmren vd., 2012).

Ülkemizde Doğu Akdeniz Bölgesi ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde buğday alanlarında yaygın olarak bulunan Akdeniz Tahıl kist nematodu, *H. latipons*'un biyolojik özellikleri ve refleksleri konusunda herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenle ülkemizde Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Doğu Akdeniz Bölgesi'nde iki farklı iklim kuşağında saptanmış ve kalıtsal farklılıklara sahip olduğu ortaya konulmuş *H. latipons* popülasyonlarına ait biyolojik ve ekolojik özelliklerin araştırılması oldukça önemlidir. Bu çalışmada, *in-vitro* koşullarda *H. latipons* için en uygun yumurtadan larva çıkış sıcaklığı ve süresi ile nematodun *ex-vitro* koşullarda popülasyon dalgalanması (popülasyonun ne zaman en yüksek veya en düşük yoğunluğa ulaştığı) ortaya konulması amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda *H. latipons*'un *in-vitro* denemelerinde kullanılabilir metodolojik bilgilerin ve mücadele stratejisinin belirlenmesine yönelik bulgular elde edilmiş olup, söz konusu veriler nematodun mücadelesine yönelik önemli katkılar sunmaktadır.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Buğdayda ürün kaybına neden olan birçok hastalık, zararlı ve yabancı ot mevcut olup, zararlılar içerisinde bitki paraziti nematodlar önemli bir yer teşkil etmektedir. Buğdayda bitki paraziti nematodlardan kaynaklı ürün kaybının her yıl ortalama %7-10 oranında gerçekleştiği ve bunun maddi değerinin 6 milyar Amerikan Doları olduğu bildirilmektedir (Sasser, 1987). Dünyada buğdayda ürün kayıplarına neden olan bitki paraziti nematodlar; Tohum gal nematodu (*Anguina tritici*), Soğan sak nematodu (*Ditylencus dipsaci*), Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.), Kök lezyon nematodları (*Pratylenchus* spp.) ve Tahıl kist nematodu (*Heterodera avenae* group) olduğu belirtilmektedir (Nicol, 2002). Bitkilerin köklerinde kist oluşturmaları ile tanınan Tahıl kist nematodu *Heterodera avenae* group'un buğdayda beslenip çoğalan 12 türü mevcut olup, bunlardan *Heterodera avenae* (Wollenweber), *H. filipjevi* (Madzhidov) Stelter, *H. latipons* (Franklin) ve *H. mani* (Mathews) ana zararlı konumundadır (Rivoal ve Cook, 1993; Nicol, 2002).

*Heterodera avenae* group dünyada buğday alanlarında en yaygın olan Tahıl kist nematodu türü olup Avusturalya, Kanada, İsrail, Güney Afrika, Japonya, birçok Avrupa ülkesi (Kort, 1972); Hindistan (Sharma ve Swarup, 1984; Sikora, 1988); Fas, Tunus, Pakistan, Libya (Sikora, 1988); Cezayir (Mokabli vd., 2001) ve Suudi Arabistan (İbrahim vd., 1999)'da bulunduğu bildirilmektedir. Tahıl kist nematodu türü *H. avenae*'nin serin-ılıman iklimde (Rivoal ve Cook, 1993), *H. latipons*'un Akdeniz iklimine sahip Suriye (Sikora ve Oostendorp, 1986; Scholz, 2001), İsrail (Kort, 1972; Mor vd., 1992), Kıbrıs (Sikora, 1988), İtalya ve Libya (Kort, 1972) gibi sıcak iklim kuşağındaki ülkelerde, *H. filipjevi*'nin ise daha çok karasal iklimde sahip Rusya (Balakhnina, 1989) ve Türkiye'de, Orta Anadolu Bölgesi'nde (Nicol vd., 2006) bulunduğu ve tahıllarda ürün kayıplarına neden oldukları bildirilmektedir.

Tahıl kist nematodları (*H. avenae* group) bitkinin köklerinde oluşturduğu kistlerle karakterize edilen, hareketsiz endoparazitik nematodlardır. Hayat döngüsü bulunduğu ekolojik ve coğrafik koşullara ve konukçu bitkinin hayat döngüsü ile sıkı bir ilişki içindedir. Tahıl kist nematodlarının yaşam döngüsü yumurta, 4 larva ve ergin dönemi olmak üzere 6 farklı biyolojik dönemden oluşmaktadır. Tahıl kist nematodları birinci larva dönemini yumurta içerisinde geçirirler. İkinci dönem larva döneminde

yumurtadan çıkarak toprakta serbest olarak hareket eder ve kök uçlarından konukçu bitkiye giriş yaparlar. Bitki köküne giriş yapan ikinci dönem larva kortekse doğru hareket ederek başı kortekste, kuyruk kısmı kök yüzeyinde olacak şekilde köke yerleşerek beslenirler. Biyolojik gelişimini tamamlamasıyla vücudunun bir kısmı kök yüzeyinde görülecek şekilde ergin hale gelirler (Kort, 1972; Agrios, 1997).

Tahıl kist nematodunun erkek bireyi ince uzun silindir şeklinde olup erginleştikten sonra dişiye dölleyerek bitkiyi terk edip toprağa geçerler. Dişiler ergin oldukları zaman limon şeklinde olup beslenmeye devam ederler. Dişi kirli beyaz veya krem renkte olup, yumurta bırakma devresinden sonra kahverengi bir renk alarak ölür ve içerisinde yumurtaların depo edildiği kist haline dönüşürler. Kist aslında ölmüş dişi birey olup, söz konusu bu özel yapı nematodun dayanıklı dönemi olarak kabul edilmektedir. Kist içerisindeki yumurtaları olumsuz çevre koşullarına karşı korumakta ve uygun konukçu bulunmaması halinde kistin içindeki canlı yumurtalar yıllarca toprakta kalabilmektedirler (Kort, 1972; Agrios, 1997).

Tahıl kist nematodu yılda bir döl verir ve larvanın köke girişinden 9-14 hafta sonra hayat dönemini tamamlarlar. İkinci dönem larvaların yumurtadan çıkışı genellikle toprak sıcaklığı 10-15 °C olduğunda gerçekleşir. Serin ve ılıman iklim koşullarında uzun kış döneminde, Akdeniz iklimi gibi yarı kurak bölgelerde yaz ve sonbahar döneminde yumurtalar kist içinde hareketsiz durgun şekilde kalmaktadırlar. Bitki köklerinde beyaz kistler buğdayın süt ve sarı olum dönemlerinde görülebilmektedir. Nematodun dişilerinin bitkide beslenmeleri sonucu kök dokusunda oluşan anormal hücreler bitkinin kökleriyle su ve besin alımını kısıtlarlar. Bulaşık köklerde çatallanma, şişkinlik, kütleşmeye bağlı olarak bitkinin gelişimi zayıflar, yapraklar küçük kalır; köklerin su ve besin alım düzeninin bozulması nedeni ile bitkide solgunluk ve bodurlaşma meydana getirebilirler (Kort, 1972; Agrios, 1997).

*In-vivo* koşullarda yürütülecek nematod-bitki interaksyonu çalışmalarında öncelikli olarak nematod popülasyonuna ait bazı biyolojik özelliklerin belirlenmesi gerekmektedir. Zira, *H. avenae* group'a ait türler arasında ve aynı türün farklı popülasyonları arasında *in-vitro* koşullarda yumurta ve larva gelişiminde sıcaklık ve inkübasyon süreleri yönünden farklılıklar görülebilmektedir. Ayrıca, doğada mevsimsel sıcaklık değişimleri ve konukçu bitkinin gelişimine bağlı olarak, kistten larva çıkışının erken ya da geç olması veya hiç olmaması (dormansi) söz konusu

olabilmektedir. Bu nedenle Tahıl kist nematodunun *in-vitro* koşullardaki biyolojik özelliklerinin bilinmesinin yanı sıra doğa koşullarındaki davranış ve tercihlerinin ortaya konulması mücadeleye dönük stratejilerin geliştirilmesinde oldukça önemlidir.

*Heterodera avenae*'nin Kanada popülasyonuna ait bireylerde yumurtadan larva gelişimi için en uygun sıcaklığın 7 °C ve kistten larva çıkışı için en uygun sıcaklığın ise 15-20 °C olduğu belirtilirken Fusthey ve Johnson (1966) aynı türün Avustralya popülasyonuna ait larva gelişimi için en uygun sıcaklığın 10 °C ve kistten larva çıkışı için en uygun sıcaklığın ise 20 °C olduğu bildirilmektedir (Banyer ve Fisher, 1971a). Rivoal (1986) *H. avenae*'nin Fransa'daki kuzey ve güney patotipleri için en uygun larva çıkış sıcaklığının 10 °C'nin altında olduğunu, Banyer ve Fisher (1971b) ve Meagher (1977) ise Avustralya'da tarla koşullarında *H. avenae* yumurtalarından en fazla larva çıkışının 10 °C'nin altındaki sıcaklıklarda gerçekleştiğini bildirmektedirler. Benzer şekilde, kistlerin larva çıkışı öncesi 6–8 hafta süreyle soğuklama ihtiyaçlarının karşılanması durumunda larva çıkışının artış gösterdiği belirtilmektedir (Zancada ve Sanchez, 1988). *H. avenae*'nin Cezayir popülasyonuna ait en fazla larva çıkışının 3-25 °C arası sıcaklıklarda gerçekleştiğini, yüksek sıcaklıkların ise larva çıkışını geciktirdiği bildirilmektedir (Mokabli vd., 2001).

*Heterodera latipons*'un Suriye popülasyonuna ait en uygun larva çıkış sıcaklığının 10 °C olduğu ve çıkışın başlaması için kistlerin 5 °C'de 16 gün süreyle bekletilmesi gerektiği laboratuvar çalışmaları ile ortaya konulmuştur (Scholz ve Sikora, 2004). *H. filipjevi*'nin Türkiye'de Orta Anadolu popülasyonu ile *in-vitro* koşullarda yapılan çalışmada kistlerden en iyi larva çıkışının 10 ve 15 °C'de gerçekleştiği bildirilmektedir (Şahin vd., 2010). İmren vd. (2012), *H. avenae*'nin Doğu Akdeniz popülasyonuna ait en uygun larva çıkışının 10 °C'de gerçekleştiğini ortaya koymuşlardır. Bu çalışmada, *in-vitro* koşullarda *H. latipons* için en uygun yumurtadan larva çıkış sıcaklığı ve süresi ile nematodun *ex-vitro* koşullarda popülasyon dalgalanması (popülasyonun ne zaman en yüksek veya en düşük yoğunluğa ulaştığı) ortaya konulmuştur.



### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1 Sıcaklığın *in-vitro* Koşullarında Yumurtadan Larva Çıkışına Etkisi

*Heterodera latipons* yumurtalarından larva çıkışı üzerine farklı sıcaklıkların etkisinin *in-vitro* koşullarda araştırıldığı çalışmada *H. latipons*'un Gaziantep (Karkamış) popülasyonları kullanılmıştır (Çizelge 3.1)

**Çizelge 3.1.** Sıcaklığın yumurtadan larva çıkışına etkisinde kullanılan nematod popülasyonları

No	İl	Lokasyon-İlçe	Enlem	Boylam	Yükseklik (m)
1	Gaziantep	Akçaköy-Karkamış	36° 48' 27 K	37° 52'33 D	429
2	Gaziantep	Merkez-Karkamış	36° 22' 58 K	37° 64' 28 D	420

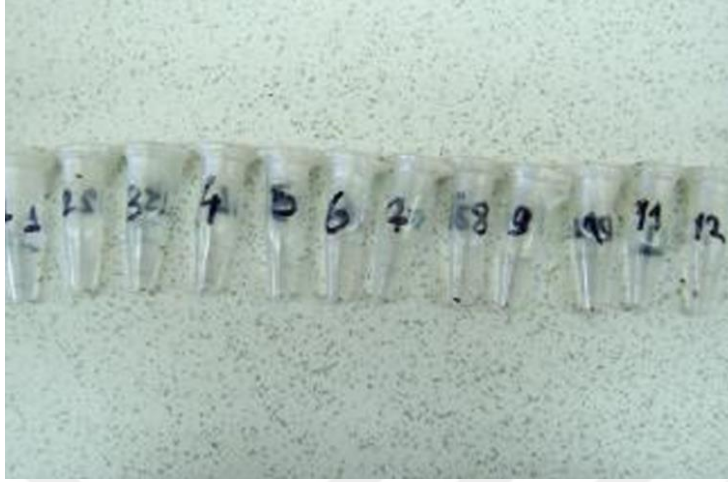
Kistlerin dormant periyodunu kırmak amacıyla *H. latipons*'un dişi bireyleri 5 °C'de 15-20 gün süreyle ön soğuklamaya tabii tutulmuş devamında ise sırasıyla, 5, 10, 15, 20 ve 25 °C sıcaklıklara alınmıştır (Zancada ve Sanchez, 1988) (Şekil 3.1)



**Şekil 3.1.** Farklı sıcaklıkların *H. latipons* yumurtalarından larva çıkışına etkisi.

Farklı sıcaklıkların *H. latipons* yumurtalarından larva çıkışına etkisinin araştırıldığı çalışmada, bir eppendorf tüpe, 3 ml steril saf su ile 1 adet dolu kist

konulmuş ve her bir tüp bir tekerrür kabul edilmiştir. Her bir sıcaklık için denemeler 12 tekerrürlü olarak tesadüf blokları deneme deseninde kurulmuştur (Şekil 3.2)



**Şekil 3.2.** *Heterodera latipons* yumurtalarından larva çıkışı üzerine sıcaklığın etkisinin *in-vitro* koşullarda araştırılması.

Çalışma, 2016 yılı aralık ayından 2017 yılı Haziran ayına kadar olan dönemde yürütülmüş ve her 30 günlük dönem (1-30 gün - I. Periyot; 31-60 gün - II. Periyot; 61-90 gün - III. Periyot; 91-120 gün - IV. Periyot; 121-150 gün - V. Periyot; 151-180 gün- VI. Periyot ve 181-210 gün- VII. Periyot) bir periyot olarak kabul edilmiş olup, çalışma 7 dönemin sonunda 210 günde (30 gün X 7 dönem = 210 gün) tamamlanmıştır.

Çalışmada her bir sıcaklık için her bir periyotta ortalama 7 günde bir olmak üzere 4 defa yumurtadan çıkış yapan larva sayımı yapılmış ve her bir periyotta toplamda 280 adet tüpün (7 gün X 4 defa X 10 tekerrür = 280 adet tüp) sayımı gerçekleştirilmiştir. Deneme boyunca, 5 farklı sıcaklıkta ve her bir sıcaklıkta 7 farklı periyotta olmak üzere 9800 adet tüp (5 farklı sıcaklık X 7 periyotta X 280 her bir periyotta sayım yapılan tüp sayısı = 9800 adet tüp) içindeki yumurtadan çıkış yapan larvaların sayımı yapılmıştır.

Farklı sıcaklıkların *H. latipons* yumurtalarından larva çıkışına etkisinin araştırıldığı çalışma sonunda her bir kistten çıkış yapan larva sayıları, toplam kist içindeki toplam larva sayısına oranlanarak kistten çıkış yapan toplam larva sayısı sıcaklıklar bazında yüzde (%) olarak hesaplanmıştır. Sıcaklığın yumurtadan larva çıkışına olan etkisi tek yönlü varyans analizine tabii tutulmuştur. Hangi sıcaklıkta en fazla yumurtadan larva çıkışının olduğu Duncan ( $P < 0.05$ ) testi ile belirlenmiştir

## 3.2 Tarlada *Heterodera latipons*'un Popülasyon Takibi

### 3.2.1 Eppendorf Tüpte *Heterodera latipons*'un Popülasyon Takibi

Eppendorf tüpler içerisinde *H. latipons* yumurtalarından larva çıkışı *ex-vitro* (doğa veya tarla) koşullarda araştırılmış olup, söz konusu çalışma Adana'nın Karaisalı ve Mardin'in Derik ilçelerinde yürütülmüştür (Çizelge 3.2).

**Çizelge 3.2.** Tarla koşullarında *H. latipons* 'un popülasyon takibi için kullanılan lokasyonlar

No	İl	Lokasyon-İlçe	Enlem	Boylam	Yükseklik
1	Adana	Karaisalı	37° 34' 35 K	35° 43' 56 D	233 m
2	Mardin	Derik	37° 38' 31 K	41° 34' 45 D	502 m

Tarla koşullarında sıcaklığın *H. latipons* yumurtalarından larva çıkışına etkisinin araştırıldığı çalışmada, bir eppendorf tüpe, 3 ml steril saf su ile 1 adet dolu kist konulmuş ve her bir tüp bir tekerrür kabul edilmiştir (Şekil 3.3.).



**Şekil 3.3.** Tarla koşullarında sıcaklığın *Heterodera latipons* yumurtalarından larva çıkışı.

Denemeler 10 tekerrürlü olarak tesadüf blokları deneme deseninde kurulmuştur. Çalışma, 2016 yılı aralık ayından 2017 yılı haziran ayına kadar yürütülmüş ve ayda 2 defa (15 günde bir) ve 10 tekerrürlü olmak üzere yumurtadan çıkış yapan larva sayımları gerçekleştirilmiştir. Deneme süresince 140 adet tüp (aylık

sayım (2) X ay (7) X tekerrür (10)= 140 adet tüp) içindeki yumurtadan çıkış yapan larva sayımı yapılmıştır. Deneme süresince her bir örneklemede (tüp içerisindeki mevcut suyun yenisiyle değiştirilmesi) toprak sıcaklığı kaydedilmiş ve toprak sıcaklıkları esas alınarak, her bir ortalama sıcaklıktaki yumurtadan çıkış yapan larva sayısı hesaplanmıştır.

Örnekleme yapılan ayların (dolaylı olarak sıcaklığın) yumurtadan larva çıkışına olan etkisi tek yönlü varyans analizine tabii tutulmuştur. Böylelikle, hangi örnekleme döneminde ve sıcaklıkta en fazla yumurtadan larva çıkışının olduğu Duncan ( $P<0.05$ ) testi ile belirlenmiştir.

### 3.2.2 Toprakta *Heterodera latipons*'un Popülasyon Takibi

Tarla koşullarında *H. latipons*'un ikinci dönem larva ve kist popülasyonu takibi Adana'nın Karaisalı ve Mardin'in Derik ilçelerinde yürütülmüştür. Popülasyon takibi nematod ile bulaşık olduğu bilinen buğday tarlalarında gerçekleştirilmiş olup, buğdayın ekimine (18 Kasım 2016) müteakip (2 Aralık 2016 itibarıyla) örneklenmeye başlanılmış ve 2017 yılı haziran ayına kadar yürütülmüştür. Ayda 2 defa (15 günde bir) toprak ve kök örneği alınarak nematoda ait hem ikinci dönem larva hem de kistlerin sayımı yapılmıştır. Çalışma, 2016 yılı aralık ayından her bir örneklemede tarlanın 15-20 farklı noktasından ve 15-20 cm derinlikten 2 kg toprak ve kök örneği alınmıştır.

Örnekleme yapılan ayların (dolaylı olarak sıcaklığın) ikinci dönem larva ve dişi birey sayısına olan etkisi tek yönlü varyans analizine tabii tutulmuştur. Hangi örnekleme döneminde veya sıcaklıkta en fazla ikinci dönem larva veya dişi birey sayısına ulaştığı Duncan ( $P< 0.05$ ) testi ile belirlenmiştir.

**İkinci dönem larvalarına ait popülasyon takibi.** Örneklerden *H. latipons*'a ait ikinci dönem larvaları Geliştirilmiş Baermann Huni Yöntemi'nin modifiye edilmiş biçimi olan Petri Yöntemi kullanılarak, Hooper (1986) göre izole edilmiş ve nematodların sayımı ışık mikroskopunda yapılmıştır.

Örneklerden *H. latipons*'a ait ikinci dönem larvaları Geliştirilmiş Baermann Huni Yöntemi'nin modifiye edilmiş biçimi olan Petri Yöntemi kullanılarak izole

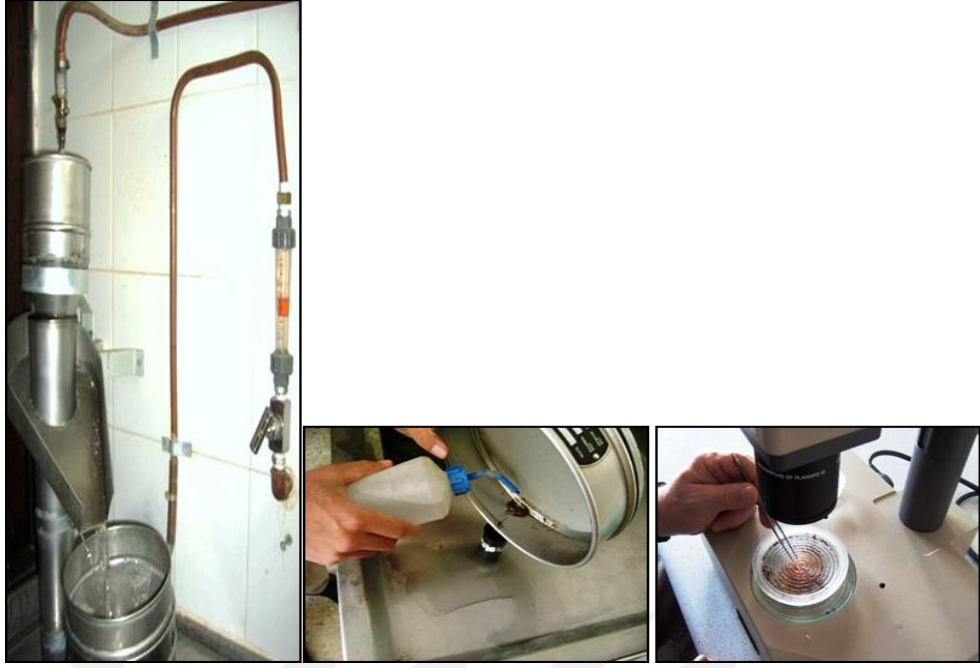
edilmiştir. Bu yöntemde 12 cm çapında, 2 cm yüksekliğinde plastik petripler ile tabanında stand bulunan elekler kullanılmıştır (Şekil 3.4).



**Şekil 3.4.** Geliştirilmiş Baermann Huni Yöntemi ile hareketli nematodların topraktan elde edilmesi.

Stand, elek ile petri arasında 0,5 cm yükseklik sağlamak suretiyle elek ile petri birbirine temasını önlemekte böylelikle toprakta bulunan nematodların suya geçmesi sağlanmıştır. Bu amaçla, eleklerin yüzeyine bir çift filtre kâğıdı konularak, tüplerde bulunan toprak ve kök örneği kâğıdının üzerine yerleştirilmiştir. Petri kutularının içerisine elekte bulunan topraklar ıslanıncaya kadar su ilave edilmiştir. Bu şekilde 48 saat içerisinde toprakta bulunan nematodların Petri kutusundaki suya geçmesi sağlanmıştır. Bu süre sonunda Petri kutusunun içerisinde bulunan su 100 ml'lik cam tüplere (mezür) doldurularak nematodların suyun tabanına çökmesi için 4–6 saat beklenilmiştir. Daha sonra cam veya plastik tüpteki su üstten alınarak falkom (15 ml) tüplere aktarılarak nematodların 2 ml'lik suda kalması sağlanmıştır. Tüpteki 2 ml'lik su iyice karıştırılarak bunun içerisinde 50 µl'lik suda bulunan nematodların sayımları iki tekrarlı olarak yapılmıştır (Hooper, 1986).

**Kistlerin Toplanması ve Sayımı.** Toprak örneklerindeki *H. latiponskistlerinin* izolasyonunda Fenwick (1940) metodunun modifiye edilmiş biçimi olan Kort cihazı kullanılmıştır (Hooper, 1986). Bu amaçla, her bir örnekten, 250 g toprak orta basınçlı (6 L/dk) suda 850 ve 250 µm eleklerden geçirilerek yıkanmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. *Heterodera latipons*'un topraktan kort metodu ile kistlerin elde edilmesi.

Elde edilen süzölmüş toprak sayım kaplarına alınmış, nematod ile bulaşık örnekler içerisindeki kistler 20x büyötmeli ve stereo binoköler mikroskopta iki tekrarlı olarak sayımları yapılmıştır (Şekil 3.5).

Tarla koşullarında *Heterodera latipons*'un popöasyon dalgalanmasının takibi çalışmalarında denemelerin yürötüleceği alanda; toprak sıcaklığı ve nemi, hava sıcaklığı ve nem tespiti HOBO cihazı kullanılarak edilmiştir.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1 Sıcaklığın *in-vitro* Koşullarında Yumurtadan Larva Çıkışına Etkisi

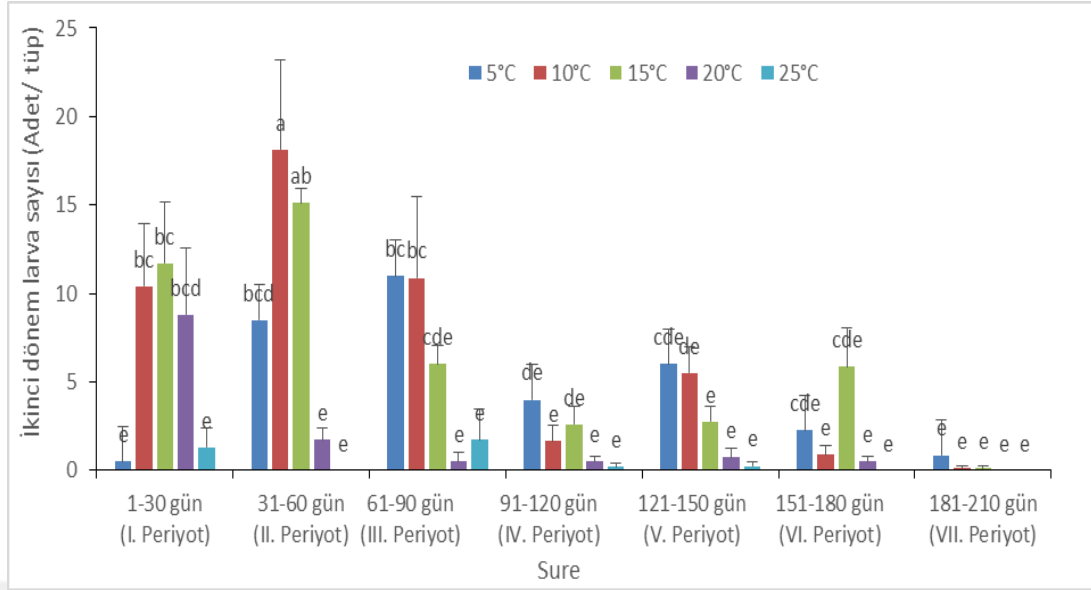
Farklı sıcaklıkların *H. latipons* yumurtalarından larva çıkışına etkisinin araştırıldığı çalışmada, en yüksek yumurtadan larva çıkışı %47,57 ile 10 °C de gerçekleşmiş olup, bunu %38,12 ile 15 °C, %33,19 ile 5 °C ve %12,8 ile 20 °C'deki larva çıkışları takip etmiştir. En düşük yumurtadan larva çıkışı %3,5 ile 25 °C de gerçekleşmiştir (Çizelge 4.1).

**Çizelge 4.1.** Farklı sıcaklıklardaki *in-vitro* koşullarda *Heterodera latipons* kistlerinden larva çıkış oranları (%)

Sıcaklık (°C)	Yumurtadan çıkış yapan toplam larva sayısı (%)
5	33,19 bc *
10	47,57 a
15	38,12 b
20	12,8 c
25	3,5 d

\*Aynı sütunda benzer harfler içeren ortalamalar Duncan ( $P<0,05$ ) testine göre birbirinden farklıdır.

Farklı sıcaklıkların *H. latipons* yumurtalarından larva çıkışı üzerinde etkisinin araştırıldığı çalışmada en yüksek larva çıkışı 31-60 günlük dönemde (II. Periyotta) 10 ve 15 °C'de gerçekleşmiş olup, istatistiki olarak sırasıyla “a ve ab” değerini almışlardır. En yüksek ikinci yumurtadan larva çıkışı sırasıyla I. periyotta 10 ve 15 °C, III. periyotta 5 ve 10 °C sıcaklıklarda gerçekleşmiş olup, istatistiki olarak “bc” değerini almışlardır. En düşük yumurtadan larva çıkışı 61-90 günlük dönemde (III. Periyotta) 5 °C'de, 181-210 günlük dönemde (VII. Periyotta) ise 20 ve 25 °C sıcaklıklarda tespit edilmiş olup, istatistiki olarak “e” değerini almışlardır (Şekil 4.1).



**Şekil 4.1.** Farklı sıcaklıkların *Heterodera latipons* yumurtalarından larva çıkışı üzerine olan etkisi.

Özet olarak, farklı sıcaklıkların kist nematodu *H. latipons* yumurtalarından larva çıkışına etkisinin araştırıldığı çalışmada en yüksek larva çıkışı 10-15 °C’de gerçekleşmiştir. Scholz ve Sikora (2004), *H. latipons*’un Suriye popülasyonuna ait en uygun larva çıkış sıcaklığının 10 °C’de gerçekleştiği ve çıkışın başlaması için kistlerin 5 °C’de 16 gün süreyle bekletilmesi gerektiğini bildirmişlerdir. Şahin vd. (2010), kist nematodu *H. filipjevi*’nin Orta Anadolu popülasyonu ile yaptığı çalışmada yumurtadan en uygun larva çıkışının 10 ve 15 °C’de gerçekleştiğini belirtmişlerdir. İmren vd. (2012), *H. avenae*’nin Doğu Akdeniz popülasyonuna ait en uygun larva çıkışının 10 °C’de gerçekleştiğini ortaya koymuşlardır.

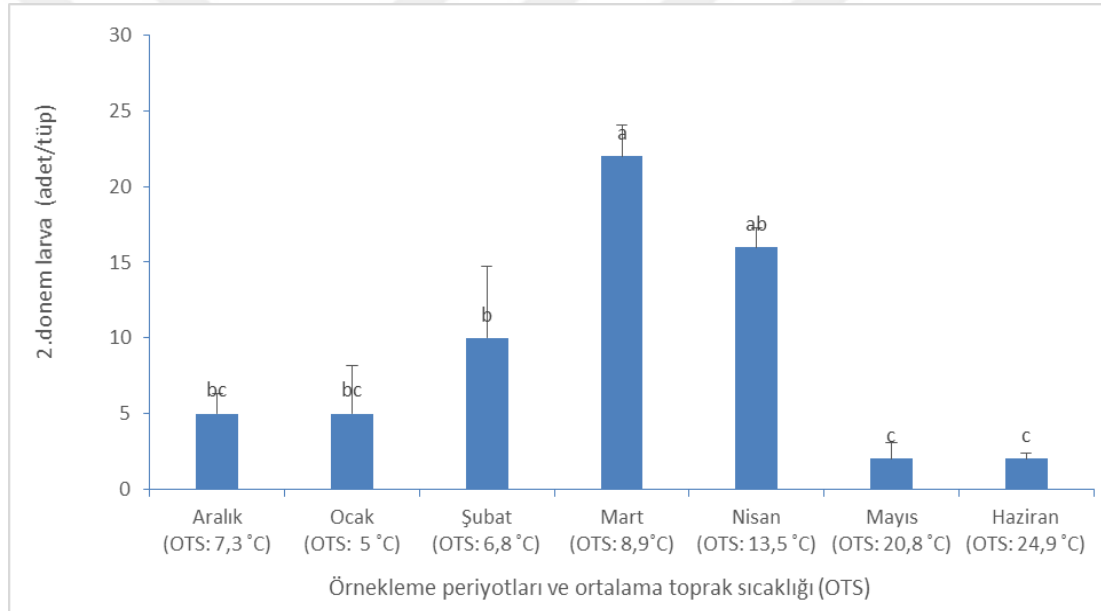
Mokabli vd. (2001), 20 ve 25 °C gibi yüksek sıcaklıkların kist nematodu *H. avenae*’nin Cezayir popülasyonunun diyapozaya girmesini teşvik ettiğini, yüksek sıcaklık uygulamasını takiben 3 ve 7 °C gibi düşük sıcaklık uygulamalarının ise diyapozu kırdığını belirlemiştir. Banyer ve Fisher (1971b)’de *H. avenae*’nin Avustralya popülasyonu için 20 °C’nin üzerinde yaz aylarında kısa bir dormant periyodunun bulunduğunu bildirmişlerdir. Proje çalışmalarında da yüksek sıcaklıklar; 20 ve 25 °C’nin *H. latipons* yumurtalarından larva çıkışını geciktirdiği görülmekte olup, söz konusu sıcaklıklara ait değerler tüm periyotlarda istatistiki olarak “e” değerini almışlardır (Şekil 4.1).



## 4.2 Tarlada *Heterodera latipons*'un Popülasyon Takibi

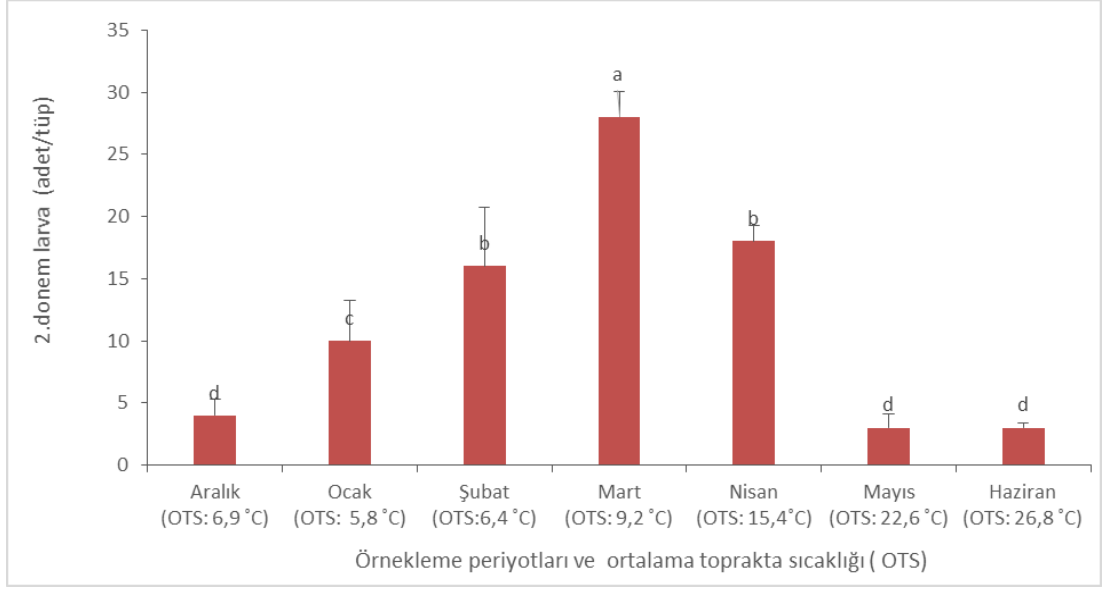
### 4.2.1 Eppendorf Tüpte *Heterodera latipons*'un Popülasyon Takibi

Adana'nın Karaisalı ilçesi koşullarında *Heterodera latipons* yumurtalarından larva çıkışının araştırıldığı çalışmada, en yüksek yumurtadan larva çıkışı Mart ve Nisan aylarında gerçekleşmiş, istatistiki olarak "a ve ab" değerlerini almış olup, ortalama toprak sıcaklığı (OTS) sırasıyla 8,9 ve 13,5 °C ölçülmüştür. İkinci en yüksek yumurtadan larva çıkışı şubat ayında görülmüş ve istatistiki olarak "b" değerlerini almış olup, ortalama sıcaklık 6.8 °C ölçülmüştür. En düşük yumurtadan larva çıkışı ise Mayıs ve Haziran aylarında ortalama 20,8 ve 24,9 °C sıcaklıkta gerçekleşmiş olup, istatistiki olarak "c" değerini almışlardır (Şekil 4.2).



**Şekil 4.2.** Adana'nın Karaisalı ilçesinde tarla koşullarında *Heterodera latipons* yumurtalarından larva çıkışı.

Mardin'in Derik ilçesinde *Heterodera latipons* yumurtalarından larva çıkışının araştırıldığı çalışmada, en yüksek yumurtadan larva çıkışı Mart ayında ortalama 9,2 °C sıcaklıkta gerçekleşmiş olup, istatistiki olarak "a" değerini almıştır. İkinci en yüksek çıkış ise Şubat (özellikle ikinci yarısında) ve Nisan (özellikle ilk yarısında) aylarında sırasıyla 6,4 ve 15,4 °C ortalama sıcaklıklarında gerçekleşmiş olup, istatistiki olarak "b" değerini almışlardır. En düşük yumurtadan larva çıkışı ise Mayıs ve Haziran aylarında sırasıyla 22,6 ve 26,8 °C ortalama sıcaklıklarında gerçekleşmiş olup, istatistiki olarak "d" değerini almışlardır (Şekil 4.3).



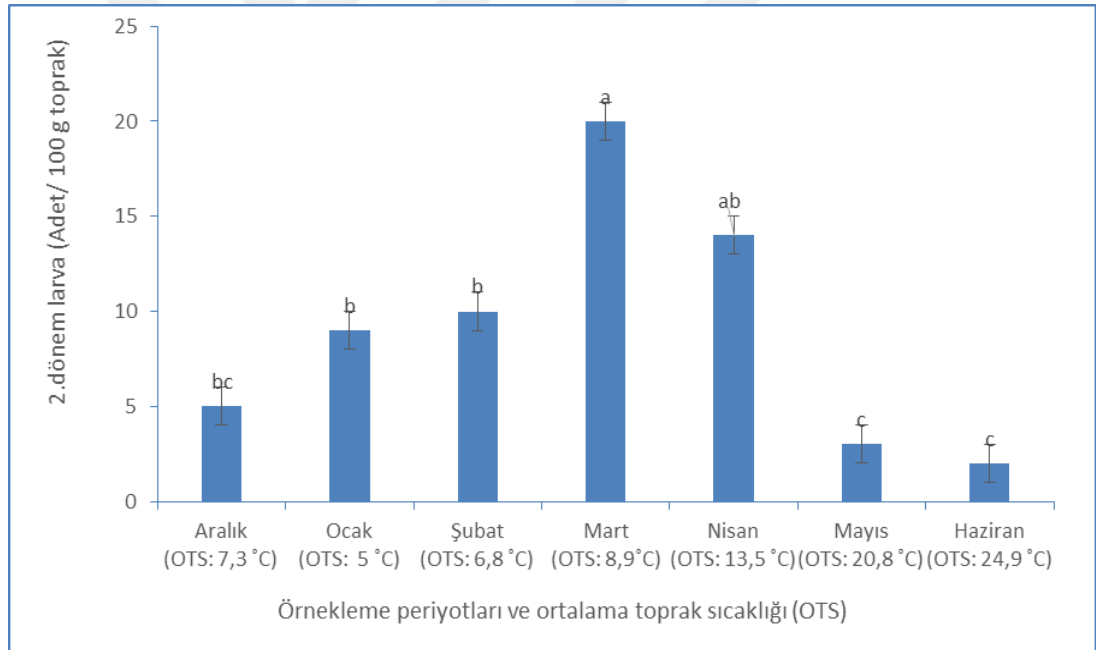
**Şekil 4.3.** Mardin'in Derik ilçesinde tarla koşullarında *Heterodera latipons* yumurtalarından larva çıkışı.

Tarla koşullarında *H. latipons* yumurtalarından larva çıkışına etkisinin araştırıldığı çalışmanın Adana ve Mardin illeri sonuçları birlikte değerlendirildiğinde nematodun ikinci dönem larvalarının yumurtadan çıkışının Ocak ayında başladığı, Şubat ayında larva çıkışlarının artarak devam ettiği ve Mart ayında en yüksek değerine ulaştığı görülmektedir. Nisan ayında ise yumurtadan larva çıkışlarının devam ettiği ancak Mart ayındaki çıkışın yakalanamadığı görülmektedir. Özetle doğa koşullarında *H. latipons* yumurtalarından larva çıkışının yoğunluklu olarak ortalama toprak sıcaklığının sırasıyla 8,9 ve 9,2 °C olarak ölçüldüğü Mart ayında gerçekleştiği saptanmıştır. Hajihassani vd. (2011) *H. latipons* nematodunun İran (Markazi) popülasyonuna, Scholz ve Sikora (2004) Suriye popülasyonuna ait larva aktivitesinin başlaması için gerekli sıcaklığın ortalama 10 °C olduğunu bildirmişlerdir.

Rivoal (1986) kist nematodu *H. avenae*'nin Fransa'daki kuzey ve güney patotipleri için en uygun larva çıkış sıcaklığının 10 °C'nin altında olduğunu, benzer şekilde Banyer ve Fisher (1971b) ve Meagher (1977) Avustralya'da tarla koşullarında *H. avenae* yumurtalarından en fazla larva çıkışının 10 °C'nin altındaki sıcaklıklarda gerçekleştiğini bildirmektedirler. Söz konusu araştırmacılara ait sonuçlar, projede ortaya konulan *H. latipons* yumurtalarından larva çıkışının 10 °C'nin altında gerçekleştiği sonucu ile uyumlu olduğu saptanmıştır.

#### 4.2.2 Toprakta *Heterodera latipons*'un Popülasyon Takibi

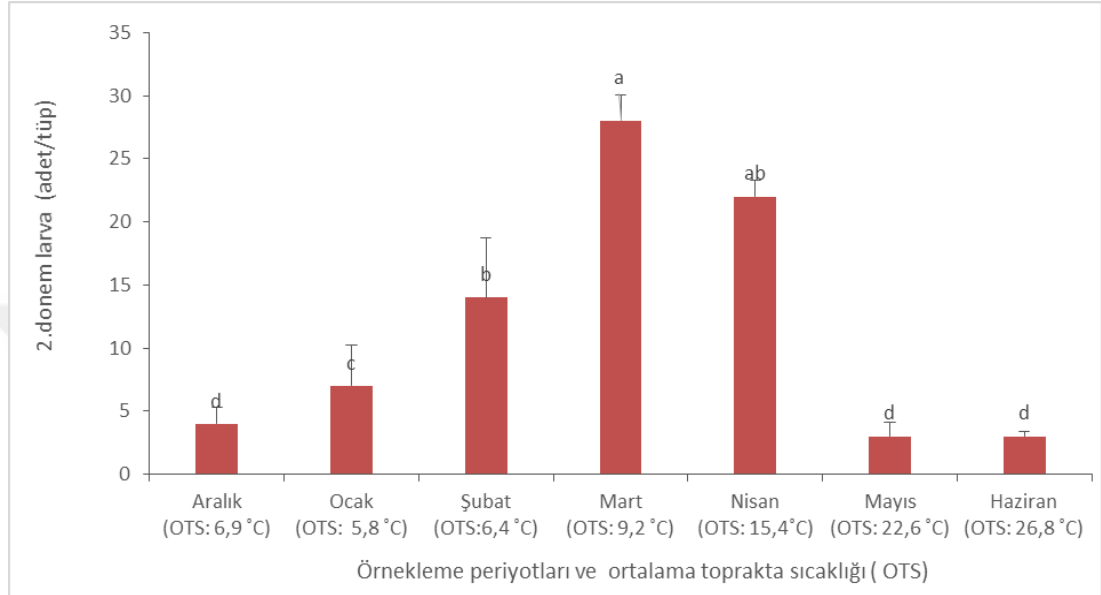
**İkinci dönem larvalarına ait popülasyon takibi.** Adana'nın Karaisalı ilçesinde doğa koşullarında *Heterodera latipons*'un ikinci dönem larvalarına ait popülasyon dinamiğinin araştırıldığı çalışmada, *H. latipons*'un ikinci dönem larvalarına Mart ve Nisan (özellikle Nisan ayının ilk yarısında) aylarında yoğun olarak rastlanıldığı, söz konusu bu dönemde toprak sıcaklığının sırasıyla 8,9 ve 13,5 °C olduğu tespit edilmiştir ve istatistiki olarak 'a ve ab' değerini almıştır. Nematoda ait ikinci en yüksek larva yoğunluğuna Ocak ve Şubat döneminde rastlanılmış olup, istatistiki olarak "b" değerini almıştır. *H. latipons*'un en düşük ikinci dönem larva yoğunluğuna sırasıyla, Mayıs ve Haziran aylarında rastlanılmış olup, söz konusu aylara ait ortalama toprak sıcaklığı sırasıyla 20,8 ve 24,9 °C olduğu tespit edilmiş olup, istatistiki olarak "c" değerini almışlardır (Şekil 4.4).



**Şekil 4.4.** Adana'nın Karaisalı ilçesinde tarla koşullarında *Heterodera latipons*'un ikinci dönem larvalarına ait popülasyon takibi.

Mardin'in Derik ilçesinde doğa koşullarında *Heterodera latipons*'un ikinci dönem larvalarına ait popülasyon dinamiğinin araştırıldığı çalışmada nematodun ikinci dönem larvalarına Mart ve Nisan (özellikle ilk yarısında) aylarında yoğun olarak rastlanıldığı, söz konusu bu dönemlerde toprak sıcaklığının sırasıyla 9,2 ve 15,4 °C olduğu tespit edilmiştir ve istatistiki olarak "a ve ab" değerini almıştır. Nematodun ikinci dönem larvaları ikinci en yüksek popülasyona Şubat ayında ulaşmış olup, söz

konusu bu dönemde toprak sıcaklığının 6,4 °C olduğu tespit edilmiştir ve istatistiki olarak “b” değerini almıştır. Nematodun en düşük ikinci dönem larva yoğunluğu ise Mayıs ayında ve Haziran ayında gerçekleştiği, söz konusu bu dönemlerde toprak sıcaklığı sırasıyla 22,6 ve 26,8 °C sıcaklıklarda gerçekleşmiş olup, istatistiki olarak “d” değerini almışlardır (Şekil 4.5).

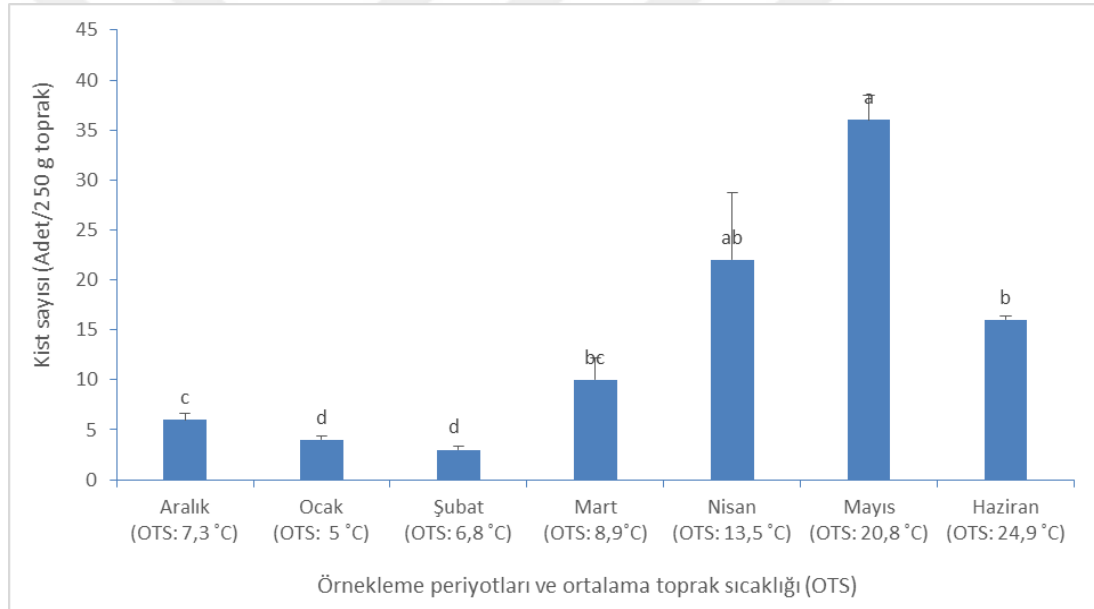


**Şekil 4.5.** Mardin’in Derik ilçesinde tarla koşullarında *Heterodera latipons*’un ikinci dönem larvalarına ait popülasyon takibi.

Adana ve Mardin illerinde doğa koşullarında *H. latipons*’un ikinci dönem larvalarına ait popülasyon dinamiğinin araştırıldığı çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde nematodun ikinci dönem larva popülasyonu Ocak ve Şubat ayında yükselişe geçtiği gözlemlenmiştir. Nematoda ait ikinci dönem larva popülasyonunun Mart ayında en yüksek yoğunluğa ulaştığı, söz konusu bu dönemde ortalama toprak sıcaklığının sırasıyla Adana ve Mardin’de 8,9 ve 9,2 °C arasında olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu bu sonuç Şekil 4.4 ve Şekil 4.5’te sırasıyla Adana ve Mardin’de doğa koşullarında *H. latipons* yumurtalarından larva çıkışının araştırıldığı ve nematodun yumurtalarından larva çıkışının ortalama toprak sıcaklığının sırasıyla 8,9 ve 9,2 °C olarak ölçüldüğü Mart ayında gerçekleştiği sonucu ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, Hajihassani vd. (2011) *H. latipons* nematodunun İran (Markazi) popülasyonuna, Scholz ve Sikora (2004) nematodun Suriye popülasyonuna ait larva aktivitesinin başlaması için gerekli sıcaklığın 10 °C olduğu bildirmişlerdir. Söz konusu bu araştırmalara ait sonuçlar ile projede Adana ve

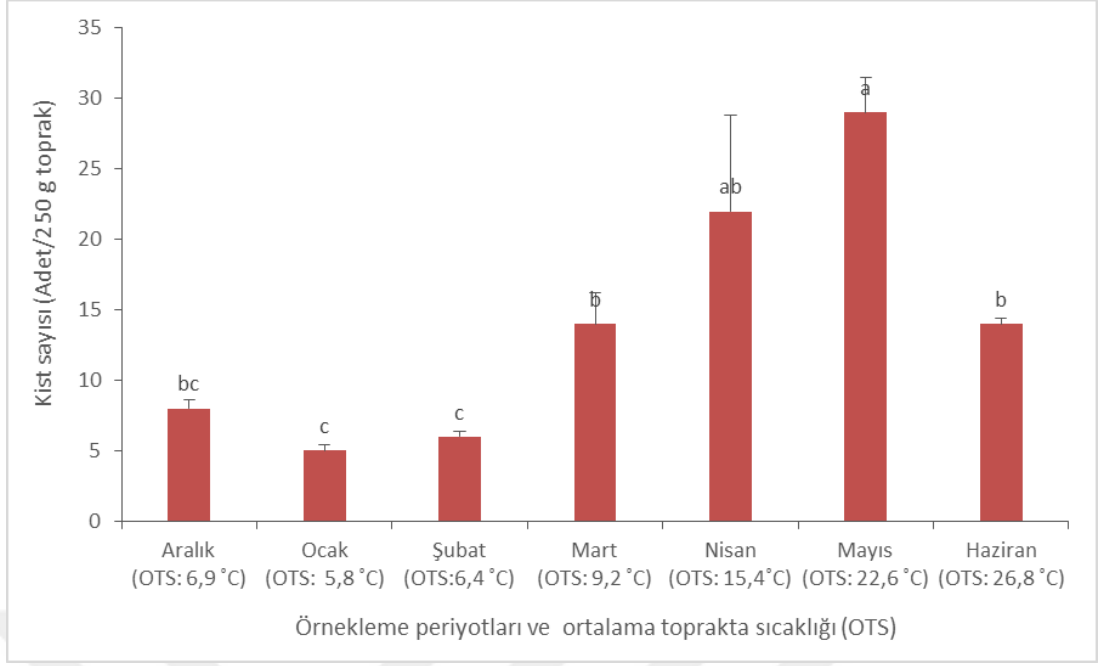
Mardin’de tarla koşullarında *H. latipons*’un ikinci dönem larvalarına ait popülasyon dinamiğinin araştırıldığı çalışma bulgularının büyük oranda örtüştüğü saptanmıştır.

**Dişi bireylere ait popülasyon takibi.** Adana’nın Karaisalı ilçesinde tarla koşullarında *Heterodera latipons*’un kistlerine ait popülasyon dinamiğinin araştırıldığı çalışmada, *Heterodera latipons*’un dişi bireylerine Nisan (özellikle ikinci yarısında) ve Mayıs aylarında yoğun olarak rastlanıldığı, söz konusu bu dönemlerde toprak sıcaklığının sırasıyla 13,5 ve 20,8 °C olduğu, istatistiksel olarak “ab ve a” değerlerini aldıkları tespit edilmiştir. Nematoda ait ikinci en yüksek kist popülasyonuna Haziran ayında rastlanılmış olup, istatistiksel olarak “b” değerini almıştır. Nematodun, en düşük dişi birey yoğunluğu Ocak ve Şubat aylarında olduğu saptanmış ve istatistiksel olarak “d” değerini aldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.6).



**Şekil 4.6.** Adana’nın Karaisalı ilçesinde tarla koşullarında *Heterodera latipons*’un kistlerine ait popülasyon takibi.

Mardin’in Derik ilçesinde tarla koşullarında *H. latipons*’un kistlerine ait popülasyon dinamiğinin araştırıldığı çalışmada, *H. latipons*’un dişi bireylerine Nisan ve Mayıs aylarında yoğun olarak rastlanıldığı, söz konusu bu dönemde toprak sıcaklığının sırasıyla, 15,4 ve 22,6 °C olduğu ve istatistiksel olarak “ab ve a” değerlerini aldıkları tespit edilmiştir. En düşük dişi birey yoğunluğu Ocak ve Şubat aylarında olduğu saptanmış ve istatistiksel olarak “c” değerini almıştır (Şekil 4.7).



**Şekil 4.7.** Mardin'in Derik ilçesinde tarla koşullarında *Heterodera latipons*'un kistlerine ait popülasyon takibi.

Adana'nın Karaisalı ve Mardin'in Derik ilçesinde tarla koşullarında *H. latipons*'un kistlerine ait popülasyon dinamiğinin araştırıldığı çalışmada, nematodun kistlerine en fazla Nisan (özellikle ikinci yarısında) ve Mayıs aylarında rastlanıldığı tespit edilmiş olup, söz konusu proje bulgusu İran koşullarında *H. latipons*'un (Markazi) yeni nesil olgun kistlerine Nisan ayında veya Mayıs ayının başında rastlanıldığını bildiren Hajihassani vd. (2011) ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde Scholz ve Sikora (2004), *H. latipons*'un Suriye popülasyonuna ait kistlerin Şubat ve Mart aylarında görülmeye başladığını bildirmekte olup, söz konusu bu sonuç proje bulguları ile büyük oranda uyumlu bulunmuştur.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tahıl kist nematodunun yumurta ve larva gelişim dönemlerine ait biyolojik ve ekolojik özelliklerin nematodun türüne ve hatta aynı türün farklı popülasyonları arasında değişkenlik gösterebildiği belirtilmektedir. Özellikle yumurtadan larva çıkışı öncesinde belli bir süre soğuklama ihtiyacının yani belli bir dormant döneminin olduğu bilinmektedir. Bu kapsamda kist nematodu türleri *H. avenae* ve *H. filipjevi*'nin ülkemiz popülasyonlarına yönelik oldukça kapsamlı çalışmalar yürütülmüş, *H. avenae* için yumurtadan larva çıkışı sıcaklığı 10 °C, *H. filipjevi* için ise 10 veya 15 °C olduğu bildirilmiştir (Şahin, 2010; İmren vd., 2012).

Bu çalışmada *Heterodera latipons*'un ülkemiz popülasyonlarına ait *in-vitro*'da en uygun yumurtadan larva çıkış sıcaklığı ve süresi ile *ex-vitro*'da nematodun popülasyonundaki değişim araştırılmıştır. Çalışma sonucunda *in-vitro* koşullarında farklı sıcaklıkların *H. latipons* yumurtalarından larva çıkışına etkisinin araştırıldığı çalışmada, en yüksek yumurtadan larva çıkışı %47,57 ile 10 °C de gerçekleşmiş olup, bunu %38,12 ile 15 °C, %33,19 ile 5 °C ve %12,8 ile 20 °C'deki larva çıkışları takip etmiştir. En düşük yumurtadan larva çıkışı %3,5 ile 25 °C de gerçekleşmiştir.

Tarla koşullarında gerçekleştirilen çalışmalar laboratuvar bulgularını destekler niteliktedir; sonbaharda sıcaklıklar 15 °C' ye düştüğünde larva çıkışlarının başlaması larvaların aktif hale gelmesi için uzun bir soğuklama isteğinin bulunmadığını göstermiştir. Larva çıkışı kışın düşük sıcaklıklarda düşük oranda da olsa devam etmiştir ve ilkbaharda Ocak ayının sonunda sıcaklıkların 5 °C gibi ulaşması ile yükselmeye başlamıştır. Ortalama 7 °C sıcaklıkta Mart ayının ortalarında en yüksek oranına yaklaşmıştır. Larva çıkışı Mayıs ayı sonuna kadar düşük oranda devam ederek tamamlanmıştır.

*In-vitro* ve *ex-vitro* çalışmalarında düşük sıcaklıklarda kısmi olarak larva çıkışının görülmesi ve özellikle *ex-vitro* koşullarda sonbahar ve ilkbaharda olmak üzere iki dönem şeklinde larva çıkışının gözlenmesi Doğu Akdeniz ve Güneydoğu Bölgesinde dağılım gösteren *H. latipons*'un biyolojik gelişiminin, konukçu bitki gelişimine uyum gösterdiğini ortaya koymaktadır. Çalışma sonucunda yumurtadan larva çıkışına ve popülasyon üzerinde 10-15 °C sıcaklığın pozitif yönde etkili olduğu, düşük ve yüksek sıcaklıkların ise pozitif etkisinin sınırlı olduğu sonucuna varılmıştır.

Çalışma sonucunda Tahıl kist nematodu, *Heterodera latipons*'un mart ayında yoğun olarak kistten çıkış yaptığı dikkate alındığında, nematodun mücadelesinde çevreye olumsuz etkisi olmayan ve ekonomik olan nematisitlerin zararlıya karşı kullanımını tavsiye edilebilir. Ayrıca, nematodun ikinci dönem larvalarının yoğun olarak kistten çıkış yaptığı mart ayında buğdayın daha güçlü bir fenolojiye sahip olması ve böyle nematodun zararının en aza indirilmesini sağlamak amacıyla üreticilere erken ekim önerilebilir.

Ayrıca, çalışma ile nematodun kistten larva çıkışı için gerekli sıcaklık isteği ve süresi esas alınarak, *in-vivo* çalışmalarında gerekli olan nematod inokulumunun elde edilmesi noktasında metolojik veriler elde edilmiş bulunmaktadır. Böylelikle buğday ıslah programlarında nematod - çeşit interaksiyonu çalışmalarında ihtiyaç duyulan nematod inokulumu elde edilmesi ile söz konusu çeşit ve hatların nematoda karşı testlenmesi sağlanmış olacaktır.

Sonuç olarak, elde edilen çalışma bulgularının, nematodun zarara neden olduğu buğday ve arpa üretim alanları başta olmak üzere tahıl üretim alanlarında, nematodun doğal popülasyonunun ekonomik zarar eşiğinin altında tutabilmesi için uygun mücadele yöntemlerinin geliştirilmesine yardımcı olacağı düşünülmektedir.



## 6. KAYNAKLAR

- Agrios GN (1997) Control of Plant Diseases. In: Plant Pathology, 4th Edition, Academic Press, San Diego, 200-216 pp.
- Balakhnina VP (1989) "Resistance of Varieties of *Triticum durum* desf. and *Triticum aestivum* L. to the Oat Cyst Nematode. In: Gel'mintologiya Segodnya: Problemy I Perspektivy", Tezisy Dokladov Nauchnoi Konferentsii, Tom 2, 4-6 Aprelya 1989, Moscow, 36-37 pp.
- Banyer RJ and Fisher JM (1971a) "Effect of Temperature on Hatching of Eggs of *Heterodera avenae*", Nematologica, 17: 519-534.
- Banyer RJ and Fisher JM (1971b) "Seasonal Variation in Hatching of Eggs of *Heterodera avenae*", Nematologica, 17: 225-236.
- Dababat AA, Erginbas-Orakçı G, Toktay H, İmren M, Akin B, Braun HJ, Dreisigacker S, Elekcioglu İH and Morgunov AI (2014) "Resistance of Winter Wheat to *Heterodera filipjevi* in Turkey", Turkish Journal of Agriculture & Forestry, 38: 180-186.
- Dababat AA, İmren M, Orakçı GE, Ashrafi S, Yavuzaslanoğlu E, Toktay H, Pariyar SR, Elekcioglu İH, Morgounov A and Mekete T (2015) "The Importance and Management Strategies of Cereal Cyst Nematodes, *Heterodera* spp., in Turkey", Euphytica, 202: 173-188.
- Fenwick DW (1940) "Methods for the Recovery and Counting of Cysts of *Heterodera schachtii* from Soil", Journal of Helminthology, 18: 155-172.
- Fushtey SG and Johnson PW (1966) "The Biology of the Oat Cyst Nematode, *Heterodera avenae* in Canada. I. The Effect of Temperature on the Hatchability of Cysts and Emergence of Larvae", Nematologica, 12: 313-320.
- Hajihassani A, Tanha Maafi Z, Hajihassani M (2011) "Survey and Biology of Cereal Cyst Nematode, *Heterodera latipons*, in Rain-fed Wheat in Markazi Province, Iran" International Journal of Agriculture and Biology, 13: 576-580.
- Hooper DJ (1986) "Extraction of Free Living Stages from Soil. In: Southey, J. F. (Ed.). Laboratory Methods for Work with Plant and Soil Nematodes", Her Majesty's Stationary Office, London, 5-30 pp.
- Ibrahim AAM, Al-Hazmi AS, Al-Yahya FA and Alderfasi AA (1999) "Damage Potential and Reproduction of *Heterodera avenae* on Wheat and Barley under Saudi Field Conditions", Nematology, 6: 625-630.
- İmren M, Özarslandan A, Toktay H, Öcal A, Elekcioglu İH, Dababat A and Nicol J (2010) "Preliminary Survey Study on *Heterodera* species in Some Provinces of Southeast Anatolia Region of Turkey", 30th European Society of Nematologist (19-23 September 2010, Vienna, Austria), Yayın No: 30, 82-87.
- İmren M, Toktay H, Özarslandan A, Öcal A ve Elekcioglu İH (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, Toktay H, Özarlıdan A, Dababat A ve Elekcioglu IH (2012) “*Heterodera avenae* Yumurtalarının İnkübasyonu Üzerine Sıcaklığın Etkisi ile En Uygun Deneme Yöntem ve Materyallerinin Araştırılması”, Türkiye Entomoloji Dergisi. 36 (4), 585-593.

İmren M, Bozbuğa R, Kasapoğlu EB, Toktay H and Elekcioglu IH (2014) “Determining of Wheat Yield Losses Caused by Cereal Cyst Nematodes, *Heterodera avenae* (Wollenweber 1924) in the Eastern Mediterranean Region Conditions”, 5. Bitki Koruma Kongresi, Sayfa: 8. 3-5 Şubat, Antalya.

İmren M, Elekcioglu İH and Özkan H (2015) “Determining the Resistance of Some Bread Wheat Varieties Against Root Lesion Nematodes: *Pratylenchus thornei* and *Pratylenchus neglectus* (Tylenchida: Pratylenchidae)”, Journal of Agricultural Sciences, 21 (1): 61-70.

Kilian B, Özkan H, Walther A, Kohl J, Dagan T, Salamini F and Martin W (2007) “Molecular Diversity at 18 Loci in 321 Wild and 92 Domesticated Lines Reveal No Reduction of Nucleotide Diversity during *Triticum monococcum* (Einkorn) Domestication: Implications for the Origin of Agriculture”, Molecular Biology and Evolution, 24 (12), 2657-2668.

Kort J (1972) Nematode Diseases of Cereals of Temperate Climates, 97-126. In: Economic Nematology (Ed: J.M. Webster). Academic Press, New York.

Maqbool MA (1988) “Present Status of Research on Plant Parasitic Nematodes in Cereals and Food and Forage Legumes in Pakistan”, Editors: Saxena, M.C., Sikora, R. A. Srivastava, J. P. Syria: United Kingdom, CAB International: Wallingford. 173-180.

Meagher JW (1977) “World Dissemination of the Cereal Cyst Nematode (*Heterodera avenae*) and Its Potential as a Pathogen of Wheat”, Journal of Nematology, 9: 9-15.

Mokabli A, Valette S, Gauthier JP and Rivoal R (2001) “Influence of Temperature on the Hatch of *Heterodera avenae* Woll. Populations from Algeria”, Nematology, 3(2): 171-178.

Mor M, Cohn E and Spiegel Y (1992) “Phenology, Pathogenicity and Pathotypes of Cereal Cyst Nematodes, *Heterodera avenae* Woll. and *H. latipons* (Nematoda: Heteroderidae) in Israel”, Nematologica 38, 444-501.

Nicol JM (2002) “Important Nematode Pests”. In: Bread Wheat: Improvement and Production (Eds: B. C. Curtis, S. Rajaram & H. Gomez Macpherson). FAO Publisher, Rome, 345-366 pp.

Nicol JM, Rivoal R, Bolat N, Aktaş H, Braun H, Mergoum M, Yıldırım AF, Bağcı A, Elekcioglu İH and Yahyaoui A (2002) “Frequency and Diversity of the Cyst and Lesion Nematodes on Wheat in the Turkish Central Anatolian Plateau”, Nematology, 4, 383-443.

- Nicol JM, Bolat N, Şahin E, Tulek A, Yildirim AF, Yorgancılar A, Kaplan A and Braun HJ (2006) “The Cereal Cyst Nematode is Causing Economic Damage on Rainfed Wheat Production Systems of Turkey”. Pacific Division Meeting, 96: 6 (Supplement), 269.
- Özkan H, Brandolini A, Pozzi C, Effgen S, Wunder J and Salamini F (2005) “A Reconsideration of the Domestication Geography of Tetraploid Wheats”, *Theoretical and Applied Genetics*, 110, 1052–1060.
- Peng DL, Zhang D, Nicol JM, Chen SL, Waeyenberge L, Moens M, Li HL, Tang WH and Riley IT (2007) “Occurrence, Distribution and Research Situation of Cereals Cyst Nematode in China”, *Proceedings of the XVI international plant protection congress, Glasgow Scotland U.K.*, pp. 350-351.
- Rivoal R (1986) “Biology of *Heterodera avenae* Wollenweber in France”, *Revue de Nematologie*, 9 (4), 405-410.
- Rivoal R and Cook R (1993) *Nematode Pests of Cereals, Plant Parasitic Nematodes in Temperate Agriculture*. Editors: Evans, K., Trudgill, D. L., Webster, J. M. United Kingdom, CAB International: Wallingford. pp. 259-303.
- Rumpfenhorst HJ, Elekçioğlu İH, Sturhan D, Öztürk G and Enneli S (1996) “The Cereal Cyst Nematode *Heterodera filipjevi* (Madzhidov) in Turkey”, *Nematologia Mediterranea*, 24, 135-138.
- Salamini F, Özkan H, Brandolini A, Schafer – Pregl R and Martin W (2002) “Genetics and Geomorphology of Wild Cereal Domestication in the Near East”, *Nature Review Genetics*, 3, 429-441.
- Sasser JNA (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.
- Scholz U (2001) “Biology, Pathogenity and Control of Cereal Cyst Nematode *Heterodera latipons* Franklin on Wheat and Barley Under Semiarid Conditions and Interactions With Common Root Rot *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker [teleomorph: *Cochliobolus sativus* (Ito et Kurib.) Drechs. ex Dastur.], Ph. D Thesis. University of Bonn, Germany, pp. 159.
- Scholz U and Sikora R (2004) “Hatching Behaviour and Life Cycle of *Heterodera latipons* Franklin under Syrian agro – Ecological Conditions”, *Nematology*, 6(2): 245-256.
- Sharma SB and Swarup G (1984) *Cyst Forming Nematodes of India*, New Delhi, India Cosmo Publication.
- Sikora RA (1988) “Plant Parasitic Nematodes of Wheat and Barley in Temperate and Temperate Semi-arid Regions –a Comporative Analysis, 46-68”. In: *Nematodes Parasitic to Cereals and Legumes in Temperate Semi-arid Regions*. (Ed: M.C. Saxena, R. A. Sikora & J. P. Srivastava). ICARDA: Aleppo, Syria.
- Sikora RA and Oostendorp M (1986) *Occurrence of Plant Parasitic Nematodes in ICARDA Experimental Fields*, ICARDA, Aleppo, Syria.

- Smiley RW, Whittaker RG, Gourlie JA, Easley SA and Ingham RE (2005) "Plant Parasitic Nematodes Associated with Reduced Wheat Yield in Oregon: *Heterodera avenae*", Journal of Nematology, 37: 297-307.
- Subbotin SA, Sturhan D, Rumpfenhorst HJ and Moens M (2003) "Molecular and Morphological Characterisation of the *Heterodera avenae* Species Complex (Tylenchida: Heteroderidae)", Nematology, 5: 515-538.
- Şahin E (2010) Orta Anadolu Buğday Alanlarında Önemli Bitki Paraziti Nematodların Belirlenmesi ve Tahil Kist Nematode *Heterodera filipjevi*'nin Biyolojisi ile Mücadelesi Üzerine Çalışmalar, Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye.
- Şahin E, Nicol JM, Elekcioglu IH, Yorgancılar Ö, Yıldırım AF, Tulek A, Hekimhan H, Yorgancılar A, Kılınç AT, Bolat N and Erginbaş G (2009) "Frequency and Diversity of Cereal Nematodes on the Central Anatolian Plateau of Turkey", Proceedings of the First Workshop of the International Cereal Cyst Nematode Initiative, Antalya, Turkey, pp: 100-105.
- Şahin E, Nicol JM, Elekcioglu IH and Rivoal R (2010) "Hatching of *Heterodera filipjevi* in Controlled and Natural Temperature Conditions in Turkey", Nematology, 12(2): 193-200.
- Toktay H, İmren M and Bozbuga R (2015) "Alternative strategies to control root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) with different irrigation systems in pepper greenhouses" Bitki Koruma Bülteni, 55(3), 215-224.
- Zancada C and Sanchez A (1988) "Effects of Temperature on Juveniles Emergence of *Heterodera avenae* Spanish Pathotypes Ha81 and Ha82", Nematologica, 34: 218-255.

## 7. ÖZGEÇMİŞ

**Adı Soyadı** : Yiğit Ali TATLI

**Doğum Yeri ve Tarihi** : Diyarbakır - 06.11.1992

**Lisans Üniversite** : Çukurova Üniversitesi

**Elektronik posta** : yigit.ali.tatli01@gmail.com

**İletişim Adresi** : Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat ve  
Doğa Bilimleri Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü