



T.C.

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

**TURHAL İLÇESİN (TOKAT)'DE ŞEKER PANCARI EKİM
ALANLARINDA ŞEKER PANCARI KİST NEMATODU
(*HETERODERA SCHACHTII* SCHMİDT)'NUN YAYILIŞI
ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hasan Turkay GENÇ

Danışman: Prof. Dr. İlker KEPENEKÇİ

Tokat- 2023

ETİK SÖZLEŞME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, **Prof. Dr. İlker KEPENEKÇİ** danışmanlığında hazırlamış olduğum “**TURHAL İLÇESİN (TOKAT)’DE ŞEKER PANCARI EKİM ALANLARINDA ŞEKER PANCARI KİST NEMATODU (*HETERODERA SCHACHTII* SCHMİDT)’NUN YAYILIŞI ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR**” adlı Yüksek Lisans tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

22/08/2023

Hasan Turkay GENÇ

HASAN TURKAY GENÇ tarafından hazırlanan “**TURHAL İLÇESİN (TOKAT)’DE ŞEKER PANCARI EKİM ALANLARINDA ŞEKER PANCARI KİST NEMATODU (*HETERODERA SCHACHTII* SCHMİDT)’NUN YAYILIŞI ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Prof. Dr. İlker KEPENEKÇİ
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Ziraat Fakültesi
Bitki Koruma Bölümü

Üye
Doç. Dr. Ayşe YEŞİLAYER
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Ziraat Fakültesi
Bitki Koruma Bölümü

Üye:
Doç. Dr. Emre EVLİCE
Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi
Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi
Bitki Koruma Bölümü

ONAY

Doç. Dr. Yusuf TEMUR
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

---/08/2023

TEZ BEYANI

Tez yazım ilkelerine uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının tezlerinden yararlanıldığında bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içeriğindeki yenilik ve sonuçların başka bir çalışmadan veya tezden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

Hasan Turkay GENÇ

Ağustos-2023

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TURHAL İLÇESİN (TOKAT)'DE ŞEKER PANCARI EKİM ALANLARINDA ŞEKER PANCARI KİST NEMATODU (*HETERODERA SCHACHTII* SCHMİDT)'NUN YAYILIŞI ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR

HASAN TURKAY GENÇ

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI: Prof. Dr. İlker KEPENEKÇİ
AĞUSTOS 2023 VIII + 43 SAYFA

Bu çalışmada, Turhal Şeker Fabrikası (Turhal, Tokat) pancar ekim alanlarında şeker pancarı kist nematodu *Heterodera schachtii* Schmidt'in varlığı ve yayılışı araştırılmıştır. Çalışma kapsamında Tokat İli Turhal ilçesinde şeker pancarı üretimi yapılan 14 köye gidilerek 32 ayrı tarladan toprak ve belirti taşıyan bitki örnekleri alınmıştır. Örnek alınan tarlaların o bölgedeki populasyonu temsil etmesine özen gösterilmiş, bölgenin toprak yapısı, sulama sistemi ve tarlaların ızalasyon mesafeleri dikkate alınmıştır.

Her örnekte *H. schachtii*'nin kist sayıları belirlenip ve kistlerin anal kesitleri ve 2. dönem larvaları incelenerek teşhisleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan araştırmalar sonucu *H. schachtii* tespit edilen ve edilmeyen alanlar ortaya konmuş ve haritalandırılmıştır. Çalışma sonucunda Tokat Turhal ilçesine bağlı 10 köy olmak üzere toplam 341.7 dekar alan *H. schachtii* ile bulaşık olarak saptanmış ve etmenin yaygınlığı %62.5 olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Heterodera schachtii*, Şeker Pancarı, Şeker Pancarı Kist Nematodu, Turhal, Tokat

ABSTRACT

MASTER THESIS

INVESTIGATIONS ON THE DISTRIBUTION OF SUGARBEET NEMATODE (*HETERODERA SCHACHTII* SCHMIDT) IN SUGAR BEET CULTIVATION AREAS OF TURHAL (TOKAT) DISTRICT

HASAN TURKAY GENÇ

**TOKAT GAZIOSMANPASA UNIVERSITY
MASTER EDUCATION INSTITUTE**

DEPARTMENT OF PLANT PROTECTION

**SUPERVISOR: Prof. Dr. İlker KEPENEKÇİ
AUGUST 2023 VIII + 43 PAGE**

In this study, the presence and distribution of sugar beet cyst nematode *Heterodera schachtii* Schmidt in beet cultivation areas of Turhal Sugar Factory (Turhal, Tokat) was investigated. Symptom-bearing sugar beet samples and soil samples were collected from 32 different fields by visiting 8 regions and 14 villages affiliated to Turhal Sugar Factory. It is ensured that the sample collecting field represented the region in the best possible way. Moreover, the soil structure of the region, the irrigation techniques and the distance of the fields to each other were taken into account.

The amount of cysts of *H. schachtii* in each sample was determined. Then, the anal sections of the cysts and the 2nd stage larvae were examined and their diagnosis was made. As a result of the researches, areas contaminated with *H. schachtii* and clean areas were determined and mapped. 341.7 decares of land in the 10 villages of Tokat Turhal district is determined with *H. schachtii* contamination.

Keywords: *Heterodera schachtii*, Sugarbeet, Sugarbeet Nematode, Turhal, Tokat

ÖNSÖZ

Daha önce Türkiye’de farklı şeker pancarı ekiliş alanlarında rastlanmış *Heterodera schactii* Schmidt’in yayılışı bu çalışma ile Tokat ilinde yoğun şeker pancarı üretimi yapılan Turhal ilçesinde ortaya konulmaya çalışılmıştır. Çalışma sonucunda yapılan arazi ve laboratuvar çalışmaları ile bulaşık bölgeler tespit edilmiştir.

Tez çalışmamın bütün aşamalarında bilgi ve birikimleri ile bana her koşulda desteklerini esirgemeyen, yapılacak tüm çalışmalarda tecrübeleri ile yol göstererek ilerlememi sağlayan danışmanım Sayın Prof. Dr. İlker KEPENEKÇİ (Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat) (TOGÜ)’ye tüm kalbimle teşekkürlerimi sunarım.

Bilgileri ile her zaman vermiş olduğu desteklerinden ve yardımlarından dolayı Sayın Arş. Gör. Betül TARHANACI (TOGÜ)’ya; 2014 yılından itibaren arkadaşlığımız devam eden yüksek lisansa başlamam noktasında bana öncülük edip yol gösteren Yük. Müh. Neslihan KARA (TOGÜ)’ya teşekkür ederim.

Bu zorlu süreçte elinden gelenin fazlasını yaparak desteklerini esirgemeyen, her koşulda yanımda olan sevgili eşim Fatma GENÇ’e teşekkür ederim.

Ayrıca çalışmalarımı yürüttüğüm süre boyunca destek veren ve çalışma fırsatı sağlayan Yöneticim Sayın Özer YAMAN’a teşekkür ederim

Hasan Turkey GENÇ

Ağustos-2023

İÇİNDEKİLER

Table of Contents

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	viii
1. GİRİŞ	1
1.1.Bitki Paraziti Nematodların Genel Özellikleri.....	6
1.2. Bitkilerdeki Belirtileri ve Zararı	7
1.3. Kist nematodları; Heterodera Schmidt ve Globodera Skarbilovich (Tylenchina: Heteroderidae).....	11
Biyoloji	12
Zarar Şekli.....	12
Mücadele.....	12
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	15
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	21
3. 1. Materyal.....	21
3. 2. Yöntem.....	21
3. 2. 1. Arazi Çalışmaları.....	21
3. 2. 2. Laboratuvar Çalışmaları	23
3. 2. 2. 1. Örneklerden Kistlerin Ayrıştırılması.....	23
3. 2. 2. 2. Larvaların Elde Edilmesi	24
3. 2. 2. 3. Kistlerin Daimi Preparatlarının Yapılması Ve Anal Kesitlerinin Alınması	26
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	28
4. 1. Teşhis.....	28
4. 1. 1. İkinci Dönem Larva (L2) Özellikleri	29
4. 1. 2. Kist Özellikleri	29

5. TARTIŞMA ve SONUÇ	32
6. KAYNAKLAR	38
7. ÖZGEÇMİŞ	38



SİMGELER VE KISALTMALAR

Kısaltmalar

Açıklama

TOGÜ
TÜİK

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Türkiye İstatistik Kurumu

Simgeler

Açıklama

°C

Santigrat derece

cm

Santimetre

ml

Mililitre

%

Yüzde

ŞEKİLLER LİSTESİ

- Şekil 1 .Bitki paraziti nematodların genel görünümü; kök-ur nematodu larvası (A) ve dişisi (C), patates kist nematodu (B), şeker pancarı kist nematodu (D), *Bursaphelenchus* (E), *Helicotylenchus* (F), *Macroposthonia* (G), *Aphelenchoides* (çeltik beyaz uç nematodu) (H) ve *Xiphinema* (kamalı nematodlar) (I) (Kepenekci, 2012).8
- Şekil 2. Bitki paraziti nematodların bitkilerdeki (üst aksam, kök, yumru ve tohum) belirtileri ve zararları: Çeltik beyaz uç nematodu zararı çeltik bitkisinin üst aksamında (F, G); kök-ur nematodu zararı, domates bitkisi kökünde, urlu kök (E) ve patates bitkisi yumrusunda (A); hububat gal nematodu zararı buğday bitkisinde (L), başakta (K) ve danelerinde, galli ve sağlıklı daneler (D, C); soğan-sak (H-J) ve patates çürüklük nematodu (B) belirtisi ve zararı (Kepenekci, 2012). 9
- Şekil 3. Kist nematodlarına ait kistlerin mikroskop altındaki görünüşü, şeker pancarı kist nematodu (*Heterodera schachtii*) (üst) (Fotoğraf İ. KEPENEKÇİ), tahıl kist nematodları [*H. avenae* (orta) (Fotoğraf M. İMREN) ve *H. latipons* (alt) (Fotoğraf M. İMREN)]. 13
- Şekil 4. Kist nematodları, patates kist nematodu (*Globodera rostochiensis*) (üst), şeker pancarı kist nematodu (*Heterodera schachtii*) (alt sol) ve tahıl kist nematodu (*H. avenae*) (alt sağ) (Çizimler İ. KEPENEKÇİ). 14
- Şekil 5. Nematod kistlerinin örneklerden Fenwick kabı ile elde edilme işlemi. 26
- Şekil 6. Şeker pancarı kist nematodu, *Heterodera schachtii* ile bulaşık bulunan tarla. 34
- Şekil 7. Şeker pancarı kist nematodu (*Heterodera schachtii*)’nun tespit edildiği Turhal (Tokat) ilçesine ait köyler. Turhal bölgesi (üst sol), Turhal merkez bölgesi (üst sağ), Pazar bölgesi (alt sol), Zile yolu bölgesi (alt sağ), 37

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 1. Turhal (Tokat) şeker pancarı ekiliş alanlarından örneklerin alındığı alanlar.	22
Çizelge 1 (Devam). Turhal (Tokat) şeker pancarı ekiliş alanlarından örneklerin alındığı alanlar.....	23
Çizelge 2. Şeker pancarı kist nematodu, <i>Heterodera schachtii</i> 'nin farklı bölgelerde ve farklı araştırmacılar tarafından elde edilen popülasyonlara ait ikinci dönem larva (L2)'larına ait ölçümlerinin karşılaştırılması	31
Çizelge 3. Şeker pancarı kist nematodu (<i>Heterodera schachtii</i>)'nun tespit edildiği alanlar ve elde edilen kist sayıları	35
Çizelge 3 (Devam). Şeker pancarı kist nematodu (<i>Heterodera schachtii</i>)'nun tespit edildiği alanlar ve elde edilen kist sayıları.....	36

1. GİRİŞ

Dünya çapında stratejik bir önemi bulunan şeker; beslenmenin ana maddesi olmasının dışında, tarıma ve yan mamüllerin üretimi sayesinde istihdama olan katkısı sebebiyle bütün dünya tarafınca her zaman korunan bir ürün olmuştur (Akbay, 2003; Erdinç, 2017).

Şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.)'nın, hem ülkemizde hem de diğer pek çok ülkede tarım politikaları arasında ilk sıralarda yer almasının temel sebebi endüstriyel bir bitki niteliği taşımasıdır. Şeker pancarının işlenmesinin ardından meydana gelen yan ürünlerin neredeyse tümü stratejik bir özelliği bulunan ürünlerdir. Etanol, küspe ve melas bunlardan bazılarıdır. Melas ya da küspe hayvan yemi şeklinde kullanılmak ile beraber ispiroto üretimi ile içki endüstrisinin de oldukça önemli hammaddelerinden bir tanesidir. Bu bahsedilen hususlar dışında şeker; antibiyotik, maya ve bio-etanol vb. gibi pek çok ürünün de hammaddesidir (Sunulu ve Sunulu, 2016).

Şeker pancarı Türkiye'de tarım sektöründe ve tarıma dayalı sanayi üretiminde önemli bir rol oynuyor ve yarattığı katma değerle önemini korumaya devam ediyor. Ülkemizde 33 adet pancar şekeri fabrikası bulunmaktadır. Özelleştirme İdaresi Başkanlığına bağlı Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş.'ne ait 25 fabrikadan 10'u 2018 yılında yapılan özelleştirme ihaleleri ile özel sektöre devredilmiştir. Güncel haliyle; devlete ait 15, özel sektöre ait 12 ve pancar kooperatiflerine ait 6 olmak üzere toplamda 33 şeker fabrikası faaliyet göstermektedir. Mevcut durumda kamunun sektör payı %35,5, kooperatif fabrikalarının payı %36,9, özel fabrikaların payı ise 27,6 olmuştur.

Dünya genelinde şeker üretiminin aşağı yukarı %28'lik kısmı şeker pancarından %72'lik kısmı ise şeker kamışından elde edilmektedir. Pancar ve şeker kamışından üretilen şekerler içerisinde kalite olarak hiçbir fark yoktur. Fakat yalnızca tropik ve alt tropik yerlerde üretilen şeker kamışının şeker pancarına göre çok daha az maliyet ile imal edilmesi, işleme masraflarının az olması vb. gibi çeşitli sebeplerden dolayı şeker kamışından elde edilen şeker çok daha az maliyetlidir (Kaya, 2015). Dünya üzerinde şeker pancarından üretilen toplam şekerin aşağı yukarı %20-30 kadarının hammaddesi şeker pancarıdır. (Seydabadi ve Armin, 2014).

Türkiye’de şekerin ana hammaddesi şeker pancarıdır. Türkiye’de de geçmişte şeker kamışı tarımı için denemeler yapılmış, ancak ekonomik olmayacağı anlaşıldığı için vazgeçilmiştir.

Uşak ilinde bir şeker fabrikası açma çalışmaları hızla sürerken, yine o senelerde İstanbul ilinde Ziraat Bankası, Türkiye İş Bankası AŞ ile Trakya illeri Özel İdare Müdürlükleri ve bunlar yanında özel kişilerin katılımı ile 1925 senesinde 500.000 liralık sermayesiyle İstanbul ile Trakya Şeker Fabrikaları T.A.Ş. açıldı. İlgili firma Alpulu Şeker Fabrikası’nın temellerini de yine bu sene attı ve bu fabrika tarafından tam 11 ay da yani oldukça kısa bir süre zarfından 26.11.1926’da ilk Türk şekeri imal edilmiş oldu. Verilen bahsi geçen tarih aynı zamanda ülkemizin şeker endüstrisinin de kuruluşu şeklinde görülmektedir. 1933 senesinde Eskişehir ilinde bir şeker fabrikasının, bir sene sonra 1934 yılında ise Tokat ilinde Turhal Şeker Fabrikalarının açılması ile şeker fabrikası kısa sürede dört tane olmuştur. Şeker fabrikalarının tek bir çatıda toplanarak teknik, tarımsal ve idari faaliyetlerin koordine edilmesi, sermayelerin bir araya getirilmesi, şeker politikalarının bir merkezden yürütülmesi ve fabrikalar arasında hem mali hem de teknik yardımın sağlanması gayesi ile tarihler 6 Temmuz 1935’i gösterdiğinde, 3 ulusal bankamızın eşit hisseler ile ortak oldukları bir şirket çatısında birleştirilerek, 22 milyon sermayeye sahip Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. kurulmuştur. Şeker imalat çalışmaları 1950 senesine dek ara ara tevsi edilen 4 tane şeker fabrikasıyla sürdürülmüştür (Pankobirlik, 1991).

Şeker kamışı subtropik ve tropik iklim kuşağında yetişen bir bitkidir. Şeker pancarı ise genel olarak kuzey yarım kürede, daha özel olarak Türkiye’nin de içerisinde yer aldığı 30° güney, 60° kuzey paralelleri arasında bulunan çeşitli iklim kuşakları ve coğrafik bölgelerinde üretilebilmektedir (Gencer, 1988).

Uygun iklim koşulları, yeterli düzeyde yağış ya da son olarak düzenli sulamanın görüldüğü bölgelerde yetiştirilen şeker pancarından elde edilen şeker miktarı da oldukça yüksektir. Türkiye’de şeker pancarı; Akdeniz ile Ege’de sahil şeridi ile Doğu Karadeniz Bölgesi ile Güneydoğu Anadolu Bölgesinde az miktarda olmak üzere diğer bütün alanlarda yetiştirilmektedir.

Şeker pancarı Ege bölgesinin İç Batı bölümünde yer alan illerden; Afyon, Uşak, Denizli, kıyı bölümünde yer alan; İzmir, Aydın şehirlerinde yetiştirilir. İç Anadolu bölgesinde yer alan; Konya, Yozgat, Eskişehir illerinde şeker pancarı üretimi vardır. Ayrıca Şanlıurfa, Muş, Malatya gibi illerde İç Anadolu bölgesine göre verimi az olsa da şeker pancarı ekimi yapılır. Ancak her ilde üründen beklenen verim ve kalite aynı değildir. TÜİK verilerine göre şeker pancarı üretiminde en çok üretim yapan iller; Konya, Eskişehir ve Yozgat olarak sıralanabilir.

Tarım sektöründe ekim nöbetinin uygulanabilmesi açısından şeker pancarı, planlı bir üretimin gerçekleştirilmesi ve bunun yanında sulu tarımın önderi niteliği taşıyan sanayi bitkilerinden bir tanesidir. Şeker pancarı, ileri tarım modeli ile ekim sahalarından maksimum yararı elde etmek adına ekim sırası yöntemini Türkiye tarımına kazandırmış bir bitkidir (Şiray, 1990).

Nematodlar, Eumetazoa altaleminden Pseudocoelemata (yalancı vücut boşluğu olan hayvanlar) altkümesinde yer alan yuvarlak solucanlar olup, birçok habitatta yoğunluk açısından ilk sırada yer alırlar. Nematodların bitki ve hayvanlar üzerinde parazit, toprak ve mikroorganizmalar üzerinde serbest, olarak yaşayan türleri vardır. Bitkilerin kök,yumru,yaprak gibi beslenen ve zarar yapan nematodlara bitki paraziti nematod (BPN) adı verilir. Tarımın olduğu her alanda BPN'lere rastlamak mümkündür. Daha doğrusu BPN'ler bitkilerin olduğu ve yaşayabildiği her yerde yaşama yeteneğine sahiptirler. BPN'ler, birçok kültür bitkisinin çeşitli aksamalarında beslenerek ürün kayıplarına neden olmaktadır. Nematodların özellikle bitkilerin kök sisteminde meydana getirdikleri zararlar sonucu verim ve ürün kalitesi büyük ölçüde düşmekte ve üretimi ekonomik olmaktan çıkarmaktadır.

Nematodlar tür sayısı bakımından hayvanlar aleminde Arthropoda ve Mollusca'lardan sonra üçüncü sırada yer almaktadırlar. Sadece yoğunluk açısından ele alındığında ise birçok ortamda çok hücreli mikroorganizmalardan sonra ilk sırada yer alırlar (Andrassy, 1984). Yapılan bir çalışmada Nematoda şubesinde 20 000'ün üzerinde nematod türünün var olduğu bildirilmiştir (Perry ve Moens, 2011) ve bu sayı her geçen gün yeni türlerin bulunmasıyla artmaktadır. Dünya üzerinde en az 500 000 nematod türünün olduğu tahmin edilmektedir.Bugüne kadar Nemata sınıfı içerisinde 4305 bitki paraziti nematod (BPN) türü saptanmıştır (Maggenti, 1991).

BPN'lerin tespiti ve teşhisi mikroskobun icadı ile olmuş ve mikroskopların gelişimine paralel olarak taksonomik çalışmalar hız kazanmıştır. Bitkilerde parazit olarak yaşayan nematodlar ile ilgili ilk kayıt Needham tarafından 1743 yılında bulunan ve daha sonra Steinbuch tarafından 1799 yılında *Vibrio tritici* olarak isimlendirilen [günümüzdeki ismi *Anguina tritici* (Steinbuch) Chitwood] buğday gal nematoduna ait kayıttır (Thorne, 1961; Siddiqi, 2000). Thorne (1961)'in bildirdiğine göre Needham koyu kahverengi sertleşmiş buğday danelerini suda ıslatmış ve belirli bir süre sonra suyun yüzeyinde beyaz ve hareketli bir tabaka oluştuğunu gözlemlemiştir. Bu tabakadan aldığı örnekleri mikroskop altında incelediğinde solucan benzeri ipliğimsi yapıdaki canlıların yoğun olarak ortamda bulunduğunu görmüştür. Daha sonra bu canlıların buğday gal nematodunun 2. dönem larvaları (L2) olduğu anlaşılmıştır. Sonraki yıllarda (1777-1779) Linnaeus, Scopoli ve Steinbuch tarafından yapılan araştırmalarla *A. tritici*'nin diğer *Gramineae*'lerde de zararlı olduğu ortaya konmuştur. Aynı araştırmacılar bu nematodun ekonomik önemi üzerine de araştırmalar yapmışlardır (Siddiqi, 2000).

Anguina tritici'nin tespitinden sonra Kühn tarafından 1857 yılında tespit edilen ve *Anguillula dipsaci* [günümüzdeki ismi *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev] olarak isimlendirilen soğan-sak nematodunu bulmasına kadar BPN'ler ile ilgili herhangi bir kayda rastlanmamıştır. İki yıl sonra 1859 yılında Schacht Almanya'da şeker pancarı ekiliş alanlarında büyük verim kayıplarına neden olan bir zararlı organizmanın varlığını ortaya koyarak bir yayın yapmış, fakat söz konusu zararlının teşhisi ve isimlendirilmesi Schmidt tarafından 1871 yılında *Heterodera schachtii* Schmidt olarak yapılmıştır. Bu nematodun morfolojik özellikleri 1888 yılında Strubell tarafından ortaya konulmuştur (Siddiqi, 2000).

BPN'ler ile mücadele konusundaki ilk kayıt, Kühn tarafından 1871 yılında *H. schachtii*'ye karşı karbondisülfidin toprak fümigantı olarak kullanılmasıdır (Thorne, 1961). Ayrıca *H. schachtii* kistlerinin *Tarichium auxiliare* tarafından parazitlenmesi dünyada tespit edilen ilk fungal parazitizm olarak kayda geçmiştir (Kühn, 1877).

Türkiye'de BPN'lere ait ilk kayıt Ekrem Oktar ve Nihat İyriboz tarafından 1934 yılında Samsun'da bir tetkik gezisi sonucu şeker pancarında kök-ur nematodlarını tespit etmeleri ile başlamış fakat sonradan önemi üzerinde gereken araştırmalar yapılmamış ve 1948 yılına kadar unutulup gitmiştir (Diker, 1952). Türkiye'de 1999 yılı ortalarına

kadar yapılan nematolojik çalışmaların derlendiği araştırmada 49 bölge ve 59 farklı konukçuda 172 BPN türün literatür kayıtlarına geçtiği bildirilmektedir (Ökten ve ark., 2000). Bu sayı her yıl artmakta olup günümüzde 240 türe ulaşmıştır (Kepenekci, 2014). Nematolojik açıdan Türkiye’de 1999 yılından itibaren yapılan çalışmalarda birçok kültür bitkisinde (anason, ayçiçeği, börülce, çilek, bağ, ceviz, çay, elma, erik, fasulye, fındık, haşhaş, kayısı, kestane, kivi, mercimek, nohut, sebze, susam, şeftali, tütün, yerfıstığı ve zeytin) ilk kez BPN türlerinin tespit edildiği ifade edilmektedir (Kepenekci, 2012). Saptanan türlerin büyük bir kısmının Türkiye faunası için ilk kayıt olduğu ifade edilmektedir. Türkiye’de BPN’ler konusunda yapılan birçok çalışma mevcut olmasına rağmen hala yeterli düzeyde değildir. Türkiye’de BPN’lere ait türlerin büyük bir kısmı son yıllarda yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur.

Türkiye’de BPN’lerin önemli derecede zarar oluşturduğu kültür bitkileri içinde patates, şeker pancarı, çeltik, meyveler, bağ ve sebzeler önemli bir konumdadır. Bu bitkiler; karantinaya tabi, tohum fidan sertifikasyonu açısından önem taşıyan BPN’lere konukçuluk yapmaktadır. Bu nematodlar, mücadelelerinin zor olması ve üretim materyalleri ile taşınması gibi sebeplerden dolayı önemlidir.

Şeker pancarı kist nematodu, *H. schachtii*, ülkemizde ise ilk kez 1958 yılında Babaeski’nin Karamesutlu Köyü (Kırklareli)’nde tespit edilmiş (Diker, 1959), en kısa zamanda da Babaeski ile Kırklareli arasındaki 35 km uzunluk ve 1km genişliğinde Şeytan deresi vadisine yayılmıştır (Tokmakoğlu, 1974).

Şeker pancarı ekim alanlarında *H. schachtii*’ nin yayılışı ile ilgili olarak bugüne kadar Eskişehir (Eskişehir Şeker Fabrikası pancar ekim alanlarında), Ankara, Adapazarı (Adapazarı Şeker Fabrikası pancar ekim alanlarında) ve Konya ili ve çevresinde (Konya Şeker Fabrikası pancar ekim alanlarında) yüksek lisans tez çalışmaları yürütülmüştür (Susurluk, 1997; Akkaya, 1998; Osmanoğlu (Tan), 1999; Ertürk, 2005).

Bu çalışmada, Turhal Şeker Fabrikası (Turhal, Tokat) pancar ekim alanlarında şeker pancarı kist nematodu *Heterodera schachtii* Schmidt’in varlığı ve yayılışı ortaya konulmaya çalışılmıştır. Tokat iline bağlı Turhal ilçesine ait şeker pancarı ekiliş alanlarında *H. schachtii*’nin varlığı ilk defa bu çalışmayla ortaya konulmuştur.

1.1.Bitki Paraziti Nematodların Genel Özellikleri

Nematodlar genellikle renksiz ve saydamdırlar. Fakat, aldıkları besinlere göre farklı renklerde görülebilirler. Birçok BPN türünün görünüşü iplik şeklinde olmasına rağmen, bazı türlerin dişilerinde vücut şekli değişiklik göstermektedir. Bu türlerin ergin dişilerinin vücutları torba, armut, küre veya limon şeklindedir (Şekil 1). Ergin erkekler ise solucan benzeri ince uzun ve silindir şeklindedir. Nematodların ergin öncesi dönemlerine böceklerde olduğu gibi larva ismi verilir. Larvalar genellikle dört gömlek değiştirdikten sonra ergin olurlar. Bazı BPN türleri kuraklık ve besinsizlik gibi uygun olmayan koşullarda farklı dönemlerde uyuşuk halde canlılıklarını yıllarca sürdürebilirler. Eğer koşullar uygunsa bütün yıl devamlı çoğalarak zararlarına devam ederler.

Toprağın yapısı ve nem durumunun nematodlar üzerinde etkisi fazladır. Toprak yüzeyi kuru olduğu zaman aşağıya ve yüzeydeki nem uygun şartlara döndüğü zaman tekrar yukarıya doğru hareket ederler. Konukçu bitkilerin kök sisteminin derinliğine bağlı olarak 3-6 m'ye indikleri görülebilsede, nematodların en yoğun oldukları toprak derinliği 10-30 cm'dir. Nematodlar alüvyonlu ve kumlu toprakları çok severler. Toprağın nemli olması nematodların faaliyetini artırmaktadır. Bu nedenle, toprak neminin çok değiştiği toprak yüzeyinden itibaren 5 cm'e kadar olan derinliklerde nematodlara çok az rastlanır veya hiç rastlanmaz. Nematodlar toprakta çok ağır hareket ederler. Uygun koşullarda yılda çok sayıda generasyon vermelerine rağmen bulundukları yerde kendi hareketleri ile yayılmaları çok kısa mesafelerde olur. Nematodların büyük bir çoğunluğu kendi hareketleri ile toprakta yılda azami 1 m yol alırlar. Bu nedenle BPN'ler ile bulaşık yerler arazide yer yer (ocaklar halinde lokal bölgelerde) belirtiler şeklinde kendini belli eder.

BPN'ler, özel bir beslenme organı olan stylete sahiptirler (Şekil 1). Bu organ aracılığıyla cins ve hatta tür düzeyinde değişiklik gösteren beslenme şekillerine (ekdoparazit, endoparazit, yarı-ekdoparazit ve yarı-endoparazit) göre bitki dokularında beslenirler. Beslenmeleri sırasında bitkilerde hücre gelişmelerine sebep olurlar, hücre bölünmesini ve bunu takiben hücre büyümesini teşvik ederler.

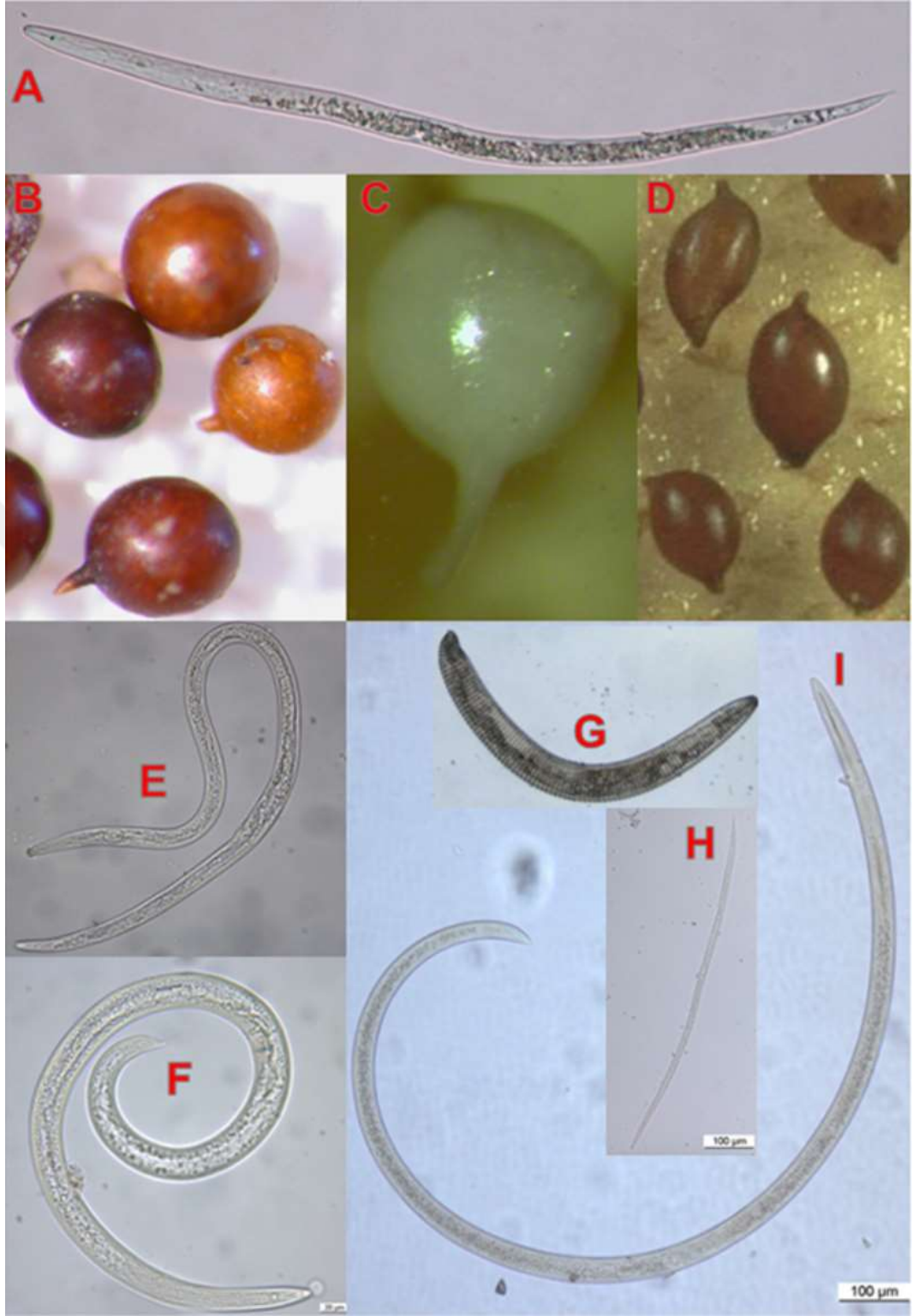
Bitkilerde BPN'lerin mekanik zararlarına ilave olarak bünyelerindeki özel salgılarını hücrelere vererek biyokimyasal ve fizyolojik değişmelere yol açarlar. Sürgün ucu

gelişmesinin durması, gal veya ur teşekkülü, lokal yaraların oluşması, zamanla hücrelerden dokulara kadar ilerleyen zarar ile bitkilerin ölümüne, dolayısıyla büyük ekonomik zararlara sebep olurlar.

1.2. Bitkilerdeki Belirtileri ve Zararı

BPN'lerden dolayı bitkilerde meydana gelen belirtileri genel olarak şu şekilde sıralayabiliriz (Şekil 2):

- Arazinin muhtelif yerlerinde kötü iklim ve besin yetersizliği gibi bodur bitkilerin görülmesi,
- Çok sayıda dallanma,
- Kısa sürgün,
- Küçük yapraklılık,
- Yapraklarda zayıflık,
- Yapraklarda kloroz gibi renk değişmesi,
- Yapraklarda uçtan itibaren kuruma,
- Meyveli bitkilerde ufak ve seyrek meyve,
- Kökün koyu renk alması,
- Kökün iç ve dışında yara ve çürümeler,
- Kökte siğil şeklinde urlar,
- Yan ve emici köklerin kısalması,
- Küt kök oluşumu,
- Ana kökte incelme, uzama ve yay gibi olma,
- Kökte saçaklanma,



Şekil 1 .Bitki paraziti nematodların genel görünümü; kök-ur nematodu larvası (A) ve dişisi (C), patates kist nematodu (B), şeker pancarı kist nematodu (D), *Bursaphelenchus* (E), *Helicotylenchus* (F), *Macroposthonia* (G), *Aphelenchoides* (çeltik beyaz uç nematodu) (H) ve *Xiphinema* (kamalı nematodlar) (I) (Kepenekci, 2012).



Şekil 2. Bitki paraziti nematodların bitkilerdeki (üst aksam, kök, yumru ve tohum) belirtileri ve zararları: Çeltik beyaz uç nematodu zararı çeltik bitkisinin üst aksamında (F, G); kök-ur nematodu zararı, domates bitkisi kökünde, urlu kök (E) ve patates bitkisi yumrusunda (A); hububat gal nematodu zararı buğday bitkisinde (L), başakta (K) ve danelerinde, galli ve sağlıklı daneler (D, C); soğan-sak (H-J) ve patates çürüklük nematodu (B) belirtisi ve zararı (Kepenekci, 2012).

- Tohumlarda deformasyon (galli daneler),
- Yumrulu bitkilerin yumrularında deformasyon, çürümeler ve siğil şeklinde urlar,
- Soğanlı bitkilerin soğanlarında deformasyon ve renk değişimi,
- Bitkinin zayıf düşmesi sonucu yabancı otlarla rekabet edememesi ve arazideki yabancı ot yoğunluğunun artması,
- Gübre uygulamalarından beklenen faydanın sağlanamaması.

Toprak gibi mikrobiyolojisi karışık bir ortamda yetişen bitkilerin doğal koşullarda tek bir organizma grubu tarafından zarar gördüğünü kabul etmek olanaksızdır. Bu nedenle BPN'lerden ileri gelen ürün kayıpları da bazı tahminlere dayanmaktadır. Siddiqi (1986) sebzelerde sadece kök-ur nematod (*Meloidogyne* spp.)'lerinin sebep olduğu ürün kaybının %50-80 arasında değiştiğini kaydetmektedir. Çeltik beyaz uç nematodu (*Aphelenchoides besseyi*)'ndan dolayı çeltikte meydana gelen ürün kaybının %10-30 oranında olduğu bu oranın hassas çeşitlerde %70'lere kadar yükselebileceğinden söz edilmektedir (Rahman ve Miah, 1989).

Ancak bu belirtilerin nematod enfeksiyonu sonucu olarak mı, yoksa bir başka zararlı organizmanın neden olduğu veya her iki durumun birleşik etkisi sonucu mu görüldüğü hakkında makroskobik gözlem ile karar vermek oldukça güçtür. Kesin karar vermeden önce bitkide görülen belirtinin nedeninin nematodlardan mı kaynaklanıp kaynaklanmadığının ortaya konması için nematoloji laboratuvarlarında yapılabilecek özel analiz yöntemlerine başvurulmalı ve nematologlar tarafından kesin kanıya gidilmelidir. Nematodlar kesin olarak uygun büyötmeye sahip mikroskop altında göröldükten ve teşhisi yapıldıktan sonra bitki bulaşık olarak kabul edilir ve söz konusu etmen için uygun olan mücadele yöntemleri önerilebilir. Bu doğrultuda gerekli önlemlerin alınması sağlanabilir.

1.3. Kist nematodları; *Heterodera* Schmidt ve *Globodera* Skarbilovich

(Tylenchina: Heteroderidae)

Kist nematodlarının birçok türünde tüm yumurtalar olgunlaşmış ve daha sonra ölüp sertleşerek kist halini almış dişi vücudu içinde tutulur. Ancak bazı türlerde büyükçe bir dış yumurta kütlesi bulunabilir (örn. *Heterodera oryzae*). Yumurtalar, konukçusuna özelleşmiş kist nematodlarında konukçu bitkinin kök salgılarından etkilenerek açılmakla birlikte, yumurtadan çıkmada çevresel faktörler de rol oynar. Yumurtadan çıkan 2. dönem larvalar (L2) köke giriş yaparak beslenmeye başlar ve komşu hücrelerin birleşmesinden oluşan ve sinsityal olarak isimlendirilen bir beslenme alanı oluşmasına yol açarlar. Köklerde yarananma şeklinde belirtiler oluşmaz. L2 hızla gelişerek olgun dişiyi oluşturur ve nematod bu gelişme döneminde üç kez deri değiştirir. Gelişen dişinin posteriyör bölgesi şişerek kök epidermisini deler. Besin kıtlığı yoksa erkek popülasyonu yüksektir. Erkek bireyler kökten toprağa geçmeden önce 4. dönem larva kütikülası içinde başkalaşmamış bir durumdadır. Dişiler yüzlerce yumurta bırakır ve öldükten sonra kütikülası koruyucu bir kist oluşturur. Bu gruba ait BPN'lerin çoğu önemli olmakla birlikte en önemli türler *Heterodera avenae*, *H. cajani*, *H. ciceri*, *H. fici*, *H. filipjevi*, *H. glycines*, *H. latipons*, *H. sacchari*, *H. schachtii*, *G. pallida*, *G. rostochiensis* ve *G. tabacum* olarak sayılabilir. Özellikle ülkemizde yaygın olarak bulunan *Globodera rostochiensis*, *G. pallida*, *Heterodera latipons*, *H. avenae*, *H. latipons*, *H. filipjevi* ve *H. schachtii* üzerinde önemle durulması gereken türlerdir.

Heterodera ve *Globodera* cinslerine ait nematodlar kist meydana getirmeleri ile diğer BPN'lerden ayırt edilirler. Bundan dolayı kist nematodları olarak isimlendirilmişlerdir (Şekil 3). Kistler, yumurta paketi ile sıkıca sarılmış dişi ergin vücududur. Dişi ergin vücudundaki yumurtalığın etrafı yumurta ile çevrilidir ve yumurtaların üzeri ise jelâtinimsi bir tabakayla kaplıdır. Dişi yumurtalarını, bitki dışında kalan vücudunun alt kısmı etrafını saran bir jelâtinimsi bir kese içine veya vücutta vulva bölgesine depolar. Dişi yumurtalarını bıraktıktan sonra ölür ve yumurtaları ihtiva eden jelâtinimsi kese, ölü dişiyi de ihtiva ederek kist haline gelir ve hayat devresi yeniden başlar. Kistlerin renkleri koyu kahverengiden koyu kırmızıya veya beyaz, açık sarıdan koyu sarıya kadar değişebilir. Bu koruyucu zar içinde yumurtalar ekolojik koşullara dayanıklı olup uzun yıllar canlılıklarını muhafaza eder. Kist nematodları yumurta içinde 2. larva dönemine

kadar gelişir. Bu gelişme kistin içinde olur. Larvalar, L2 (2. dönem larva) olarak kist içindeki yumurtalardan çıkıp toprakta bitki köklerine yönelir ve bitkiye bitki kök uçlarından veya kök ucuna çok yakın bölgelerden girer. Bitki içinde ilerleyerek kambiyum tabakasına, orta silindire kadar ulaşır ve başlarını bu kambiyum tabakasına gömüp orada sabitleşerek beslenmeye başlar. Dişiler ergin oldukları zaman limon veya küre şekillerinde farklılaşır ve beslenmeye devam ederler. Erkekler tipik ince uzun silindir şeklinde olup ergin olduktan sonra dişiyi döller ve bitkiyi terk ederek toprağa geçer.

Biyoloji

Heterodera schachtii, şeker pancarı kist nematodu (Şekil 3)'nün toprakta bulunan kistleri içinde ortalama 350 yumurta bulunur. Kistler toprakta uzun süre (6-10 yıl kadar) kalabilir ve uygun şartlar altında yumurtadan çıkan L2 konukçusu olduğu bitkilerin köklerine yönelerek beslenmeye başlar.

Zarar Şekli

Bu dönem nematodun en aktif olduğu dönemdir. Larvalar kök ucunun biraz gerisinden kökü delerek içeri girer ve konukçu kökünde beslenerek ergin hale gelir. Olgunlaşan erkek ve dişiler, başları kök içinde beslenmelerine devam eder ve bir süre sonra çiftleşen erkekler toprağa geçer. Çiftleşen dişilerde yumurtalar gelişir ve koyu bir renk alır. Vücudu yumurta ile dolan dişi öler ve yumurtaları koruyan dayanıklı kist şeklini alır ve diğer nesilleri vermek üzere toprağa geçer. Nematod, konukçu bitkinin cinsine ve sıcaklığa bağlı olarak 4-8 haftada yumurtadan ergin hale geçer. Uygun şartlarda yılda 1-4 jenerasyon verebilir.

Mücadele

Şeker pancarının kist nematoduna karşı korunması için agronomik önlemler tedbirler alınmalıdır;

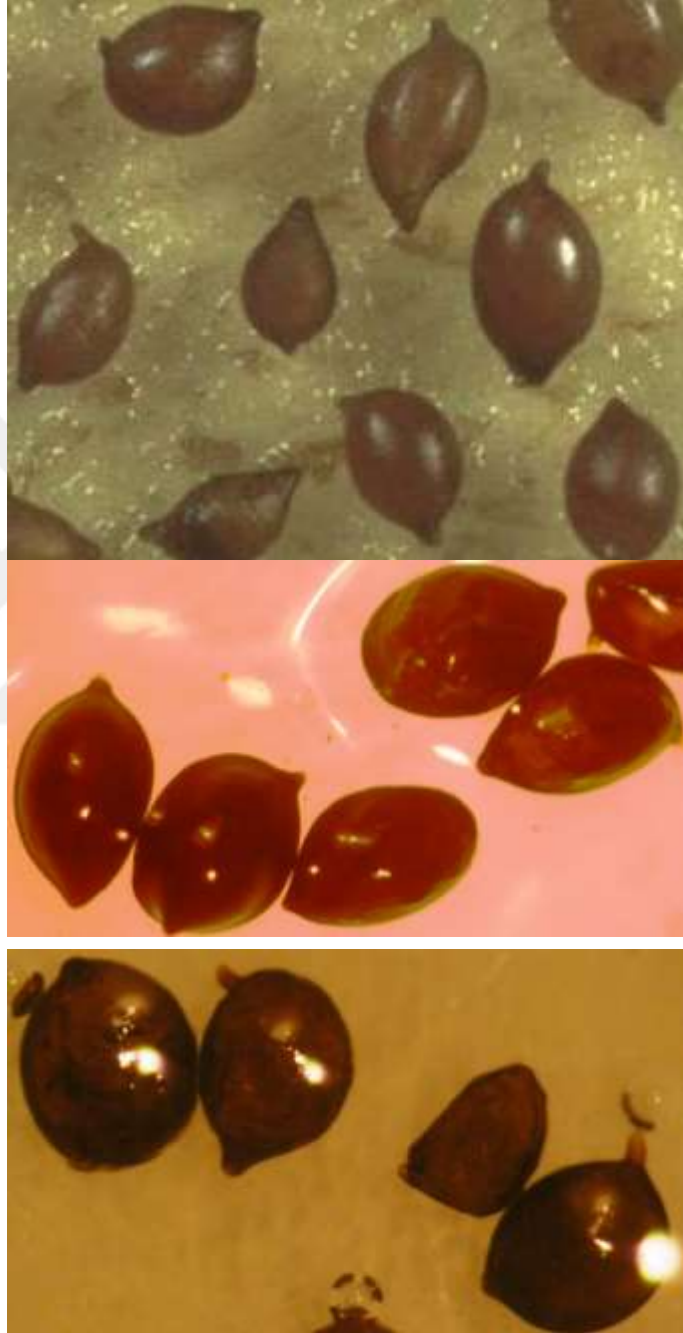
Ekim aralığı uzatılmalıdır.

Erken ekim yapılmalıdır.

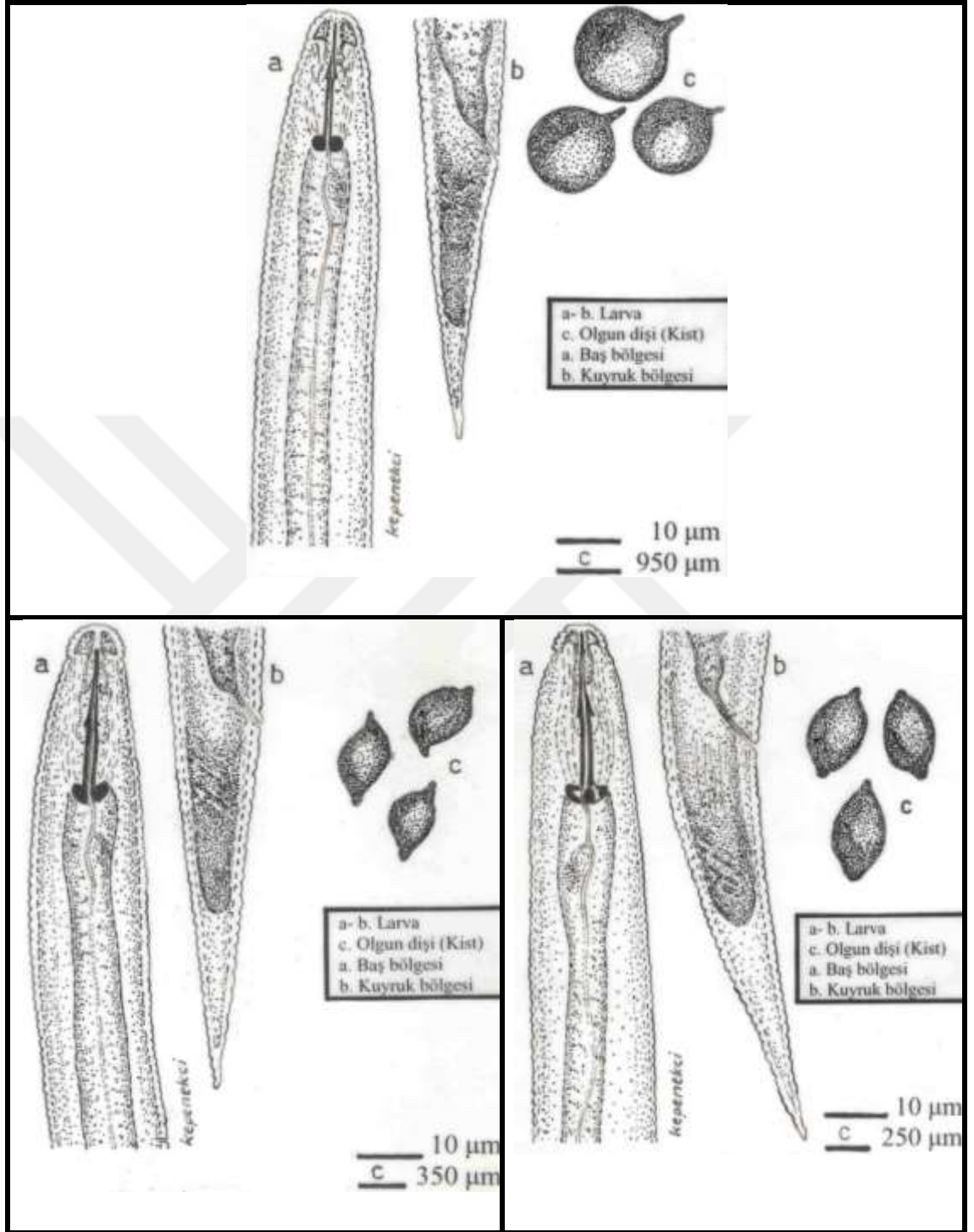
Münavebe konukçu bitkiler olmamalıdır.

Şeker pancarından önce ara bitki olarak nematisit etkili beyaz hardal ve yemlik turp ekilebilir.

Dayanıklı çeşitler ekilmelidir.



Şekil 3. Kist nematodlarına ait kistlerin mikroskop altındaki görünüşü, şeker pancarı kist nematodu (*Heterodera schachtii*) (üst) (Fotoğraf İ. KEPENEKÇİ), tahıl kist nematodları [*H. avenae* (orta) (Fotoğraf M. İMREN) ve *H. latipons* (alt) (Fotoğraf M. İMREN)].



Şekil 4. Kist nematodları, patates kist nematodu (*Globodera rostochiensis*) (üst), şeker pancarı kist nematodu (*Heterodera schachtii*) (alt sol) ve tahıl kist nematodu (*H. avenae*) (alt sağ) (Çizimler İ. KEPENEKÇİ).

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Diker (1955) tarafından yazılan kitap, Türkiye'de Bitki Paraziti Nematodlar konusunda hazırlanmış ilk eserdir. Yazar, nematodlara ait genel bilgilerin yanında önemli Bitki Paraziti Nematod gruplarını ayrıntılı olarak vermiş, onlarla mücadele olanaklarından bahsetmiştir. Ayrıca yazar kök-ur nematodlarının ülkemizdeki dağılımını il, ilçe, köy ve mevki olarak ayrıntılı olarak vermiştir. Yazar çok sayıda fotoğraf ve çizime de kitabında yer vermiştir.

Yüksel (1958), yapmış olduğu çalışmada Türkiye'de soğan-sak nematodu [*Ditylenchus dipsaci* soğan (*Allium cepa*) ırkını]'na 1957 yılında Ankara'nın Çınarlı köyündeki soğanlarda tesadüf edildiğini ve daha sonra Nevşehir, Sivas ve Konya'da yaptığı tetkikle bu zararlının memleketimizde oldukça geniş bir yayılma alanına sahip olduğunu ve özellikle Nevşehir'de önemli zarar yaptığını bildirmektedir.

Heterodera schachtii Schmidt'in Türkiye'de ilk kez 1958 yılında Babaeski'nin Karamesutlu Köyü'nde tespit edildiği belirtilmiştir (Diker 1959).

Alkan (1962), Türkiye'de tespit edilen BPN türlerini sistematik sıraya göre vermiş ve nematodların morfolojik tanımlarını yaparak, Türkiye'deki yayılış alanlarını literatür bilgileri doğrultusunda derlemiştir.

Kaskaloğlu (1965), Ege Bölgesi bağlarında yaptığı sürveyler sonucunda virüs hastalıklarının verimi etkilediğini ve *Asma kısa boğum virüsü*'nün *Xiphinema index* ve *Longidorus* ile taşındığını ortaya koymuştur.

Yüksel (1966), *H. schachtii* ve *H. cruciferae* üzerinde karşılaştırmalı morfolojik çalışmalar yaparak iki türün olgun dişi, olgun erkek ve larvalarına ait morfolojik özellikleri kıyaslamalı olarak vermiştir. Araştırmacı *H. cruciferae*'nin Türkiyede ilk defa 1963 yılında, Erzurum'da lahanalarda bulunduğunu rapor etmiştir. Ayrıca 1965 yılında Trabzon'da yaptığı çalışmalar sonucu bölgede yetiştirilen kara lahanaların *H. cruciferae* ile bulaşık olduğunu bildirmektedir.

Tokmakoğlu (1974), *H. schachtii*'nin Türkiye'de ilk kez 1958 yılında Babaeski'nin Karamesutlu Köyü'nde tespit edildiğini ve kısa zamanda da Babaeski ile Kırklareli

arasındaki 35 km uzunluk ve 1 km genişliğinde şeytan deresi vadisine yayıldığını bildirmiştir. Araştırmacı, şeker pancarında zararlı BPN'lerin *D. dipsaci*, *Meloidogyne* spp. ve *H. schachtii* olduğunu bildirmiş ve zarar şekillerini açıklamıştır.

Luc (1986), Kist nematodlarının Ekvator ve sıcak tropik bölgelerdeki yayılışını vermiştir. *Heterodera schachtii*'nin tropik Afrika'nın batıdaki 2 bölgesinde bulunduğunu ve bu bölgelerin Dakar'ın (Senegal) merkezindeki sebze bahçelerindeki lahanalarda bulunduğunu ve bu bölgede ekonomik anlamda zarar meydana getirdiği fakat düzenli bir survey çalışmasının bulunmadığını belirtmiştir. İkinci bölge olan; Banjul ve Gambia'da ise şeker pancarlarında tespit edildiğini sonuç olarak, bu nematodun Senegal ve Gambia bölgelerindeki ürünlere ekonomik olarak zarar verdiğini belirtmiştir.

Cooke (1987), İngiltere'deki *Heterodera schachtii* ile bulaşık tarlalarda yapmış olduğu gözlemlerde bu nematodun bitkide oluşturduğu semptomları şöyle sıralamıştır: 2. dönem larva kök içerisine girmekte ve burada salgıladığı bazı enzimlerle bitkinin aşırı kılcal kök oluşumuna sebep olmakta dolayısıyla yumru hacminin düştüğünü, nematod popülasyonunun artmasıyla beraber bitkinin topraktan su ve besin maddeleri alamadığı ve bunun sonunda bitkinin dış yapraklarından başlamak suretiyle solma ve çökme görüldüğünü belirtmiştir. Bu belirtilere ek olarak petiollerin dar uzun olduğunu ve yaprak alanında bir daralma olduğunu dolayısıyla fotosentez yüzeyinin azaldığını gözlediğini belirtmiştir. Ayrıca bu çalışmada, *Heterodera schachtii*'nin ilk kez 1859 yılında Schacht tarafından Almanya'da tespit edildiği fakat teşhis ve isimlendirmenin ilk kez 1871 yılında Schmidt tarafından yapıldığı ve Avrupa ülkelerinin *H. schachtii* ile bulaşıklık oranlarını belirtmiştir.

Caswell ve Thomson (1991). *H. schachtii* nin yumurta üretim, 160-270 gün arasında başlamaktadır ve 394-480 gün arasında en fazla üretim olarak en fazla yumurta üretimi 420 yumurta erginin olduğu görülmüştür. Buna göre en fazla yumurta üretimi 2,4 gün/yumurta derece olduğunu ifade etmiştir.

Erinç ve Serel (1996), 1995 yılında Afyon, Alpullu, Eskişehir, Kütahya ve Uşak olmak üzere 5 fabrika, 22 bölge, 65 köy ve 252 adet tarla olmak üzere toplam 12.932 dekarlık pancar sahasında çalışma yapmışlardır. 100 g toprakta yaptıkları inceleme sonucunda 867 dekarlık alan ağır (50 kistten fazla), 837 dekarlık alan 2. derece (11-50

kist) olmak üzere 1874 dekar (69 tarlada) şeker pancarı sahasının şeker pancarı kist nematodu (*H. schachtii*) ile bulaşık olduğunu bildirmişlerdir.

Serel ve Erinç (1996) tarafından 1995-1996 yıllarında 6 fabrika, 28 bölge, 103 köy, 646 tarlada toplam 14.491 dekar alanda yapılan çalışma sonunda, 4.650 dekar üretim alanını kapsayan 364 adet tarlanın *Heterodera schachtii* ile bulaşık, 9.840 dekar üretim alanını kapsayan 282 adet tarlanın da temiz olduğu ortaya konmuştur.

Susurluk (1997), Eskişehir ili ve çevresindeki Eskişehir Şeker Fabrikası şekerpancarı ekim alanlarında *H. schachtii*'nin yayılışı ile ilgili olarak yapmış oldukları çalışmada, en az kist sayısını 9 adet olarak Çifteler ilçesinin Abbashalimpaşa köyünde, en fazla kist sayısını ise 121 adet olarak Beylikova ilçesinin Parsibey köyünde tespit etmişlerdir.

Akkaya (1998), Ankara ili ve çevresindeki şekerpancarı ekiliş alanlarında *H. schachtii*'nin yayılışının ile ilgili olarak yapmış olduğu çalışmada, en az kist sayısını 3 adetle Polatlı Bölgesinin Eskikarsak ve Sanoba köylerinde, en fazla kist sayısını ise 301 adetle yine Polatlı Bölgesinin Eskikarsak köyünde tespit etmiştir.

Osmanoğlu, Tan (1999) yaptığı çalışmada Adapazarı Şeker Fabrikası şekerpancarı ekim alanlarında şekerpancarı kist nematodu, *H. schachtii*'in yayılışı incelenmiş ve bulaşık alanlar tespit edilmiştir. Bulaşık olarak tespit edilen sahalar; Alifuatpaşa, Kaynarca, Pamukova'ya bağlı merkez ve bazı köylerdir. Bu bölgelere ait toplam 10 adet tarla ve bunlara ait 304 dekar alanın *H. schachtii* ile bulaşık olduğu; diğer bölgelere bağlı şekerpancarı eken köylerin ise temiz olduğu saptanmıştır. Ayrıca bu alanlarda tespit edilen *H. schachtii*'nin bazı morfometrik ölçümlerine de karşılaştırmalı olarak yer verilmiştir.

Yapılan laboratuvar denemelerinde 4 farklı turp varyetesinin (Rafael, Blinda, Celez, Regents) kök salgılarının *H. schachtii*'nin yumurtadan çıkışına olan etkisi araştırılmıştır. Bu varyetelerde çıkışın %26-38 olduğu görülmüştür. *H. schachtii* bütün varyetelerde üreyebilmiştir. Rafael en duyarlı varyete iken, Blinda en toleranslı varyete olmuştur (Fatemy, 2000)

Türkiye' de 1999 yılı ortalarına kadar 172 bitki paraziti nematod türü 49 bölgede ve 59 ayrı konukçuda saptanmış ve listelenmiştir (Ökten ve ark., 2000).

Heterodera schachtii Avrupa, Asya, Kuzey Amerika ve Avustralya’ da geniş bir ölçüde yaygınlık gösterir. Şeker pancarı yetiştirilen her 1 g toprakta şayet 4 adet *H. schachtii* bireyi bulunursa % 60’ a kadar ürün kaybına neden olduğu bildirilmiştir. Chenopodiaceae ve Cruciferae gibi konukçu bitkilerin imhası, dayanıklı varyete kullanımı ve en az 4 yıl münavebe ile bu zararlıdan korunabileceği açıklanmıştır (Seed 2000).

Serel ve arkadaşları (2004) tarafından yapılan çalışma, şeker pancarı kist nematoduna (*H. schachtii*) dayanıklı Anema ve Nematop çeşitleri ile şeker pancarı kist nematoduna ve rhizomania hastalığına dayanıklı Paulina çeşidinin, hassas çeşide (Arosa) göre kist nematodu ile bulaşık şartlardaki verim ve kalite düzeylerini araştırmak amacıyla, Etimesgut deneme istasyonunda, 2001-2002-2003 yıllarında tesadüf blokları deneme deseninde 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Dayanıklı çeşitler hassas çeşide göre 200 T de %19-21, 2002’de %59-65, 2003’de %15-38 arasında daha fazla kök verimi sağlamıştır. Bu artışlar 2001 ve 2003’de istatistiki önem arz etmemekte, 2002’de ise %1 seviyesinde önem taşımaktadır. Şeker varlığı, arıtılmış şeker varlığı ve arıtılmış şeker verimi bakımından 2002 yılı değerlerinin istatistiki önem taşımamasına karşılık, 2001’de Paulina, 2003’de Nematop çeşidi, arıtılmış şeker verimi yönünden istatistiki öneme haiz bir artış sağlamıştır. Dayanıklı çeşitlerin şeker varlığı 2001’de 0.48-1.36 °S (Paulina 1 °S hassas çeşidin üstünde), 2002’de 1.29-1.58 °S hassas çeşit değerinin altında gerçekleşmiş olmasına karşın 2003’de hassas çeşide yakın bir sonuç vermiştir. Denemede, ekim öncesi ve hasat sonrasında parsellerden alınan toprak numunelerinin 100 ml’ sindeki canlı kist miktarına göre, başlangıç ve nihai popülasyon seviyeleri ile çoğalma oranları belirlenmiştir. Dayanıklı çeşitlerin nematod popülasyonu üzerindeki etkisi, üç yılda da farklılıklar göstermiş, 2001’de düşük, 2002 ve 2003’de yüksek çoğalma oranları tespit edilmiştir. Hasatta çok başlı ve urlu pancar oranı da belirlenmiştir. Çok başlılık yönünden normal çeşit ile Anema ve Nematop çeşitleri arasında önemli bir farklılık olmamasına karşın Paulina çeşidinde oran daha düşüktür. En yüksek urlu pancar oranı her üç yılda da Nematop çeşidinde görülürken Anema ve Paulina çeşitlerinde ise genel olarak %10’un altında kalmıştır.

Ertürk (2005), Konya ili ve çevresindeki Konya Şeker Fabrikası şekerpancarı ekim alanlarında *H. schachtii*’nin yayılışı ile ilgili olarak yapmış olduğu çalışmada, Konya

Şeker Fabrikası'na bağlı sekiz bölge ve 57 köye gidilerek, 90 ayrı tarladan toprak ve belirtinin görüldüğü bitkilerden örnekler alınmıştır. Konya (Merkez), Çumra, Seydişehir, Beyşehir, Şarkikaraağaç, Kulu, Cihanbeyli, Altınekin'e bağlı toplam 50 köy olmak üzere 2640.5 dekar alan *H. schachtii* ile bulaşık olarak bulunmuştur. Araştırmada, en fazla kist sayısı 211 adet olarak Altınekin ilçesinin Merkezinde tespit etmiştir. Yine aynı çalışmada Isparta ilinden de toprak ve kök örnekleri alınarak incelenmiş ve en az kist sayısı 1 adet olarak Şarkikaraağaç ilçesinin Yeniköy, Çarıkсарay, Ördekçi ve Armutlu köyleri ile en fazla kist sayısı 22 adet olarak Şarkikaraağaç ilçesinin Arak Köyünde tespit edilmiştir.

Gürkan (2009), şeker pancarı kist nematodu (*H. schachtii*)'na dayanıklı tuzak bitkilerden yağlık turp (*Raphanus sativus* var. *oleifera*, Adagio çeşidi) ve akhardal (*Sinapis alba*, Maxi çeşidi) türlerinin, ilkbahar ve sonbaharda ekilmesinin nematod popülasyonu üzerindeki etkinliğini, nadas ve yazlık arpa ile kıyaslamak amacıyla, Şeker Enstitüsü Etimesgut Deneme İstasyonu'nda, 2004-2006 yıllarında, tesadüf blokları deneme deseninde 4 tekerrürlü olarak yürütmüştür. Nematod ile bulaşık farklı iki sahada ilk yıl tuzak bitkiler, sonraki yıl şeker pancarı yetiştirilmiştir. Nematod popülasyonu 2004 ve 2005 yılı sıralamasına göre nadasta %83-82, yazlık arpada %72-40, ilkbahar ekimi yağlık turpta %94-79, ilkbahar ekimi akhardalda %81-75, sonbahar ekimi yağlık turpta %94-90, sonbahar ekimi akhardalda %84-89 azalmıştır. Şeker pancarı yetiştirilen 2005 ve 2006 yılında en düşük nematod çoğalma orannı nadasta görülmüştür. Tuzak bitkilerden sonra yetiştirilen şeker pancarının kök ve şeker verimi değerleri, nadas ve yazlık arpaya göre daha yüksek bulunmuştur.

Türkiye'de ortaya konan bitki paraziti nematod türlerinin listelenmesiyle ilgili yapılan en son çalışma da 2013 yılı ortalarına kadar 240 türün 48 bölgede ve 66 ayrı konukçuda tespit edildiği bildirilmektedir (Kepenekci, 2014).

Cui ve arkadaşları (2016) tarafından Türkiye'de yapılan çalışmada, 2014 ve 2015 üretim sezonunda Şanlıurfa ili şekerpancarı üretim alanlarında *H. schachtii*'nin surveyi ve teşhisi yapılmıştır. Araştırma sonucunda, Şanlıurfa ilinde üç farklı lokasyonda; Bozova, Karaköprü ve Siverek ilçelerinden alınan on iki örnek, morfolojik ve moleküler yöntemlerle *H. schachtii* olarak tanımlanmıştır. Ayrıca, çalışmada, filogenetik analiz

yapılmış, Şanlıurfa ilinden toplanan *H. schachtii* popülasyonlarının Avrupa ve Fas popülasyonları ile %99 oranında benzerlik gösterdiği saptanmıştır.



3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3. 1. Materyal

Çalışmanın ana materyalini Turhal Şeker Fabrikası A.Ş. (Turhal, Tokat) şeker pancarı ekili arazilerden alınan toprak, bitki örnekleri ve *Heterodera schachtii* Schmidt'nin kistleri oluşturmuştur.

3. 2. Yöntem

Bu çalışmada arazi çalışmaları ve laboratuvar çalışmaları olmak üzere iki çalışma yapılmıştır.

3. 2. 1. Arazi Çalışmaları

Turhal (Tokat) merkezine bağlı toplam 1 belde ve 52 köy bulunmaktadır. Bu köyler hakkında bilgiler alınarak riskli görülen köylerde sürvey çalışması için gidilmiştir. Bu çalışma için araziye çıkış tarihi 2021 yılı Temmuz ayında şeker pancarı hasat zamanına yakın tarih seçilmiştir. Çalışma kapsamında, 14 adet köye gidilerek, toplam 32 adet toprak ve şeker pancarı bitki kök örnekleri alınmıştır. Örneklerin toplandığı köy, il, mevkii, ilçe ile örnek olarak kabul edilen arazinin sahip olduğu büyüklük Çizelge 1.' de verilmiştir.

Bu köylere gidilerek şeker pancarı ekili tarlalarda tarlanın belirli bir yeri olmamak şartı ile tarlanın her bölgesinde toprak sondası ile zik zak yaparak numune alma kurallarına uygun 1 kg olacak şekilde toprak örnekleri alınarak paçal edilmiştir. Toprak ve şeker pancarı bitki örnekleri plastik poşetlere alınarak etiketlenmiş ve analiz edilmek üzere laboratuvara getirilerek analiz edilene kadar +4°C'de muhafaza edilmiştir.

Çizelge 1. Turhal (Tokat) şeker pancarı ekiliş alanlarından örneklerin alındığı alanlar.

İl	İlçe	Köy	Mevki	Dekar
Tokat	Turhal	Bahçebaşı	Mondros	12
Tokat	Turhal	Bahçebaşı	Mondros	13
Tokat	Turhal	Bahçebaşı	İstakla	30
Tokat	Turhal	Bahçebaşı	İstakla	40
Tokat	Turhal	Bahçebaşı	İstakla	14
Tokat	Turhal	Bahçebaşı	Mondros	11.5
Tokat	Turhal	Bahçebaşı	İstakla	7
Tokat	Turhal	Çayıraltı	Boyalık	130
Tokat	Turhal	Çayköy	Çay	12
Tokat	Turhal	Çayköy	Ortayol	6
Tokat	Turhal	Çaylı	İnekhane	70
Tokat	Turhal	Çaylı	Çamlıca	2
Tokat	Turhal	Çaylı	Hönü	6
Tokat	Turhal	Çiftlik	Yavşanlık	6
Tokat	Turhal	Dökmetepe	Akyer	3
Tokat	Turhal	Dökmetepe	Akyer	6
Tokat	Turhal	Dökmetepe	Akyer	4.5
Tokat	Turhal	Kalaycık	Hamamlık	2.7
Tokat	Turhal	Kalaycık	Hamamlık	2.5
Tokat	Turhal	Kalaycık	Hamamlık	2
Tokat	Turhal	Kalaycık	Akyer	12
Tokat	Turhal	Kazımkarabekir	Kızılyer	25
Tokat	Turhal	Necip	Köyarkası	4
Tokat	Turhal	Ovayurt	Köyönü	20
Tokat	Turhal	Sütlüce	Adalar	7.6

Çizelge 2 (Devam). Turhal (Tokat) şeker pancarı ekiliş alanlarından örneklerin alındığı alanlar.

İl	İlçe	Köy	Mevki	Dekar
Tokat	Turhal	Tatlıcak	Köyönü	3
Tokat	Turhal	Tatlıcak	Köyönü	5.5
Tokat	Turhal	Tatlıcak	Mondros	88
Tokat	Turhal	Tatlıcak	Mondros	20.4
Tokat	Turhal	Üçgözen	Sosealtı	7.5
Tokat	Turhal	Yeniköy	Taşıyığını	10
Tokat	Turhal	Yeniköy	Taşıyığını	7

3. 2. 2. Laboratuvar Çalışmaları

3. 2. 2. 1. Örneklerden Kistlerin Ayırıştırılması

Arazi çalışmaları kapsamında alınan toprak örneklerinden kist nematodlarının eldesi Fenwick kabı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Fenwick kabı üzerinde kaba elek bulunan kısmı olup ortasında havuz şeklinde bir bölmesi ile yukarıdan su ile toprak yıkanarak havuz kısmına geçmesi ve oradan nematod da içeren suyun taşması ve nematod elekleri üzerine dökülmesi ile nematod kistleri elde edilmiştir.

Alınan örnekler öncelikle oda sıcaklığında kurutulmuş ve kalın bir elekten geçirilerek taş çakıl bitki artıkları ayırıştırılmış ve toprak kesekleri parçalanmıştır. Daha sonra fenwick kabının üzerinde bulunan kaba elek üzerine boşaltılarak yukarıdan su verilmiş ve havuz kısmından taşan su üstte 20 ve altta 60 mesh'lik olacak şekilde yerleştirilen eleklerin üzerine akmıştır. Su temiz akana kadar devam edilmiş ve bunda 1-2 dakika sonra 60 mesh'lik elek üzerinde biriken kısım behere aktarılmıştır (Şekil 5). Behere aktarılan elek üstü kurutma kağıdından süzülerek kağıdın üzerinde toplanması sağlanmıştır. Daha sonra kurutma kağıdının üzerinde biriken kistler stero mikroskop altında ince bir sulu boya fırçası yardımıyla eppendorflara her bir örnek için toplanmış ve teşhisleri yapılanaya kadar +4°C'de muhafaza edilmiştir.

3. 2. 2. 2. Larvaların Elde Edilmesi

Alınan örneklerden elde edilen kistler patlatılarak ikinci dönem larvalar (L2) elde edilmiştir. bu amaçla gözlem kabına saf su doldurulmuş ve içerisine 2-3 adet kist aktarılmıştır. Kistler nematod iğnesi ile patlatılmış ve larvaların (L2) saf suyun içerisine geçmesi sağlanmıştır. Saf suyun içerisinde bulunana nematod larvaları kabın içinden alınarak çok az miktarda saf suyun içine alınmış ve gözlem kabında bekletilmiştir.

Elde edilen L2'lerin daimi preparatlarının yapımı öncesi fiksasyonda Seinhorst (1959) tarafından verilen ve DeGrisse' nin (1969) geliştirmiş olduğu "Fiksasyon ve Daimi Preparasyon Yöntemi" nden yararlanılmıştır.

Bu yöntemde nematodların (kist nematodlarına ait 2. dönem larvaların) (L2) fiksasyonu için kullanılan solüsyonların içeriği aşağıdaki gibidir.

1. Solüsyon : %88 damıtık su
%10 HCHO %40'lık
%1 Glacial Acetic Acid
%1 Glycerin
2. Solüsyon : %5 Glycerin
9%5 Ethanol %96'lık
3. Solüsyon : %50 Glycerin
%50 Ethanol (%96'lık)

Stereoskopik mikroskop altında nematod iğnesi (çok ince özel iğne) ile yakalanan bitki paraziti nematodlar “Syracuse” gözlem kabı içindeki 1 damla damıtık suya, her örnek için ortalama 100 adet (yoğunluğun düşük olduğu örneklerden daha az, yoğunluğun fazla olduğu örneklerden daha fazla) olmak üzere toplanmıştır.

I. Solüsyon 70-80°C’ye kadar ısıtılmış ve bundan nematodların üzerine birkaç damla dökülerek syracuse kabının ağzı camla kapatılmıştır. 20 dakika kadar bekledikten sonra kapağı alınan gözlem kabı, % 96’lık ethanol bulunan kapaklı cam kavanozlar içinde 40°C’lik etüve konulmuştur. 12 saat süreyle etüvde bekletilen gözlem kabı, daha sonra kavanozdan çıkarılmış ve üzerine II. Solüsyondan damlatılmıştır. Bunu takiben gözlem kabı, 3 saat süreyle ve en son olarak da birkaç damla III. solüsyondan ilave edilerek 3-4 saat süreyle 40°C’lik etüvde bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda saf glycerin içinde kalan nematodların bulunduğu gözlem kabı, dibinde CaCl₂ içeren desikatöre alınmıştır.

Daimi preperatların yapımında kullanılan lamalar balmumu yüzük (Wax-ring) yöntemi uygulanarak hazırlanmışlardır (Hooper 1986). Bu amaçla sıcak bir hot-plate üzerinde yayvan bir cam petri kabı içerisinde eritilen balmumu, küçük çaplı bir ağıza sahip cam deney tüpünün ağzı batırılmak suretiyle cam lamaların yüzeyine sürülmüş ve daha sonra balmumunun lam üzerinde yüzük şeklinde katılaşması sağlanmıştır. Bu balmumu yüzük ortasına bir damla saf glycerin damlatılmış, ortalama 7 adet nematod ve aynı boyda yeteri kadar cam elyafı gliserin damlası içerisine konulmuştur. Glycerin içerisine alınan nematod ve cam elyafının hafif iğne darbeleriyle oturmaları sağlanmıştır. Lamel de lam gibi iyice temizlenerek balmumu yüzük üzerine dikkatlice yerleştirilmiştir. 40°C sıcaklıktaki hot-plate üzerinde itina ile yerleştirilen ve üzerine lamel kapatılmış lam üzerindeki yüzük şeklindeki balmumunun eriyerek yayılması ve lamelin çevresini kaplaması beklenilmiştir. Daha sonra hot-plate üzerinden alınan preparattaki balmumu kısa sürede katılaşmıştır. Bunu takiben hazır hale gelen preparatlar teşhise hazır halde etiketlenerek preparat kutuları içerisinde yerleştirilmiştir. Nematodların toplanması ve daimi preparatlarının hazırlanmasında da aynı nematod yoğunluklarının belirlenmesinde olduğu gibi Zeiss marka stemi 2000 C model stereoskopik mikroskop kullanılmıştır.



Şekil 5. Nematod kistlerinin örneklerden Fenwick kabı ile elde edilme işlemi.

3. 2. 2. 3. Kistlerin Daimi Preparatlarının Yapılması Ve Anal Kesitlerinin Alınması

Kistlerin daimi preparatları yapılmadan önce vulval alan kesitleri alınmıştır. Kılcal köklerden ve toprak örneklerinden yıkanarak elde edilen kistlerden 1 adet alınarak saf suyla dolu gözlem kabına (syracuse kabı) konulmuştur. Gözlem kabından alınan kistler lam üzerine yerleştirilerek bisturi yardımı ile binoküler altında yarı hizasından kesilmiştir. Kesim işleminden sonra kesitin içi (matrix ve matrixin sardığı yumurtalar) temizlenmiştir. Bu işlemde öncelikle yumurtalar ince bir öze yardımıyla uzaklaştırılmış daha sonra nematod iğnesiyle kistin iç çeperine yapışık olan matrix tabakası çıkartılmıştır. Açık renkli bir zar görünümü alan kesit, ortasında bir damla glycerin bulunan başka bir lam üzerine aktarılmıştır. Bu işlemden sonra lam binoküler altına konularak kesitin lateral ve dorsal preparatlarını yapmak amacıyla, kesite istenilen pozisyon verilmiştir. Dorsalden yapılan preparasyonda kesitin tamamen lam üzerine oturabilmesi için yanlarından hafifçe yırtılmasına dikkat edilmiştir. Kesite istenilen

uygun pozisyon verildikten sonra lam üzerine lamel kapatılarak etiketlenmiştir. Böylece teşhise hazır duruma getirilmiştir.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4. 1. Teşhis

Çalışma kapsamında elde edilen toprak örneklerinden elde edilen *Heterodera schachtii* popülasyonlarının teşhisi elde edilen kist netaodlarının vulval alan kesitleri ile bu kistlerden elde edilen ikinci dönem larvaların morfolojik ve morfometrik özelliklerine göre yapılmıştır. Esas teşhisler kistlerin anal kesitlerin'den yapılmış olup L2'lerin morfolojik ve morfometrik özellikleri ile desteklenmiştir. Kistlerin fenestral bölgelerinin ve L2'lerin morfolojik ve morfometrik özelliklerinin değerlendirilmesinde Leica DM4000 B LED ışık mikroskobu, ölçümlerde ve resim çekimlerinde Leica DFC 450 dijital kamera ve LAS (Leica Application Suite) programı kullanılmıştır. Kist vulval alan kesitlerinin ve L2'lerin morfolojik teşhislerinde kullanılan ölçümler Siddiqi (2000)'de belirtilen standart formüllere göre hesaplanmıştır. Tür düzeyinde teşhisler Golden ve Ellington (1972), Subbotin vd. (2010)'dan faydalanılarak yapılmıştır.

Heterodera schachtii'nin sistematikteki yeri

Takım : Tylenchida

Üst Familya : Tylenchoidea

Familya : Heteroderidae

Alt Familya : Heteroderinae

Cins : *Heterodera* Schmidt

Tür : *Heterodera schachtii* A. Schmidt

Sinonimleri : *Tylenchus schachtii* (A. Schmidt) Orley (Siddiqui)

Heterobolbus schachtii (A. Schmidt) Railliet

Heterodera schachtii minör O. Schmidt

4. 1. 1. İkinci Dönem Larva (L2) Özellikleri

Baş kısmında dört annül bulunmaktadır. Styletin ucu sivri bir şekilde ve güçlü bir yapıya sahiptir. Nematodun kuyruk bölgesinde yer alan phasmid hafif parlak şekilde anüsün gerisinde görülür. Genital bölgesi ve açıklık vücudun orta kısmında yer alır.

Teşhis çalışmaları kapsamında 60 adet *H. schachtii*'ye ait 2. dönem larva mikroskop altında incelenmiş, hepsinin ayrı ayrı vücut, annül, stylet ve hyalin portion uzunluğu ve vücut genişliği hesaplanmıştır (Çizelge 2). *Heterodera schachtii*'nin çalışmada elde edilen popülasyonu ile farklı bölgelerde ve farklı araştırmacılar tarafından elde edilen popülasyonlara ait L2 ölçümler Çizelge 2.'de yer almaktadır. Tokat ili şeker pancarı üretim alanlarında ilk kez yapılan bu çalışmayla elde edilen popülasyonun ölçüm referans değerlerinin referans literatürlerle uyumlu olduğu belirlenmiştir.

4. 1. 2. Kist Özellikleri

Kistlerden dişi olanlar baş kısmı şeker pancarı kökü içine gömülü şekilde bulunurlar ve vücutları yumurta ile dolduğunda açık ve şeffaf olan renkleri kahverengiye doğru döner. Dişi kistler limon şeklindedir. (Şekil 3). Anal kısım koni şeklinde çıkıntı yapmıştır. Kistlerin teşhisi anal kısımda dorso-ventral ve lateral konumda ki durumuna göre belirlenir. Bunlar şu şekildedir;

1. Dorso-ventral konumdaki teşhis kriterleri: Vulval slit, vulval köprü uzunluğu ve bullaların bulunduğu yer.
2. Lateral konumdaki teşhis kriterleri: Vajina genişliği ve bullaların bulunduğu yer.

İncelenen dorso-ventral kesitlerde; vulval slitin uzunluk ve vulva köprünün uzunluğu birbirine eşittir. Bullalar ise semifenestraların orta kısmına gelmektedir.

Çalışma kapsamında elde edilen 32 toprak toprak örneğinin 20 tanesinde *Heterodera* spp. kistleri tespit edilmiş olup kistlerin vulval alan preparatlarından yapılan morfolojik teşhisler sonucunda örneklerin tamamı *H. schachtii* olarak teşhis edilmiştir (Çizelge 3). Kistlerin vulval alan görünüşleri literatürle uyumludur. Çalışma sonucunda en az kist 1 adetle Bahçebaşı, Çayköy, Çayıraltı, Sötlüce köylerinde tespit edilmiştir. En fazla kist 152 adetle Kazımkarabekir ve 117 adetle Kalaycık köyünde belirlenmiştir. Çalışma kapsamına giren alanlarda *H. schachtii* yaygınlığı %62.5 olarak belirlenmiştir.



Çizelge 3. Şeker pancarı kist nematodu, *Heterodera schachtii*'nin farklı bölgelerde ve farklı araştırmacılar tarafından elde edilen popülasyonlara ait ikinci dönem larva (L2)'larına ait ölçümlerinin karşılaştırılması

n=60	Bu çalışmaya göre	Mulvey ve Golden (1983)	Susurluk (1997)	Akkaya (1998)	Osmanoğlu, Tan (1999)	Ertürk (2005)
Vücut Uzunluğu	408.68±5.84 (298.7-501.0)*	435-492	374.40-524.16	370.24-628.16	342.72-618.80	412.72±5.96 (296.7-490.0)
Stylet Uzunluğu	23.62±0.18 (22.6-30.1)	25-26	20-29	19-31	11.70-33.1	25.58±0.22 (21.6-29.1)
Vücut Genişliği	18.36±0.20 (14.8-21.7)	21-22	16-22	17-27	9.90-26.1	17.08±0.18 (13.7-20.6),
Annül Uzunluğu	1.48±0.03 (0.77-1.75)	1.4-1.7	1.2-1.9	1.3-2.3	1.17-2.88	1.39±0.02 (0.75-1.73)
Hyalin Portion	24.45±0.42 (18.0-33.8)	16-36	16-35	22-45	18.00-53.1	25.43±0.44 (17.64-32.67)

* µm

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Her zararlı organizma grubunda olduğu gibi nematoloji konusunda da tür teşhisinin yapılması çok önemlidir. Nematodların küçük mikroskobik canlılar olmasından ve türlerinin birbirlerine çok benzemesinden dolayı tür teşhisi, nematoloji laboratuvarına sahip yetkili kuruluşlarda bu konuda uzmanlaşmış kişilerce kesin olarak yapılmalı ve son karar verilerek gerekirse mücadele stratejisi ortaya konulmalıdır. Ayrıca BPN'lerin bitkilerde meydana getirdikleri belirtiler, diğer zararlı organizmalardan ileri gelen belirtilere benzediği için mikroskop altında nematodu görmeden ve teşhisini yapmadan kesin kanıya gidilmemelidir. Bitkinin yaşayabildiği her türlü ortamda yaşayabilen BPN'ler, bu bitkilere saldırabilmektedir. Bu nematodların doğru tanımlanması büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda taksonomik nematoloji konusunda yetişmiş nematologlara ihtiyaç gün geçtikçe artmaktadır. Özellikle tür teşhisi yapabilen nematologlar yetiştirilmelidir. Ülkemizde yaygın olarak bulunan, ekonomik düzeyde verim kayıplarına neden olan, uygulanan mücadele yöntemleriyle baskı altına alınmaya ve yayılmalarının önlenmesine çalışılan önemli türler (*Globodera rostochiensis*, *G. pallida*, *Aphelenchoides besseyi*, *Meloidogyne* spp, *Helicotylenchus multicinctus*, *Ditylenchus dipsaci*, *D. destructor*, *Heterodera schachtii* ve *Tylenchulus semipenetrans*) üzerindeki çalışmalar artırılmalıdır (Kepenekci, 2012).

Şeker pancarı bitkisinin kalitesini kuru madde ve şeker oranı belirlemektedir. Bu maddeler genellikle bitkinin boyun kısmına yakın yerde yer alır. Kök kısmında kılcık kökler besin alımını ve gelişmeyi teşvik eder böylelikle kuru madde ve şeker oranı artmış olur. Şeker pancarında zararlı olan nematodlar bitkinin kılcık köklerine yerleşerek beslenirler ve iletim demetlerini tıkayarak zarar oluştururlar.

Şeker pancarı Türkiye'de yetişen bitki deseninde çok önemli bir yere sahiptir. Ekonomik açıdan önemlidir çünkü Türkiye'de şeker üretimi açısından şeker pancarı birinci sırada yer almaktadır. Şeker üretiminde dışa bağımlı olmamak için şeker pancarı yetiştiriciliğine önem verilmektedir. Şeker pancarında meydana gelen zararlılar ile mücadele bu bağlamda önemli bir yere sahiptir. Bu zararlılar arasında şeker pancarı kist nematodu, *Heterodera schachtii* önemli bir yere sahiptir. *H. schachtii* ile mücadele

noktasında izlenecek en uygun yöntem *H. schachtii*'nin konukçusu olmayan diğer bitkiler ile ekiliş yapılan arazinin münavebeye tabi tutulmasıdır.

Türkiye'de şeker pancarı ekim alanlarında *H. schachtii*'nin yayılışı ile ilgili olarak; Eskişehir ili ve çevresinde (Eskişehir Şeker Fabrikası pancar ekim alanlarında) İ. Alper Susurluk (1997), Ankara ili ve çevresinde Aynur Akkaya (1998), Adapazarı ili ve çevresinde (Adapazarı Şeker Fabrikası pancar ekim alanlarında) Ayşe Nur Osmanoğlu (Tan) (1999) ve Konya ili ve çevresinde (Konya Şeker Fabrikası pancar ekim alanlarında) ise Sait Ertürk (2005) yüksek lisans tez çalışmaları yürütmüşlerdir.

Bu araştırmada Turhal Şeker Fabrikası pancar ekim alanlarında (Turhal, Tokat) *H. schachtii* ile bulaşık alanlar belirlenmek için çalışma kapsamına giren bölgelerde köylere gidilerek yönetmeliğe uygun şekilde örnekler alınmıştır. Çalışma sonucunda birçok bölgenin *H. schachtii* ile bulaşık olduğu tespit edilmiştir. Alınan örneklerde *H. schachtii* saptanan bölgeler ve kist adetleri Çizelge 3'de verilmiştir. Tokat iline bağlı Turhal ilçesine ait şeker pancarı ekiliş alanlarında *H. schachtii*'nin varlığı ilk defa bu çalışmayla ortaya konulmuştur.

Kalaycık köyünden alınan numunelerde kist adetlerinin fazlalığı dikkat çekmektedir. Bu köyde yapılan araştırmalar sonucu bu fazlalığın sebebinin sulama sistemin salma sulama ile yapılması bu sayede nematodun tarlanın tamamına yayılması ve artması sağlanmıştır. Ayrıca taban suyu seviyesinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yapılan çalışmada *H. schachtii* ile bulaşık tarlalarda kullanılan toprak işleme aletleri temizliği yapılmadan başka tarlalarda da kullanıldığı için yayılışın arttığı tespit edilmiştir. Bunun dışında şeker pancarı ekili tarlalarda hasat yapılırken *H. schachtii* ile bulaşık tarlalardan taşınan şeker pancarlarının boşaltım yaptıktan sonra temiz bir sahaya giderek tekrar pancar yükleme bulaşma riskini artırmaktadır. Örnekler toplanırken, *H. schachtii* ile bulaşık olan tarlalarda bitki boyunda kısılma yaprakların zayıf ve güçsüz kalması, toprak yüzeyinde yatık pozisyonda durması, tarla içerisinde lokal boşlukların ve gelişme geriliği ve sökülen şeker pancarında kök sakallanması görülmüştür.

Bu çalışma ile *H. schachtii* rastlanan köyler haritada işaretlenmiştir (Şekil 7).



Şekil 6. Şeker pancarı kist nematodu, *Heterodera schachtii* ile bulaşık bulunan tarla.

Çizelge 4. Şeker pancarı kist nematodu (*Heterodera schachtii*)’nun tespit edildiği alanlar ve elde edilen kist sayıları

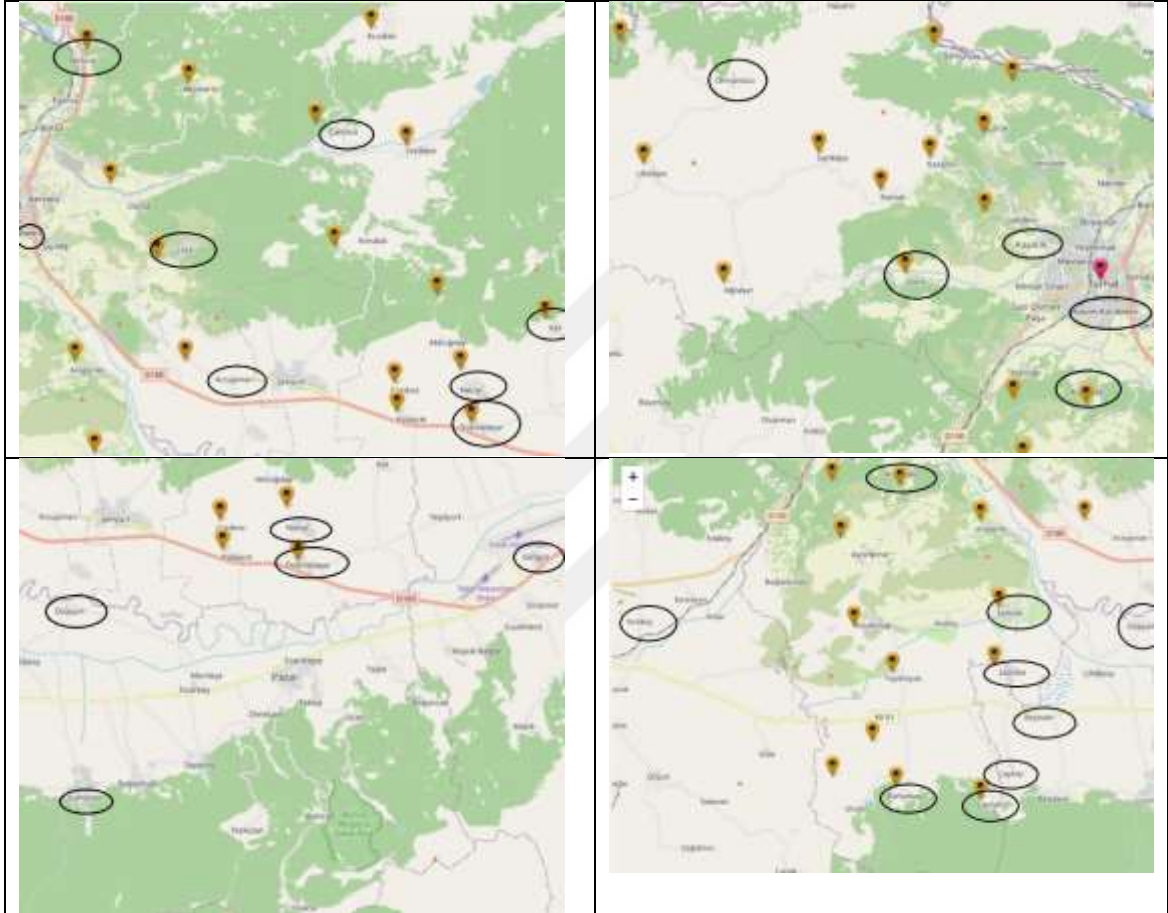
ÖRNEKLERİN ALINDIĞI;						
İl	İlçe	Köy	Mevki	Dekar	Ada\ Parsel	Kist Adet
Tokat	Turhal	Bahçebaşı	Mondros	12	127/25	1
Tokat	Turhal	Bahçebaşı	Mondros	13	128/17	10
Tokat	Turhal	Bahçebaşı	İstakla	30	126/4,5,6	1
Tokat	Turhal	Bahçebaşı	İstakla	40	153/2	12
Tokat	Turhal	Bahçebaşı	İstakla	14	241/16	3
Tokat	Turhal	Bahçebaşı	Mondros	11.5	130/32	12
Tokat	Turhal	Bahçebaşı	İstakla	7	156/7	17
Tokat	Turhal	Çayıraltı	Boyalık	130	105/5	1
Tokat	Turhal	Çayköy	Çay	12	107/6	2
Tokat	Turhal	Çayköy	Ortayol	6	103/189	1
Tokat	Turhal	Çaylı	İnekhane	70	141/140	1
Tokat	Turhal	Çaylı	Çamlıca	2	153/121	5
Tokat	Turhal	Çaylı	Hönü	6	229/83	8
Tokat	Turhal	Çiftlik	Yavşanlık	6	110/20	4
Tokat	Turhal	Dökmetepe	Akyer	3	150/14	17
Tokat	Turhal	Dökmetepe	Akyer	6	150/15	4
Tokat	Turhal	Dökmetepe	Akyer	4.5	133/24	14
Tokat	Turhal	Kalaycık	Hamamlık	2.7	28/87	5
Tokat	Turhal	Kalaycık	Hamamlık	2.5	128/86	65
Tokat	Turhal	Kalaycık	Hamamlık	2	128/85	117

Çizelge 5 (Devam). Şeker pancarı kist nematodu (*Heterodera schachtii*)’nun tespit edildiği alanlar ve elde edilen kist sayıları

ÖRNEKLERİN ALINDIĞI;						
İl	İlçe	Köy	Mevki	Dekar	Ada\ Parsel	Kist Adet
Tokat	Turhal	Kalaycık	Akyer	12	111/18	24
Tokat	Turhal	Kazımkarabekir	Kızılyer	25	342/19	152
Tokat	Turhal	Necip	Köyarkası	4	205/4	12
Tokat	Turhal	Ovayurt	Köyönü	20	128/20	2
Tokat	Turhal	Sütlüce	Adalar	7.6	121/38	1
Tokat	Turhal	Tatlıcak	Köyönü	3	105/66	3
Tokat	Turhal	Tatlıcak	Köyönü	5.5	114/1	5
Tokat	Turhal	Tatlıcak	Mondros	88	108/6	2
Tokat	Turhal	Tatlıcak	Mondros	20.4	108/58	2
Tokat	Turhal	Üçgözen	Sosealtı	7.5	244/17	5
Tokat	Turhal	Yeniköy	Taşıyığını	10	110/7	5
Tokat	Turhal	Yeniköy	Taşıyığını	7	110/3	3

Sonuç olarak şeker pancarı ekim alanlarında yer alan zararlılar arasında bulunan *Heterodera schachtii* şeker pancarı açısından ve şeker üretimi açısından çok önemli bir zararlı sınıfında yer almaktadır. Bu çalışma Turhal Şeker Fabrikası A.Ş tarafından üretim yapılan şeker pancarı ekim alanları (Turhal, Tokat) çalışma kapsamına alınmış ve *H. schachtii* ile bulaşık köyler haritada yuvarlak içerisinde alınarak işaretlenmiştir. Bu bölgelerde bulaş riskinin kontrolü açısından her 5 yılda bir bu çalışmanın tekrarlanması gerekmektedir. Şeker pancarı ekili alanlarda *H. schachtii* için konukçu olmayan bitkisel ürünlerin ekiminin artırılması ve şeker pancarı ekim münavebesine uyulması üzerinde titizlikle durulmalıdır. Şeker pancarında ekim nöbet süresinin artırılması konusu ele alınarak değerlendirilmelidir. *H. schachtii* ile bulaşık olan tarlalara sahip olan üreticiler uyarılmalı toprak hazırlığında toprak işleme aletleri dezenfekte edilmeli ve diğer

tarlalara ve bölgelere bulaşma durumu kontrol altında tutulmalıdır. Şeker pancarı kist nematodu ile bulaşıklılığın yoğun olduğu alanlarda şeker pancarı tarımı yapılmamalıdır.



Şekil 7. Şeker pancarı kist nematodu (*Heterodera schachtii*)’nun tespit edildiği Turhal (Tokat) ilçesine ait köyler. Turhal bölgesi (üst sol), Turhal merkez bölgesi (üst sağ), Pazar bölgesi (alt sol), Zile yolu bölgesi (alt sağ),

6. KAYNAKLAR

- Akkaya, A. (1998). Ankara İli ve Çevresi Şeker Pancarı Ekim Alanlarında *Heterodera schachtii* Schmidt, 1871'in Yayılışı Üzerine Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Alkan, B. (1962). Türkiye'nin Zararlı Nematod Faunası Üzerinde İlk İncelemeler. Bitki Koruma Bülteni, 2 (12): 17-25.
- Anonymous. (2008). Ziraî Mücadele Teknik Talimatları. Cilt 6. Başak Matbaacılık, Ankara, 11-65.
- Anorassy,1. (1984). Klasse Nematoda (Ordnungen Monhyslen'da, Desmoscolecida, Araeolaimida, Chromadorida, Rhabditida). Stungart, Gustav Fisher VerJag, 50.
- Caswell, E. P., Thomason, I. J. (1991). A modal of egg production by *Heterodera schachtii* (Nematoda:Heteroderidae). Canadian Journal of Zoology, 69: 2085-2088.
- Cooke, D. A. (1987). Beet cyst nematode (*Heterodera schachtii* Schmidt) and its control of sugar beet. Agric. Zool. Revi., 2: 135-183.
- Cui, J., Erginbas-Orakcı, G., Peng, H., Huang, W., Liu, S., Qiao, F., I. Elekcioğlu, H., Imren, M., Dababat, A., Peng. D. (2016). First report of sugar beet nematode, *Heterodera schachtii* Schmidt, 1871 (Nemata: Heteroderidae) in sugar beet growing areas of Şanlıurfa, Turkey [Şanlıurfa ili Şeker pancarı üretim alanlarında yeni bir zararlı; Şeker pancarı kist nematodu, *Heterodera schachtii* Schmidt (Nemata: Heteroderidae)]. Türkiye Entomoloji Dergisi, 40 (3): 303-314.
- Diker, T. (1952). Samsun Bölgesinde Nematodların Hayat Devreleri Tahribat Şekilleri ile Arız Olduğu Bitkiler, Basılmamış Doktora Tezi (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesine Ziraat Doktoru payesi kazanılmak üzere sunulmuş) 86 sayfa.

- Diker, T. (1955). Samsun Bölgesinde Nematodların Hayat Devreleri Tahribat Şekilleri ile Arız olduğu Bitkiler. Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. Neşriyatından, 30. 85 sayfa.
- Diker, T. (1959). Nebat Parazit Nematodları. Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. Neşriyatı, No: 70, 98 sayfa.
- Divito, I. M., Greco, N., Singh, K. B., Saxena, M. C., Küsmenoğlu, I. (1994). Plant-parasitic nematodes of legumes in Turkey. Proc. Of 9th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union, 413-414.
- Erdinç, Z. (2017). Türkiye’de Şeker Sanayinin Gelişimi ve Şeker Sanayinde İzlenen Politikalar. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 17(3): 9-26.
- Ertürk, S. (2005). Konya İli ve Çevresi Şekerpancarı Ekim Alanlarında *Heterodera schachtii*, Schmidt, 1871 (Tylenchida: Heteroderidae)’nın Yayılışı Üzerine Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Gencer, O. (1988). Genel Tarla Bitkileri (Endüstri Bitkileri), Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı. 42-44.
- Gürkan, Ş. (2009). Şeker Pancarı Kist Nematodu (*Heterodera schachtii* Schmidt) Mücadelesinde Dayanıklı Tuzak Bitkilerin Kullanımı. III. Bitki Koruma Kongresi, 70.
- Kaşkaloğlu, N., (1965). Zirai Mücadele Haberler Bülteni, Yıl 4, Sayı 81.
- Kaya, F. (2015). Küresel ve Bölgesel Şeker Politikalarının Türkiye Şeker Fabrikalarına Etkilerine Bir Örnek: Ağrı Şeker Fabrikası. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Dergisi, 31: 41-46.
- Kepenekci, İ. (2012). Nematoloji (Bitki Paraziti ve Entomopatojen Nematodlar) [Genel Nematoloji (Cilt-I) ISBN 978-605-4672-11-0, Taksonomik Nematoloji (Cilt-II) ISBN 978-605-4672-12-7] [Nematology (Plant parasitic and Entomopathogenic nematodes) (General Nematology, Volume-I) (Taxonomic Nematology, Volume-II) pp.1155.] Eğitim, Yayın ve Yayınlar Dairesi Başkanlığı, Tarım Bilim Serisi Yayın No:3 (2012/3), LIV+1155 sayfa.

- Kepenekci, İ. (2014). Plant parasitic nematodes (*Tylenchida*, Nematoda) in Turkey. Pakistan Journal of Nematology, 32:11-31.
- Kepenekci, İ., Ökten, M. E. (2000). Türkiye nematod faunası için *Hoplolaimidae* (Tylenchida:Nematoda) familyasına bağlı dört yeni tür: *Rotylenchus agnetis*Szcziel, 1968; *Helicotylenchus crenacauda* Sher, 1966; *H. striatus* Firoza and Maqbool, 1994 ve *Orientylus orientalis* (Siddiqi and Husain, 1964). Türkiye Entomoloji Dergisi, 24 (3): 205-214.
- Kühn, J. (1877). Vorläufiger Bericht über Die bisherigen Ergebnisse der seit dem Jahre 1875 in Auftrage des Vereins für Ruberzucker Industrie aus gegührten versuche zue Ermittlung der ursacho der Rubenmudquiet des Bode und Zur Er Forschung der Nature der Nematoden. Z. Ver. Ruhen. Ind. Dent. Reich (Ohne band), 452-457.
- Luc, M., Sikora, R A., Bridge, J. (2005). Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. Wallingford, UK, CABI Publishing., 871.
- Maggenti, A. R., (1991). Nemata: Higher Classification. In: Nickle, W.R., (Ed), Manual of Agricultural Nematology. Marcel Dekker, Inc., pp. 147-187.
- Osmanoğlu Tan, A. (1999). Adapazarı İli Ve Çevresi Şeker Pancarı Ekim Alanlarında *Heterodera schachtii* Schmidt, 1871'in Yayılışı Üzerine Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Ökten, M. E., Kepenekci, İ., Akgül, H. C. (2000). Distribution and host association of plant parasitic nematodes (Tylenchida) in Turkey. Pakistan Journal of Nematology, 18 (1-2): 79-106.
- Özdeş Akbay, A. (2003). Türkiye'de Şeker Üretiminin Ekonomik ve Sosyal Karlılığının Değerlendirilmesi. TAEA Proje Raporu. Yayın No:104, Ankara.
- Pankobirlik, (1991). Türk Şeker Sanayii 65 Yaşında. Pankobirlik Bülteni, Kasım-Aralık. 47-48.

- Perry, R. N., Moens, M. (2011). Introduction to Plant-Parasitic Nematodes; Modes of Parasitism, 3-20. In: Genomics and Molecular Genetics of Plant-Nematode Interactions (Eds: Jones J., Gheysen G., Fenoll, C.). Springer, Heidelberg, 557 pp.
- Rahman, M. L., Miah, S. A. (1989). Occurrence and distribution of white tip disease in deepwater rice areas in Bangladesh. *Revue de Nematologie*, 12: 351-355.
- Serel, İ., Erinç, M. (1996). *Heterodera schachtii* Schmidt (Tylenchida: Heteroderidae)'nin bazı pancar ekim alanlarındaki yayılımı üzerinde araştırmalar. Türkiye 3. Entomoloji Kongresi, 464-469.
- Serel, İ., Gürkan, Ş., Keskin, T. (2004). Şeker Pancarı Kist Nematodu (*Heterodera schachtii* Schmidt)'na Dayanıklı Çeşitlerin Verim ve Kalite Düzeyinin Tespiti. I. Bitki Koruma Kongresi, Samsun, Bildiri Özetleri, 79.
- Seydabadi, A., Armin, M. (2014). Sugar beet (*Beta vulgaris* L.) response to herbicide tank- mixing and Humic acid. *International Journal of Biosciences*, 4 (12): 339-345.
- Siddiqi, M. R. (1986). Tylenchida parasites of plants and insects. Farnham Royal, UK, Commonwealth Agricultural Bureaux, 645 pp.
- Siddiqi, M. R. (2000). Tylenchida parasites of plants and insects. Cabi Publishing, UK, 833 pp.
- Sunulu, S., Sunulu, A. (2016). Şeker Pancarında Cercospora Yaprak Lekesi Hastalığı. *Pankobirlik*, 27(108): 34.
- Susurluk, İ. A. (1999). Eskişehir İli ve Çevresi Şeker Pancarı Ekim Alanlarında *Heterodera schachtii* Schmidt, 1871'in Yayılımı Üzerine Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Şiray, A. (1990). Şeker pancarı Tarımı, Pankobirlik Yayınları. No: 2, Ankara.

- Tan, A. N., Ökten, E. (2008). Adapazarı İli ve Çevresi Şekerpancarı Ekiliş Alanlarında *Heterodera schachtii* Schmidt, 1871 (Tylenchida: Heteroderidae)'in Yayılışı Üzerine Araştırmalar. Journal of Agricultural Faculty of Uludag University, 22 (1): 1-8.
- Thorne, G. (1961). Principles of Nematology. Mc Graw Hill Book Company Inc. New York, xiv+553 pp.
- Tokmakoglu, O. (1974). Şeker Pancarı Hastalık ve Zararlıları Atlası. T.Ş.F.A.Ş. Yayını No, 190, Ankara.
- Yüksel, H. Ş. (1958). İç Anadolu'da soğanlarda ilk defa tespit edilen sak ve soğan Nematodu (*Ditylenchus dipsaci* Grup). Tomurcuk, 77(7): 5-6.
- Yüksel, H. Ş. (1966). Doğu Karadeniz Kıyı Bölgesi'nde Bulunan *Meloidogyne incognita*, *Heterodera cruciferae*, ve *Tylenchulus semipenetrans*'ın bazı önemli devreleri üzerinde Morfolojik Çalışmalar. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraî Araştırma Enstitüsü Araştırma Bülteni, No:15, 21 sayfa.

7. ÖZGEÇMİŞ

