ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

Atilla ÖCAL

TÜRKİYE'DE ÖNEMLİ SARIMSAK ÜRETİM ALANLARINDA BİTKİ PARAZİTİ NEMATODLARIN SAPTANMASI VE BAZI SARIMSAK GENOTİPLERİNİN SOĞAN SAK NEMATODU [*Ditylenchus dipsaci* (Kühn, 1857) Filipjev, 1936] IRKLARINA KARŞI DAYANIKLILIKLARININ BELİRLENMESİ

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

ADANA-2020

ÖZ

DOKTORA TEZİ

TÜRKİYE'DE ÖNEMLİ SARIMSAK ÜRETİM ALANLARINDA BİTKİ PARAZİTİ NEMATODLARIN SAPTANMASI VE BAZI SARIMSAK GENOTİPLERİNİN SOĞAN SAK NEMATODU [*Ditylenchus dipsaci* (Kühn, 1857) Filipjev, 1936] IRKLARINA KARŞI DAYANIKLILIKLARININ BELİRLENMESİ

Atilla ÖCAL

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. İ. Halil ELEKCİOĞLU
Yıl: 2020, Sayfa: 104
Jüri : Prof. Dr. İ. Halil ELEKCİOĞLU
: Prof. Dr. Ekrem ATAKAN
: Prof. Dr. Mustafa İMREN
: Doç. Dr. Halil TOKTAY
: Dr. Öğr. Üyesi Elif YAVUZASLANOĞLU

Bu çalışmada Türkiye sarımsak üretim alanlarında bitki paraziti nematod türlerininin saptanması ve bazı sarımsak genotiplerinin Soğan sak nematodu; *Ditylenchus dipsaci* Kühn, 1857 (Tylenchida: Anguinidae) ırklarına karşı dayanıklılıklarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Sarımsak üretiminin yoğun yapıldığı Kastamonu, Kahramanmaraş, Balıkesir, Gaziantep ve Aksaray İllerinden 2017-2019 yılları arasında, toprak ve bitki örnekleri alınmıştır. Elde edilen bireylerin teşhisi sonucu 17 bitki paraziti nematod türü belirlenmiş ve *D. dipsaci*'nin örnek alınan alanların %30'unda bulaşık olduğu belirlenmiştir. Konukçu testleme çalışmasında *D. dipsaci*'nin soğan, sarımsak ve nergis bitkilerinde iyi gelişirken, yonca, nohut ve buğdayda zayıf geliştiği; marul ve pırasada ise hiç gelişemediği saptanmıştır. Denemeye alınan tüm sarımsak çeşitlerinin Soğan sak nematoduna hassas oldukları belirlenmiştir. Tam olarak dayanıklı genotip bulunmamakla birlikte düşük oranda nematod üremesinin belirlendiği Tunceli Sarımsağı, Kütahya Beyazı, Kütahya Pembesi, Balıkesir, Muğla 7 ve Muğla 6 genotipleri, soğan sak nematodunun bulaşık bulunduğu alanlarda yetiştirilmek için önerilebileceği gibi sarımsak ıslahı için de önemli bir genetik kaynak olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sarımsak, Soğan Sak Nematodu, Dayanıklılık, Irk

ABSTRACT

PhD. THESIS

DETERMINATION OF PLANT PARASITIC NEMATODES IN MAJOR GARLIC PRODUCTION ARAES OF TURKEY AND SCREENING OF SOME GARLIC GENOTYPES AGAINST TO STEM AND BULB NEMATODE RACES [*Ditylenchus dipsaci* (Kühn, 1857) Filipjev, 1936]

Atilla ÖCAL

CUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF PLANT PROTECTION

Supervisor : Prof. Dr. İ. Halil ELEKCİOĞLU
Year: 2020, Pages: 104
Jury : Prof. Dr. İ. Halil ELEKCİOĞLU
: Prof. Dr. Ekrem ATAKAN
: Prof. Dr. Mustafa İMREN
: Assoc. Prof. Dr. Halil TOKTAY
: Assist. Prof. Dr. Elif YAVUZASLANOĞLU

The main objective of this study was to determine plant-parasitic nematodes in major garlic production areas in Turkey and resistance reactions of some garlic genotypes to stem and bulb nematode (*Ditylenchus dipsaci*). Root and soil samples were collected from the Kastamonu, Kahramanmaraş, Balıkesir, Gaziantep ve Aksaray provinces during the 2017-2019 growing seasons in Turkey. Nematodes were extracted from the collected samples, prepared and identified. Seventeen plant parasitic nematodes species were identified in association with garlic rizosfer. It was also observed that *D. dipsaci* was accounted for 30% of the collected specimens. Screening tests were showed that onion, garlic, and calendula plants were good hosts for *D. dipsaci*, while alfalfa, chickpea, and wheat were poor host plants, and non of lettuce and leeks plants were not host for this nematode species. None of the screened garlic genotypes showed any resistance reactions to *D. dipsaci.* This study showed that Tunceli Sarımsağı, Kütahya Beyazı, Kütahya Pembesi, Balıkesir, Muğla-7 and Muğla-6 genotypes can be recommended for growing in areas where stem and bulb nematode infested, and these genotypes has been determined as important genetic resource for garlic breeding.

Keywords: Garlic, Stem and Bulb Nematode, Resistance, Strain

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Bitkisel üretimde birçok hastalık, zararlı ve yabancıot türü yetiştirme peryodu boyunca ekonomik olarak ürün kayıplarına neden olmaktadır. Son yıllarda sulanan alanların artması ile birlikte birçok bitki koruma sorununda da artışlar ortaya çıkmaya başlamıştır. Kültür bitkilerinde önemli oranda ürün kayıplarına neden olan zararlı organizmalardan biri de bitki paraziti nematodlardır. Birçok zararlı nematod türü farklı konukçu bitkilerin değişik fenolojik dönemlerinde zarar yaparak bitkide doğrudan veya dolaylı olarak ekonomik ürün kayıplarına neden olmaktadır. Nematodlar, nemli ve organik maddenin yüksek olduğu her çeşit ortamda bulunan ve geniş bir yayılma alanına sahip, mücadelesi zor olan zararlı gruplarındandır. Bitki paraziti nematodlar doğrudan beslenmelerinin yanısıra dolaylı olarak diğer patojen (fungus, bakteri ve virüs gibi) mikroorganizmaların bitkiye girişlerine yardımcı olmakta ve bu durum nematodların önemini daha da arttırmaktadır.

Neredeyse dünyanın her yerinde soğanlı bitkilerin üretiminde nematodlardan kaynaklı zarar meydana gelmekte olup, bunlar arasında en önemlisi Soğan sak nematodu [*Ditylenchus dipsaci* (Kühn)]'dur. Ilıman iklime sahip olan alanlarda yaygın olarak bulunan Soğan sak nematodu polifag bir tür olup, yaklaşık 500 farklı bitki türünde zarar yapmaktadır. Etmenin 30'dan fazla biyolojik ırkı bulunmakta olup, herbirinin sınırlı konukçu aralıkları vardır. Soğan ve çavdar ırkında olduğu gibi konukçu aralığı çok geniş olan ırkları olduğu gibi kırmızı tırfıl ve beyaz tırfıl ırkları gibi konukçuya özelleşmiş olanlarıda vardır (Sturhan and Brzeski, 1991). Soğan sak nematodu 1,0-1,3 mm uzunluğunda olup erkek ve dişilerin vücudu iplik şeklindedir. Ergin nematodlar kışı soğan, yumru ve bitkinin diğer kısımları içinde geçirdikten sonra ilkbaharda çiftleşmeye ve yumurta bırakmaya başlarlar. Nematodun konukçu bitkilere bulaşması toprak altında olabildiği gibi bitkinin toprak üstü aksamlarına çiğ veya yağış nedeniyle ıslanmış bitkilere bu ıslak tabaka ile stomalardan girmek suretiyle olabilmektedir. Soğan sak

nematodu, ergin ve yumurta dönemini yaprakta, larva döneminin bir kısmını toprakta serbest olarak, bir kısmını da yaprak, sap, kök veya soğanda iç parazit olarak geçirmektedir. Daha sonra zamanla çürüyen konukçusunu terk eden nematod larvaları yeni konukçular aramaktadırlar. Zarar gören bitkilerde bodurlaşma, yaprak ve sürgünlerde sararmalar, yaprak ve saplarda deformasyon ve anormal hücre büyümeleri, bitkinin soğan ve yumrularında sarı renkten koyu kahverengiye değişen lezyonlar görülmektedir. Bu nedenle bitkilerin gelişmesi yavaşlamakta ve ürün kalitesi düşmekte olup yoğun bulaşıklıklarda bitkilerde çürümeler ve ölümler meydana gelmektedir. Soğan ve soğanlı süs bitkilerinde soğan sak nematodu *D. dipsaci* nedeniyle %5-%100 oranında zarar meydana gelebilmektedir (Yavuzaslanoğlu ve ark., 2015).

Soğanlı bitkilerde soğan sak nematodunun yapmış olduğu zarar yağışlı ve serin bölgelerde daha fazla olduğu gözlenmektedir. Söz konusu nematod konukçu bitki içinde nesilden nesile geçerler ve bu nedenle herhangi bir bulaşıklılık durumunda, bulaşık materyalde nematodun tüm dönemlerine rastlamak mümkündür. Nematod konukçu bitkilerde yaşam koşulları uygun olmayan duruma geldiğinde (bitki çürüdüğünde), bitkiyi terk ederek toprağa geçerler. Mantar miselleri üzerinde de yaşayan Soğan sak nematodu daha çok konukçularının canlı hücrelerinde bulunur. Ağır topraklardaki nematod popülasyonu hafif topraklara göre daha fazladır. Soğan sak nematodu bitki dokusu içinde ve özellikle killi topraklarda, 4. dönem larva halinde uzun yıllar canlı olarak kalabilir. Bu nematodun erkek ve dişileri normal koşullarda 45-73 gün yaşarlar (Yüksel, 1958). Soğan sak nematodunun bir dişi bireyi 200-500 arasında yumurta bırakır.

Bu tez çalışması ile Türkiye'deki bazı sarımsak üretim alanlarındaki bitki paraziti nematod türleri belirlenmiş ve Soğan sak nematodu (*D. dipsaci*)'nun yaygınlık durumu belirlenmiştir. Çalışma 2017-2019 yıllarında yürütülmüş olup, ülkemizde önemli sarımsak üretiminin yapıldığı Kastamonu, Kahramanmaraş, Balıkesir, Gaziantep ve Aksaray İllerinden toprak ve bitki örnekleri alınmıştır.

Alınan örnekler laboratuvara getirilip ve örneklerden bitki paraziti nematodlar elde edilmiştir. Elde edilen nematodların preparatları hazırlanarak tür teşhisleri yapılmıştır. Çalışma alanlarındaki illerde Soğan sak nematodu (*D. dipsaci*)'nun yaygınlık durumları ortaya konmuştur. Ayrıca bazı sarımsak genotiplerinin Soğan sak nematodu ırklarına karşı dayanıklılık durumları ile Soğan sak nematodunun sarımsak bitkisindeki bazı gelişim parametrelerine olan etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü sarımsak genotipleri koleksiyonunda bulunan ve ülkemizde üretimi yapılan sarımsak genotiplerinin Soğan sak nematodu ırklarına karşı dayanıklılık durumları belirlenmiş ve bazı gelişim parametrelerine olan etkileri ortaya konmuştur.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmasının her aşamasında desteğini benden esirgemeyen ve çalışma sonucu saptanan türlerin teşhislerini kontrol eden Sayın Hocam Prof. Dr. İ. Halil ELEKCİOĞLU (Çukurova Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü, Adana)'na, tez çalışmalarım esnasında beni yönlendiren ve verdikleri önemli katkılardan ötürü değerli Tez İzleme Komitesi üyesi hocalarım Dr. Elif YAVUZASLANOĞLU ve Prof. Dr. Ekrem ATAKAN'a teşekkürlerimi sunarım. Tez savunmasında yapmış oldukları önemli katkılardan dolayı jüri üyesi hocalarım Prof. Dr. Mustafa İMREN ve Doç. Dr. Halil TOKTAY'a teşekkür ederim. Bu çalışmanın yürümesinde başta TAGEM (Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü) olmak üzere Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürü Dr. Yılmaz BOZ ve Müdür yardımcısı Dr. Mustafa ÖZTÜRK'e desteklerinden ötürü teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca tez çalışmalarım esnasında desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, istatistiksel analizlerde ve yapmış olduğu özverili katkılarından dolayı Dr. Emre EVLİCE (Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara)'ye teşekkürlerimi sunarım. Tez süresinde verdikleri destekten ötürü Dr. Ece B. KASAPOĞLU ULUDAMAR ve Dr. Tohid BEHMAND (Çukurova Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü, Adana)'a teşekkür ederim. Tez çalışmasındaki sarımsak genotiplerinin temininde ve yardımlarını aldığım Dr. Gülay BEŞİRLİ ile çalışmalarım esnasında yardım ve desteklerini aldığım Dr. Mehmet Cengiz ARSLANOĞLU, Dr. Adnan DOĞAN ve Fatih Gökhan ERBAŞ'a (Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yalova) teşekkür ederim. Ayrıca tez çalışmalarım sırasında yeteri kadar zaman ayıramadığım eşim Gül ÖCAL, oğlum Muhammed Murat ÖCAL ve kızım Delfin ÖCAL'a gösterdikleri sabır ve manevi destekten dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER **SAYFA**

ÖZ I
ABSTRACT II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET III
TEŞEKKÜR VII
İÇİNDEKİLER VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ X
ŞEKİLLER DİZİNİ XII
SİMGE VE KISALTMALAR XIV
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 13
2.1. Soğan Sak Nematodunun Dünyada Sarımsak Tarımındaki Önemi 13
2.2. Soğan Sak Nematodunun Türkiye'de Sarımsak Tarımındaki Önemi İle İlgili Önceki Çalışmalar 17
2.3. Soğan Sak Nematodunun Konukçu Belirleme İle İlgili Önceki Çalışmalar 21
2.4. Soğan Sak Nematodu ile Dayanıklıklıkla İlgili Önceki Çalışmalar 25
3. MATERYAL VE METOT 26
3.1. Toprak ve Bitki Örneklerinin Toplanması 26
3.2. Toprak ve Bitki Örneklerinden Nematodların Elde Edilmesi 34
3.3. Nematodların Daimi Preparatlarının Yapılması 35
3.4. Bitki Paraziti Nematodların Morfolojik ve Morfometrik Tür Teşhisleri 36
3.5. Soğan Sak Nematodunun Moleküler Tür Teşhisi 38
3.6. Soğan Sak Nematodu'nun Havuç Kültürü Yöntemiyle Saf Kültürünün Elde Edilmesi ile Kitle Üretiminin Yapılması 42
3.7. Konukçu Testleme Çalışmaları 44
3.8. Dayanıklılık Çalışmaları 47
3.9. Verilerin İstatistiksel Analizi 50

4. BULGULAR VE TARTIŞMA 51
4.1. Soğan Sak Nematodu (*Ditylenchus dipsaci*)'nun, (Kühn, 1857) Filipjev, 1936 Sinonimleri, Sistematik Sınıflandırması ve Morfolojisi 53
4.2. Konukçu Testleme Çalışmaları 61
4.3. Dayanıklılık Çalışmaları 67
4.3.1. Soğan Sak Nematodu (*Ditylenchus dipsaci*)'nun Sarımsak Genotipleri Üzerindeki Üreme Durumunun Belirlenmesi 67
4.3.2. Soğan Sak Nematodu (*Ditylenchus dipsaci*)'nun Sarımsak Bitkisinin Bazı Bitki Gelişim Parametreleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi 70
5. SONUÇ VE ÖNERİLER 83
KAYNAKLAR 87
ÖZGEÇMİŞ 99

ÇİZELGELER DİZİNİ **SAYFA**

Çizelge 1.1. Dünya sarımsak üretim miktarları (Ton) 6
Çizelge 1.2. Türkiye'de yıllara göre sarımsak ihracat miktarları (Kg) 7
Çizelge 3.1. Örnekleme yapılan illere ait sarımsak üretim alanları ve ülke üretimi içindeki yüzde oranı ile illere göre alınan örnek sayıları 26
Çizelge 3.2. Kastamonu, Kahramanmaraş, Balıkesir, Gaziantep ve Aksaray illeri sarımsak üretim alanlarından bitki paraziti nematodları tespit etmek amacıyla 2017-2018 yıllarında örnekleme yapılan sarımsak tarlalarının coğrafik bilgileri ve koordinatları 30
Çizelge 3.3.Çalışmada kullanılan SSR ve SCAR primerlerine ait dizi bilgileri 39
Çizelge 3.4. Çalışmada kullanılan primerlere ait PCR koşulları 41
Çizelge 3.5. Konukçu testlemesinde kullanılan nematod popülasyonlarının elde edildiği Coğrafi Bölge, İl, İlçe, Köy ve GPS koordinat değerleri 45
Çizelge 3.6. Soğan sak nematoduna karşı dayanıklılıkları araştırılan sarımsak genotipleri 49
Çizelge 4.1. Çalışmada bulunan soğan sak nematodu bireylerinin ve farklı çalışmalarda saptanan bireylerin morfolojik ölçüm değerleri 56
Çizelge 4.2. Sarımsakta Soğan sak nematodunun morfolojik olarak teşhisinin yapıldığı lokasyonlar ve koordinat değerleri 57
Çizelge 4.3. Sarımsakta Soğan sak nematodu ile bulaşık örnek sayısı ve bulaşıklılık oranları (%) 59
Çizelge 4.4. Soğan sak nematodunun PCR yöntemi ile moleküler tür teşhisi (1: *D. dipsaci* pozitif sonuç, 0: *D. dipsaci* negatif sonuç) 60
Çizelge 4.5. Soğan sak nematodu (*D. dipsaci*) KAH 2, GAZ 4, ADY 1 ve KAS 9 popülasyonlarının buğday, marul, nohut, nergis, pırasa, sarımsak, soğan ve yonca bitkilerindeki üreme oranlarının ANOVA sonucu 61

Çizelge 4.6. *Ditylenchus dipsaci* KAH 2, GAZ 4, ADY 1 ve KAS 9 popülasyonlarının buğday, marul, nohut, nergis, pırasa, sarımsak, soğan ve yonca bitkilerindeki üreme oranlarının karşılaştırılması 63
Çizelge 4.7. Soğan sak nematodu (*D. dipsaci*) KAS 9 popülasyonunun 44 sarımsak genotipi üzerindeki üreme durumu ve genotiplerin nematodlu ve nematodsuz uygulamalarında üreme faktörü üzerine etkileri..... 68
Çizelge 4.8. Soğan sak nematodu (*D. dipsaci*) KAS9 popülasyonunun 44 sarımsak genotipi üzerindeki nematodlu ve nematodsuz uygulamalarında bitki boyu üzerine etkileri..... 71

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA**

Şekil 3.1. Kastamonu, Kahramanmaraş, Balıkesir, Gaziantep ve Aksaray illeri sarımsak üretim alanlarından bitki paraziti nematodları tespit etmek amacıyla alınan örneklerin harita üzerinde genel görünümü 27
Şekil 3.2. Aksaray ili sarımsak üretim alanlarından bitki paraziti nematodları tespit etmek amacıyla alınan örneklerin harita üzerinde genel görünümü 27
Şekil 3.3. Balıkesir ili sarımsak üretim alanlarından bitki paraziti nematodları tespit etmek amacıyla alınan örneklerin harita üzerinde genel görünümü 28
Şekil 3.4. Gaziantep ve Kahramanmaraş illeri sarımsak üretim alanlarından bitki paraziti nematodları tespit etmek amacıyla alınan örneklerin harita üzerinde genel görünümü..... 28
Şekil 3.5. Kastamonu ili sarımsak üretim alanlarından bitki paraziti nematodları tespit etmek amacıyla alınan örneklerin harita üzerinde genel görünümü 29
Şekil 3.6. Sarımsak üretim alanlarından bitki paraziti nematodları tespit etmek amacıyla yapılan arazi çalışmalarından görünümler..... 30
Şekil 3.7. Nematodların elde edilmesi amacıyla kullanılan ‘‘Petri Yöntemi’’ 35
Şekil 3.8. Soğan sak nematodu’nun havuç kültürü yöntemiyle saf kültürünün elde edilmesi ile kitle üretimiile ilgili görünümler..... 44
Şekil 3.9. Sarımsak ve yonca bitkilerinde konukçu testleme çalışmaları 46
Şekil 3.10. Pırasa ve nohut bitkilerinde konukçu testleme çalışmaları..... 46
Şekil 3.11. Soğan ve buğday bitkilerinde konukçu testleme çalışmaları..... 46
Şekil 3.12. Marul ve nergis bitkilerinde konukçu testleme çalışmaları 47
Şekil 3.13. Soğan sak nematodu larvalarının inokulasyon görüntüleri..... 47

Şekil 3.14. Sarımsak genotiplerinin Soğan sak nematodu ile bulaşık ve kontrol bitkilerine ait görüntüler 48
Şekil 4.1. *Ditylenchus dipsaci* KAH 2, GAZ 4, ADY 1 ve KAS 9 popülasyonlarının buğday, marul, nohut, nergis, pırasa, sarımsak, soğan ve yonca bitkilerindeki üreme oranları RF=Pf/Pi (Anova p<0,01, Tukey test). 62
Şekil 4.2. *Ditylenchus dipsaci* popülasyonlarının buğday, marul, nohut, nergis, pırasa, sarımsak, soğan ve yonca bitkilerindeki üreme durumlarının biplot grafiği 64
Şekil 4.3. *Ditylenchus dipsaci* KAS9 popülasyonunun 44 sarımsak genotipi üzerindeki ortalama nematod sayıları 69
Şekil 4.4. *Ditylenchus dipsaci* KAS9 popülasyonunun 44 sarımsak genotipi üzerindeki üreme oranları 69
Şekil 4.5. *Ditylenchus dipsaci*'nin 44 sarımsak genotipinde bitki boyu üzerine etkisi 72
Şekil 4.6. *Ditylenchus dipsaci*'nin 44 sarımsak genotipinde bitki baş boyu üzerine etkisi 74
Şekil 4.7. *Ditylenchus dipsaci*'nin 44 sarımsak genotipinde baş çapı üzerine etkisi 76
Şekil 4.8. *Ditylenchus dipsaci*'nin 44 sarımsak genotipinde bitki yaş ağırlığı üzerine etkisi 78
Şekil 4.9. *Ditylenchus dipsaci*'nin 44 sarımsak genotipinde bitki kuru ağırlığı üzerine etkisi 80

SİMGE VE KISALTMALAR

µm	: Mikrometre
°C	: Santigrad derece
µl	: Mikrolitre
ANOVA	: Varyans Analiz Testi
bp	: Base pair
cm	: Santimetre
CMC	: Karboksimetil Selüloz
Da	: Dekar
dk	: Dakika
DNA	: Deoksiribo Nükleik Asit
EPPO	: European and Mediterranean Plant Protection Organization=Avrupa ve Akdeniz Bitki Koruma Örgütü
FAO	: United Nations Food and Agricultural Organization=Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
g	: Gram
ha	: Hektar
kg	: Kilogram
l	: Litre
M	: Metre
ml	: Mililitre
PCR	: Polymerase Chain Reaction
sn	: Saniye
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu

1. GİRİŞ

Hayvanlar âleminin Nemata (Nematoda) şubesi içinde sınıflandırılan nematodlar, her çeşit toprakta ve suda yaşayabilen geniş bir yayılma alanına sahiptirler. Genellikle toprakta yaşayan ve bitkilerin kökleriyle beslenen nematodlar dünyada en yaygın bulunan canlı gruplarından biridir (Trudgill 1998). Bitkilerde zarar yapan nematodlarla ilgili ilk çalışmalar 19. yüzyılda kültür bitkilerindeki zararlarının farkedilmesiyle başlamıştır. Nematolojik çalışmalar entomolojik çalışmalardan 60 yıl sonra, fitopatolojik çalışmalardan ise 40 yıl sonra başlamıştır (Thorne, 1961). Nematodların ekosistemdeki yoğunluk ve çeşitliliğini etkileyen faktörlerin başında, içinde bulundukları toprağın özellikleri, iklim, bitki örtüsü, arazi kullanım biçimi ve çevresel stres faktörleri gelmektedir (Neher ve ark., 1999). Tylenchida (Nematoda) takımı, bitkilerde ekonomik açıdan zararlı olan türlerin büyük bir bölümünü içermesi nedeniyle bitki paraziti nematodların en önemli grubunu oluşturmaktadır. Bitki paraziti nematodların tanımı, biyolojileri, konukçuları ve taksonomileri üzerinde çok sayıda çalışma yapılmıştır. Nemata şubesi içerisinde 4305 adet bitki paraziti nematod türü saptanmıştır (Maggenti, 1991). Türkiye'de 2000 yılı ortalarına kadar 49 bölge ve 59 ayrı konukçuda 172 adet bitki paraziti nematod türü tespit edilmiştir (Ökten ve ark., 2000). Bu sayı her yıl artmakta olup yapılan son çalışmalarla 240 türe ulaşmıştır (Kepenekci, 2014).

Zararlı grubu içerisinde yer alan bitki paraziti nematodların birçok türü farklı kültür bitkilerinin çeşitli kısımlarında beslenerek önemli oranda ürün kayıplarına neden olmaktadır. Bitkilerde beslenen ve zarar yapan nematodlara "bitki paraziti nematodlar" adı verilir. Bitki paraziti nematodların bitkilerdeki zararları, solgunluk, sararma, kıvrılmalar, küt kök oluşumu, bitki besin maddesi eksikliği benzeri simptomlar, bodurlaşma, köklerde gal (ur) medana gelmesi, köklerde fazla miktarda dallanmalar, kök çürümeleri, yumrulu bitkilerde yumuşamalar, tohum ve meyvelerde deformasyonlar oluşturmaktadırlar. Bunun sonucunda ise üretimi

yapılan bitkilerde verim azalmalarına neden olarak ürün kayıpları ortaya çıkmaktadır. Bunlara ilave olarak, nematod zararı sebebi ile bakteri, fungus, virüs faaliyetleri kolaylaşarak hastalık şiddetini arttırabilmekte ve ayrıca nematodlar bu fitopatojen mikroorganizmaları sağlıklı bitkilere naklederek de dolaylı zarar vermektedir. Bitkilerde zarar yapan Dorylaimida ve Thylenchida takımlarına ait nematodlardan Dorylaimida takımı aynı zamanda virüs vektörüdür (Brown ve ark. 1995). Longidoridae familyasından *Xiphinema* cinsine ait 172 türden 7 tür ile *Longidorus* cinsine ait 83 türden 7 tür virüs vektörü olarak bilinmektedir. Aynı şekilde, *Paratrichodorus* ve *Trichodorus* cinslerine ait 50 türden 13 tür virüs vektörü olarak bulunmuştur (Weischer 1993).

Nematodlar açısından toprak yapısı ve topraktaki nem durumunun etkisi oldukça önemlidir. Toprak yüzeyi kuru olduğu zaman aşağıya doğru, toprak yüzeyindeki nem uygun şartlara döndüğü zaman tekrar yukarıya doğru hareket ederler. Bu nedenle toprak neminin çok değiştiği yüzeyden itibaren 5 cm kadar olan derinlikteki topraklarda nematodlara çok az rastlanır veya hiç rastlanmaz. Konukçu bitkilerin kök sisteminine bağlı olarak toprağın 3-6 m derinliğine indikleri görülebilse de nematodların en yoğun oldukları toprak derinliği 10-30 cm'dir. Kumlu ve alüvyal toprak yapısı nematodlar için uygun yaşam ortamlarıdır. Nematodların toprakta hareketleri ortalama olarak ayda 30 cm olup, bu mesafe çevreyle ilgili koşulların çok uygun olması halinde geçerlidir. Nematodların hareketlerinde toprak sıcaklığı önemli bir faktör olup 10-30 ºC' de normal olarak hareket ederler. Daha soğuk olan 0 ºC civarındaki toprak sıcaklığında ise hareketleri tamamen durur. Nematodlar toprak üzerinde, bitki yüzeyinde ve bitkilerin diğer organlarında hareket edebilmeleri için belirli oranda nem ve su tabakasına ihtiyaç duyarlar. Nematodların yayılması büyük ölçüde akarsular, set suları, rüzgârlar ve bu rüzgârların taşıdığı bitki ve toprak parçacıkları ile olmaktadır (Aytan ve Ediz 1978). Uygun koşullarda yılda birçok nesil vermelerine rağmen bulundukları yerde kendi hareketleri ile yayılmaları çok kısa mesafelerde olur.

Bitki paraziti nematodların konukçuları farklılık göstermektedir. Genel olarak bitki paraziti nematod türlerinin konukçu sayıları oldukça fazladır. Nematodlarla bulaşıklılığın saptanması için alınan örneklerin laboratuvarda analize tabi tutulması gerekmektedir. Nematodlar mikroskobik olarak görüldükten sonra nematod yönünden bulaşık olarak kabul edilir. Toprak gibi ekosistemi zengin bir ortamda yetişen bitkilerin doğal koşullarda tek bir organizma grubu tarafından zarar gördüğünü kabul etmek olanaksızdır. Bu nedenle bitki paraziti nematodlardan dolayı oluşan ürün kayıpları bazı tahminlere dayalı olarak yapılan örneklemeler ile belirlenebilmektedir.

Son yıllarda sulama imkânlarının iyileştirilmesi ile üretim deseninde meydana gelen değişikliğe paralel olarak bölgede bazı bitki koruma sorunlarının ortaya çıktığı görülmektedir. Bitki koruma sorunları içerisinde bitki paraziti nematodların oluşturduğu zarar ile birlikte meydana gelen ürün kayıpları çiftçiler tarafından tam olarak bilinmemektedir. Nematodların mikroskobik canlılar olması ve üretici tarafından tanınmaması nedeniyle, nematodlardan dolayı meydana gelen zararın, diğer zararlı organizmalar tarafından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Dünya nüfusunun hızla artmasına bağlı olarak gıdalara olan ihtiyaç hızla artmaktadır. Kültür sebzeleri arasında yer alan sarımsak yemeklik ve ilaç olarak kullanımı en eski olan sebze türlerinden birisidir. Soğanda olduğu gibi, tek başına yemek yapımında kullanılmamakla beraber yemeklere tat ve lezzet verme özelliklerinden dolayı mutfakların vazgeçilmez sebzelerindendir. Sarımsak dişleri ve yapraklarının iştah açıcı, idrar söktürücü, antibakteriyel, solunum ve sindirim yolları antiseptiği, kurt düşürücü, antitroid etkileri vardır. Ayrıca sarımsağın safra arındırıcı, kan şekeri ve lipidlerini düşürücü, öksürük kesici, tansiyon düşürücü, iltihap önleyici ve nezle tedavi edici özellikleri de vardır (Anonim, 2016a). Ana vatanı Güney Batı Asya'da (İran ve Afganistan) doğada yetişen sarımsak (*Allium longicuspis*) türünden türetilerek bu zamana kadar geldiği söylenmektedir. (Anonim, 2016b). Türkiye, bu bitkinin ikinci gen merkezi olarak tanımlanan Akdeniz havzasından Kafkaslara

kadar olan bölgenin içinde yer alması nedeniyle popülasyon olarak zengin bir ülkedir (Etoh ve Simon, 2002, Beşirli ve Yanmaz, 2007). Sıklıkla "sarmısak" olarak da anılan sarımsağın en iyi kaliteye sahip olanı, germanyum ve selenyum açısından zengin topraklarda yetişir (Beşirli, 2005). Yıllık bir bitki olan sarımsak -18 ^{o}C soğuklara kadar dayanıklıdır, 4-10 ^{o}C arasında filizlenen sarımsak bitkisi 40-60 cm arası boylanır. Sarımsak ekimi ülkemizde sonbaharda 1 Ekim - 15 Kasım ile ilkbaharda 25 Şubat - 10 Nisan tarihleri arasında yapılmaktadır. Sarımsak ılıman iklimi sever, iklimin yanında sarımsağın toprak istekleri de önem taşır (Anonim, 2016b). Sarımsak, tınlı ve kumlu topraklarda daha iyi gelişir. Toprakta fazla nem istemeyen sarımsak, ağır, killi ve su tutan topraklarda bitki gelişimi yavaşlar ve başlar çürür. Buna karşılık, çok kuru topraklarda, başlar küçük ve cılız kalır. Asitliğin nötr olduğu topraklarda iyi gelişen sarımsak, fazla asitli ve bazik topraklarda gelişmesi yavaşlar. Sarımsak başı oluşturan dişler ile çoğaltılır. Üretimde kullanılacak dişler belli bir büyüklükte olmalıdır. Diş iriliği, baş iriliğini artıran önemli bir faktördür. Zayıf ve küçük dişler güçlü bitkiler oluşturamaz ve verimi düşürür. Üretimde kullanılacak dişler 1,5-3,5 gr ağırlığında olmalıdır. Sarımsak dişleri tek ya da çift sıralı dikilir. Tek sıralı dikimde, sıra arası 20-25 cm, sıra üzeri ise; 5-10 cm olacak şekilde dikim yapılır. Bir dekar üretim alanı için gerekli olan diş miktarı dikim şekline bağlı olarak değişir. Tek sıralı dikim için ihtiyaç duyulan, orta irilikteki diş miktarı 55-60 kg iken çok sıralı dikimlerde bu ihtiyaç 75-90 kg olmaktadır. Sarımsak dişleri tek tek dikilir. Dişin sivri kısmı yukarı, yassı kısmı aşağıya gelecek şekilde dikilmesine dikkat edilmelidir. Dikim derinliği 3-4 cm'dir. Kuru topraklarda dikim derinliği 5-6 cm'ye kadar indirilebilir. Çeşit, bölgesel koşullar, toprak yapısı ve bakım koşullarına göre sarımsak verimi oldukça değişmektedir. Birim alandan elde edilen ürün 700-1400 kg/da olabilmektedir (Anonim, 2016a). Günümüzde sarımsak genotipleri genellikle iki gruba ayrılmaktadır. Bunlarda; çiçek sapı üretenler (bolting/hardneck) ve çiçek sapı üretmeyenlerdir (non-bolting/softneck) (Jones ve Mann, 1963). Sap üretme

yetenekleri bakımından da farklılık göstererek (Gvaladze 1961, Takagi 1990, Etoh ve Simon, 2002) aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır:

1. Tam çiçeklenen: Bitkiler birçok apomiktik diş ve farklı sayılarda çiçekle beraber uzun, kalın bir çiçek sapı oluştururlar.
2. Kısmi çiçeklenen: Bitki az sayıda apomiktik diş ve kısa bir çiçek sapı oluşturur; genellikle hiç çiçek oluşturmazlar.
3. Çiçeklenmeyen: Bitkiler normal olarak çiçek sapı oluşturmazlar, bunun yerine dişçikler yalancı gövde (pseudostem) içinde oluşurlar (Takagi, 1990).

Sarımsak genotipleri arasında önemli ölçüde morfolojik varyasyon gözlenmiştir (İpek 2003). Baş büyüklüğü ve renginde olduğu gibi dişlerinin rengi, sayısı, büyüklüğü ve şekli bakımından da genotipler değişiklik gösterir. Ayrıca; yaprak sayısı, rengi, uzunluğu ve genişliğinde de büyük farklılıklar bulunur. Çiçek sapı oluşturan tipler olduğu gibi oluşturmayanları da mevcuttur. Çiçeklenen tipler de kendi içlerinde çiçek sürgünü, sap uzunluğu ve çiçek tablası üzerinde bulunan çiçek ve küçük dişlerin gelişimi, sayısı ve rengi ile anter renginde farklılıklar gösterir (Takagi 1990). Bu nedenle, bitkide genetik varyasyondaki artış sadece tesadüfi ve somaklonal varyasyonla ortaya çıkmıştır (Novak 1990). Çok sayıda farklı sarımsak klonunun bulunması, doğal mutasyonların gerçekleşmiş olabileceğini ve mutasyon tekniği ile varyasyon yaratılabileceğini düşündürmektedir (Beşirli ve ark., 2007).

Çizelge 1.1. Dünya sarımsak üretim miktarları (Ton) (FAOStat 2020)

Ülke	2000	2010	2015	2016	2017	2018	2018%
Çin	7.380.000	18.490.000	21.456.323	21.244.496	21.759.149	22.273.802	78,17%
Hindistan	524.600	833.970	1.425.000	1.617.000	1.693.000	1.721.000	6,04%
Bangladeş	40.000	164.392	345.725	381.851	425.401	461.970	1,62%
Güney Kore	474.388	271.560	266.272	275.549	303.578	331.741	1,16%
Mısır	266.555	244.626	290.894	272.769	289.766	286.213	1,00%
İspanya	162.833	136.561	178.416	209.795	274.712	273.476	0,96%
Amerika Birleşik Devletleri	253.150	170.190	185.460	204.780	231.993	260.340	0,91%
Özbekistan	-	45.700	165.762	200.869	214.263	254.857	0,89%
Rusya Federasyonu	178.530	213.483	254.877	202.992	206.074	211.981	0,74%
Myanmar	80.900	206.000	209.125	212.909	203.674	207.094	0,73%
Cezayir	35.605	64.494	110.007	103.627	123.475	202.201	0,71%
Ukrayna	127.000	157.400	176.470	187.960	185.830	187.020	0,66%
Arjantin	149.186	142.620	149.374	147.009	147.582	148.156	0,52%
Türkiye	102.000	98.170	119.223	135.148	148.133	143.207	0,50%
Diğer Ülkeler	1.292.661	1.335.648	1.359.723	1.424.963	1.441.395	1.531.074	5,37%
Genel Toplam	**11.067.408**	**22.574.814**	**26.692.651**	**26.821.717**	**27.648.025**	**28.494.132**	

Dünyada 2018 yılında 1.55 milyon hektar alanda sarımsak üretimi gerçekleştirilmiştir. Çin 788 bin hektar sarımsak üretim alanı ile dünya sarımsak tarımı yapılan alanların %51'ini oluşturmaktadır. Dünya sarımsak üretimi 2018 yılında 28.494.132 ton olmuştur. Üretimin yaklaşık %78'i Çin tarafından gerçekleştirilmektedir. Çin'de 2018 yılında 22.273.802ton sarımsak üretilmiştir. Çin'den sonra en fazla sarımsak üreten ülke Hindistan olup, dünya üretimindeki payı %6 düzeyindedir.

Dünya sarımsak verimi ortalaması 2018 yılında dekara 1.785 kg olmuştur. Aynı yıl verimin en yüksek olduğu ülkeler 5.400 kg/da ile Kuveyt, 2.827 kg/da ile Çin, 2.663 kg/da ile Özbekistan olmuştur. Türkiye'de 2018 yılında dekara sarımsak verimi ise 891 kg ile dünya ortalamasının altında gerçekleşmiştir.

Çizelge 1.2. Türkiye'de yıllara göre sarımsak ihracat miktarları (Kg) (TÜİK 2020)

Ülkeler	**2016**	**2017**	**2018**	**2018 %**
Rusya	-	20.000	101.000	24,75
Suriye	273	8.570	63.987	15,68
KKTC	2.510	21.094	44.235	10,84
Polonya	-	20.800	38.800	9,51
Hollanda	-	-	36.000	8,82
Ukrayna	12.686	47.500	33.600	8,23
Irak	5.630	2.040	22.756	5,58
Gürcistan	193.395	581.107	22.028	5,40
İtalya	-	-	21.500	5,27
Diğer Ülkeler	234.170	170.555	24.207	5,93
Toplam	**448.664**	**871.666**	**408.113**	**100,00**

Sarımsak dış ticaretimiz, üretim miktarı göz önüne alındığında oldukça düşük denilebilecek bir düzeydedir. 2018 yılında sarımsak ihracatının %25'i Rusya'ya, %16'sı Suriye'ye, %11'i KKTC'ye gerçekleştirilmiştir. Aynı yıl 408 ton sarımsak ihracatı karşılığında 526 bin $ ihracat geliri elde edilmiştir.

Dünyadaki toplam 1.468.811 hektarlık sarımsak ekim alanı göz önüne alındığında Türkiye 15.166 hektarlık sarımsak ekim alanı ile 10. sıradadır (FAOstat, 2020). Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre ülkemizde kuru sarımsak üretimi 2009 yılında 83.134 ton iken 2017 yılında bu miktar 121.805 ton'a yükselmiştir. Bunun yanında ülkemizin taze sarımsak üretimi 2009 yılında 22.229 ton iken, bu miktar 2017 yılında 26.328 ton olmuştur (TÜİK, 2020). Bu durum ülkemizdeki sarımsağın ekonomik önemini açıkça ortaya koymaktadır. Ülkemizin hemen hemen her yerinde yetiştirilebilmekte olan sarımsağın verimi dünya ortalamasının yarısına yakın kadarıdır.

Diğer taraftan 2018 yılında 408 ton sarımsak ihracatı yapılmıştır. Ülkemizde 2019 yılının ilk sekiz ayında 1.500 ton sarımsak ithalatı yapılmıştır. İthalatı yapılan

ülkeler arasında İran ilk sırada yer almaktadır. Dünya'da en fazla sarımsak ihracatı yapan ülke olan Çin, yaklaşık 1.5 milyon ton ile toplam sarımsak ihracatının %78'ini gerçekleştirmektedir. Dünya'da en fazla sarımsak ithalatı yapan ülke olan Endonezya, 444 bin ton ile toplam sarımsak ithalatının %22'sini gerçekleştirmektedir.

Vegetatif olarak üretilen sarımsakta nematodlarla bulaşık olmayan üretim materyali büyük önem taşır. Sarımsak üretimimizin geleceği açısından nematodla bulaşık tarlaların nematodlardan temizlenmesi oldukça zor ve maliyeti çok yüksek olan bir iştir. Ülkemizde bitki paraziti nematodlar ile ilgili çalışmaların gerek konunun öneminin tam olarak anlaşılamaması gerekse bu alanda çalışan araştırıcı sayısının azlığı nedeniyle oldukça sınırlı düzeyde olduğu bilinmektedir.

Bitki paraziti nematodların bitkilerde meydana getirdikleri belirtiler diğer zararlı organizmalardan ileri gelen belirtilere benzediği için mikroskop altında nematodu görmeden kesin kanıya gidilmemelidir. Nematodların küçük mikroskobik canlılar olması ve bitki paraziti nematod türlerinin birbirlerine çok benzemesinden dolayı kesin teşhis yapıldıktan sonra karar verilmesi önemlidir. Zarar görmüş bitkilerin üst aksamında şekil bozukluğu, yaprak ve sürgünlerde sararma ile anormal hücre büyümeleri görülmekte, soğan, yumru ve gövdede nekroz oluşumu ile birlikteçürümelere neden olmaktadır.

Bu yüzden soğan sak nematodu ile bulaşık bitkilerin gelişmesi yavaşlar ve ürün kalitesi düşer. Yağışlı ve serin bölgelerde yetiştirilen soğanlarda zararın daha fazla olduğu gözlenmektedir (Pehlivan, 1994). Konukçu bitki içinde nesilden nesile geçerler. Bu nedenle herhangi bir bulaşıklılık durumunda, bulaşık materyalde nematodun tüm dönemlerine rastlamak mümkündür. Ender hallerde köklerde bulundukları saptanmıştır. Konukçu bitkilerde yaşam koşulları uygun olmayan duruma geldiğinde (bitki çürüdüğünde), bitkiyi terk ederek toprağa geçerler. Mantar miselleri üzerinde de yaşayan soğan sak nematodu daha çok konukçularının canlı hücrelerinde bulunur. Ağır topraklardaki nematod popülasyonu hafif topraklara

nazaran daha fazladır. Soğan sak nematodu bitki dokusu içinde ve özellikle killi topraklarda, 4. dönem larva halinde uzun yıllar canlı olarak kalabilir. Genel olarak soğan sak nematodu; iplik formunda olup vücut enine çizgilidir. Çizgi genişliği 1 mikrondur. Lateral alan 4 çizgilidir. Deiridler genellikle bazal bulb tarafına yakındır. Scletorize olmuş bir baş çatısı vardır. Stilet az gelişmiştir. Kuyruk küçük ve koniktir. Bağırsak çok küçük valf aparatı ile özofagus lümenine bağlıdır. Ovaryum uzamıştır, bazen median bulb özofagusa kadar uzanır. Testis uzamıştır, çoğalmanın olduğu kısa bir mesafe hariç spermatocytler tek sıra halinde dizilmiştir. Bütün gelişme dönemleri büyüme sonuna kadar konukçuda bulunur. Generasyon sayısı konukçu dokusunun etli ve besleyici olmasına, ışığa, rutubet ve zirai uygulamalara göre değişir. Normal koşullarda erkek ve dişiler 45-73 gün yaşarlar. Hayat devresini 15 derecede 20 günde tamamlar (Yüksel, 1958). Dişiler 200 ila 500 yumurta bırakır. Yumurtalar 70-100 mikron uzunluğunda ve 30- 40 mikron genişliğindedir. Uygun şartlarda yumurta içinde birinci dönem larva ve çıkmaya hazır larva dönemlerinin hepsi görülebilir. Yumurtadan çıkan 2. dönem genç larva 0,3 mm uzunluğundadır. İkinci ve 3. dönem larva dönemlerini çabuk tamamlarlar. Genital premordium vücudun ortasında belirgin hale gelmiş olur. Olgunluk öncesi larva dönemi olan bu form aynı zamanda infektif larva dönemidir. Uygun şartlar oluşana kadar dormant durumda kalabilir. Yumrulu bitkilerde pamuklu yapılar oluştururlar ve bu yumrular toprağa dikildiği zaman 4. dönem infektif larvalar ortaya çıkar (Ecevit ve Akyazı, 2010). Soğan sak nematodu dünya genelinde yayılış gösteren, farklı konukçularda bulunabilen, çok fazla ırka sahip, olumsuz koşullara karşı oldukça dayanıklı bir bitki paraziti nematod türüdür. Soğan sak nematodu zararına özellikle ılıman bölgelerde çok rastlanır. Serin ve nemli koşullar bu nematodun zararı için çok uygundur. Nematodun özellikle 4. dönem larvası, bitki dokusu henüz toprak altında iken, genç büyüme dokularında zarar oluşturur. Ağır nematod bulaşıklılığı durumunda, dayanıklı ve hassas bitkilerin olgunlaşmadan hemen ölümüne neden olur. Bulaşık saklar, ekseri şişkin, bodur ve kıvrık bir hal alır. Yapraklarda merdivenvari şekil bozukluğu görülür. Yonca ve

tırfılda boğum araları kısalır ve şişkinleşir. Ağır bulaşık bitkiler sonunda ölür ve üçüncü yılda tarladaki bitki örtüsünde boşluklar görülür. Soğan yaprakları şişmiş, eğrilmiş, bükülmüş bir görünüm arz eder. Birçok bitki ölür ve bulaşık soğanlar (yumrular) hasattan sonra çürürler. Soğan ve sarımsak bitkilerinde yaprak kıvrılmaları ve renk açılmaları olduğu, fasulye ve domates bitkilerinde belirgin olarak gelişim geriliği görülmektedir (Mennan, 2001). Nergis yaprakları kıvrılmış, bükülmüş ve üzerinde siğil tabir edilen karakteristik açık renkli şişkinliklere sahiptir. Çok bulaşık soğanlar enine kesitte kahverengi halkalar taşır. Soğan sak nematodu (*D. dipsaci*) ülkemizde soğan ve soğanlı süs bitkilerinde %5-%100 oranında zarar meydana getirebilmektedir (Anonim, 2016a). Mücadelesi için temiz toprağa temiz tohumluk kullanılmalıdır. Nematodun temiz yerlere yayılmasını önlemek için, temiz sulama suları kullanılmalı, sel ve yağmur sularının önüne geçme çareleri araştırılmalı, soğan ve soğanlı bitki köklerinin topraklarından arındırılması akarsularda yapılmamalıdır. Yapılacak münavebede soğan-sak nematoduna hassas olmayan bitkiler (havuç, ıspanak, marul) yetiştirilmelidir. Mücadelesi için konukçu olmayan bitkilerle rotasyon üreticilere önerilebilecek pratik ve ekonomik bir yöntem olması nedeniyle büyük önem taşımaktadır. Rotasyona girecek bitkiler soğan sak nematodu için konukçu olmamalı, nematod popülasyonunu azaltmaya yardımcı olmalı ve aynı zamanda üretimi yapılacak rotasyona konulacak bitkinin bölge koşullarında yetiştirilebilen bir çeşit olmalıdır. Bu nedenle rotasyon için uygun olan bitkilerin bilinmesi gerekmektedir. Bu bitkilerin belirlenebilmesi için son derece önemli olan konukçu spektrumunun belirlenmesi için uygulanan bu tez çalışması üreticilere bu zararlı ile mücadelede rotasyonun pratikte uygulanabilmesi için temel çalışma niteliği taşımaktadır. Toprak tipine göre münavebe 2-4 yıl arasında uygulanmalıdır. Soğan sak nematodu EPPO A2 karantina listesinde (EPPO, 2020) yer almakla birlikte mücadelesinde başarılı olmak için, bulaşık materyallerin temiz yerlere taşınmaması büyük önem arz etmektedir. Bulaşık yerlerde kullanılan toprak işleme aletlerinin temizlenmeden kullanılmamalıdır. Bununla beraber ülkemizde

Soğan sak nematodu (*D. dipsaci*)'na karşı ruhsatlı herhangi bir nematisit bulunmamaktadır. Bu etmene karşı kullanılabilecek tek kimyasal ilaç boş saha ilaçlamasında kullanılabilen toprak fümigantları olup bunların ülkemizde sarımsak üretiminde kullanımı ise yok denecek kadar azdır. Fümigasyon ile mücadele edilebileceği önerilmekle birlikte fakat bu yöntemde kullanılan fumigantların çok toksik olduğu belirtilmektedir (Ecevit ve Akyazı, 2010). Soğan sak nematoduna karşı kullanılabilecek en önemli mücadele aracı dayanıklı çeşitlerdir. Şu an için ülkemizde kullanılan sarımsak genotiplerinin Soğan sak nematodu (*D. dipsaci*)'na karşı dayanıklılık durumlarıyla ilgili herhangi bir çalışma bulunmamakta ve bu nedenle üreticilere bulaşık alanlarda önerilebilecek çeşitler bilinmemektedir.

Yurdumuzda soğan sak nematodunun dağılımı üzerine gerçekleştirilen çalışmalar soğan bitkisinin yetiştirme alanlarındadır. Bu bağlamda yurdumuz genelinde en fazla sarımsak yetiştiriciliğinin yapıldığı illerde geniş kapsamlı bir çalışma ilk defa bu tez çalışması ile gerçekleştirilmiştir. Ayrıca bu tez çalışması ile yurdumuzda ilk defa sarımsak ırkının konukçu spektrumu ve sarımsak genotiplerinin dayanıklılıkları araştırılmıştır. Bu tez çalışması ile ülkemizde sarımsak yetiştiriciliğinde kullanılan genotiplerin Soğan sak nematodu (*D. dipsaci*) ırklarına karşı dayanıklılık durumları ile bu genotiplerin bazı gelişim parametrelerine olan etkisi araştırılmıştır.

Bu tez çalışması kapsamında özetle;

1. Ülkemizde sarımsak üretim alanlarındaki bitki paraziti nematod türleri belirlenerek Türkiye sarımsak nematod faunası ortaya çıkarılmıştır.
2. Ülkemizde ve birçok ülkede karantina listesinde yer alan Soğan sak nematodu'nun ülkemizde sarımsak alanlarındaki yaygınlık durumu belirlenmiştir.
3. Bazı bitki türlerinin sarımsak bitkisinden elde edilen Soğan sak nematodu populasyonlarına konukçuluk durumları belirlenmiştir.

4. Ülkemizde yetiştirilen yerel bazı Sarımsak genotiplerinin Soğan sak nematodu ırklarına karşı dayanıklılıkları araştırılmıştır.
5. Soğan sak nematodu'nun sarımsak genotipleri üzerinde bazı bitki gelişim parametrelerine olan etkisi araştırılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Soğan Sak Nematodunun Dünyada Sarımsak Tarımındaki Önemi

Miyagawa ve Lear (1970), Soğan sak nematodu (*D. dipsaci*)'nun konukçusu olmadan, 15-21 °C sıcaklıktaki toprakta 242 gün canlı kalabildiğini bildirmişlerdir.

Abivardi ve ark., (1973), İran'da ve bazı ülkelerde 42 yonca çeşidinin soğan sak nematodu yonca ırkına karşı dayanıklılıklarını belirlemeye çalışmışlardır. Polonya'da Paskowa çeşidinde hiç zarar görülmezken, Armin's Altdeutsche 194 Almanya çeşidinde birkaç şişkin bitkinin, diğer çeşitlerde ise birçok şişkin bitkinin olduğunu gözlemlemişlerdir. Amerika'dan Moapa, Almanya'dan Altfranken ve Kurmark-Ostsaat çeşitlerinin bu nematod zararına tolerant olduğunu saptamışlardır. Ayrıca Caliverde, Hamadani, Kashani, Afghani, Williamsburg, Borazjani, Bassreie, Hairy Peruvian, ve Arabi gibi duyarlı çeşitlerde ise tüm şişkin bitkicikler nekrotikleşerek bitkilerin öldüğünü bildirmişlerdir.

Thomas (1981), Soğan sak nematodu (*D. dipsaci*)'nun toprakta dikey ve yatay olarak ayda 10 cm kadar ilerleyebildiğini, toprakta bitki bulunmadığı koşullarda ise hareketin azaldığını bildirmiştir.

German ve Sagitov (1983), Kazakistan'da sarımsak üretim alanlarının Soğan sak nematodu (*D. dipsaci*) ile bulaşık olduğunu bildirmişlerdir.

Mkrtchvan (1983), Ermenistan'ın Ararat vadisinde sarımsak alanlarının Soğan sak nematodu (*D. dipsaci*) ile bulaşık olduğunu bildirmiştir.

Shavrov (1983), Rusya'nın Chernozom bölgesinde sarımsak üretim alanlarının Soğan sak nematodu (*D. dipsaci*) ile bulaşık olduğunu bildirmiştir.

Augustin ve Sikora (1989), Yaptıkları çalışmada yabancı ot türlerinden *Atriplex patula, Stellaria media, Lamium amplexicule, Polygonum persicaria, Ranunculus aroensis, Convolvulus aroensis* ve *Avena sterilis*'in yabancı otlarının *Ditylenchus dipsaci*'nin bakla ırkının iyi konukçuları olduğunu bildirmişlerdir.

Brzeski (1991), *Ditylenchus* cinsine ait mikofag, entomofitik ve bitki paraziti olmak üzere 80-90 nematod türünden oluştuğunu bildirmiştir. Bu cinste mantarda zarar yapan *D. myceliophagus* (Goodey, 1958), patates çürüklük nematodu *D. destructor* (Thorne, 1945), gövde ve yumru nematodu *D. dipsaci* (Kühn, 1857) Filipjev 1936, gibi uluslararası karantina listelerinde yer alan nematod türleri yer aldığını bildirmişlerdir. *Ditylenchus* cinsi ilk olarak Tylenchina (Filipjev, 1936) takımından Tylenchidae familyasında yer almış, daha sonra Anguillulina familyasına ve sonrasında ise Anguinidae (Paramonov, 1970) familyasına taşındığı bildirilmiştir.

Sturhan ve Brzeski (1991), Yaptıkları çalışmada yulaf (*Avena sativa* L.), çavdar (*Secale cereale* L.), mısır (*Zea mays* L.), buğday (*Triticum aestivum* L.), soğan, (*Allium cepa* L.), sarımsak (*Allium sativum* L.), lale (*Tulipa* spp.), yonca (*Medicago sativa* L.), fiğ (*Vicia* spp.), bezelye (*Pisum sativum* L.), üçgül (*Trifolium* spp.), patates (*Solanum tuberosum* L.), tütün (*Nicotiana* spp.), nergiz (*Narcissus* spp.), havuç (*Daucus carota* L.), çilek (*Fragaria* spp.), pancar (*Beta vulgaris* L.), mercimek gülü (*Helleborus orientalis* L.), pırasa (*Allium ampeloprasum* L.), alev çiçeği (*Phloxdrummondii* L.), alev çiçeği (*Phlox paniculata* L.), karanfil (*Dianthus* spp.), kereviz (*Apium graveolens* L.), ortanca (*Hydrangea* spp.),mercimek (*Lens culinaris* L.) kolza (*Brassica napus* L.), maydonoz (*Petroselinum crispum* L.) ve ayçiçeğinin (*Helianthus annuus* L.) *Ditylenchus dipsaci*'nin konukçusu olduğu bildirmiştir. Çalışmada ayrıca çiğdem (*Crocus* spp.), kardelen (*Galanthus* spp.), yaz sümbülü (*Galtonia* spp.), sümbül (*Hyacinthus* spp.), arap sümbülü (*Muscari* spp.), akyıldız çiçeği (*Ornithogalum* spp.), kar sümbülü (*Puschkinia* spp.) ve sümbülcük (*Scilla* spp.) bitkilerinde de bulunduğunu bildirmişlerdir.

Silva ve Carneiro (1992), Brezilya'da sarımsak üretim alanlarının %24'nün Soğan sak nematodu (*D. dipsaci*) ile bulaşık olduğunu bildirmişlerdir.

Becker (1993), Brezilya'da sarımsaktan sonra dikilen soğan bitkilerinde Soğan sak nematodu (*D. dipsaci*) zararının çok yüksek olduğu ve ekim nöbetinde mısır, soya fasulyesi, buğday ve fasulye kullanılabileceği bildirmiştir.

Whithead (1994), İngiltere'de 11 soğan sak nematodu pırasa ırkının Avrupa, Sverre ve Vertus çeşidi pırasa fidelerinde sürgün uçlarında hipertopiye neden olduğunu saptamışlardır. Çalışmada kullanılan 11 nematod izolatından 1 tanesi duyarlı Avrupa bitkilerinin sürgünlerinde çoğalabilirken, tüm izolatlar ise Sverre bitkilerinin sürgün uçlarında çoğalmıştır. Çalışmada Vertus çeşidini dayanıklı olarak belirlerken, bazı bitkilerin bazı izolatlara karşı duyarlı olduğunu bildirmişlerdir.

Andaloussi ve Bachikh (2001), Fas'ta Soğan sak nematodu (*D. dipsaci*)'nun sarımsak, soğan, bezelye, yonca, şeker pancarı alanlarında oldukça zararlı olduğunu ve bu bitkilerde %55-%100 arasında yaygın olduğunu saptamışlardır. Bu nematodun sasımsakta çok iyi derecede çoğaldığını ve bitki başına 11,000 birey olduğu tespit edilmiştir. Bu nematodun bakla tarlalarında görülen 60 yabancı ot türünden 11'inde de görüldüğünü bildirmişlerdir. Bunlar içerisinde *Avena sterilis, Orobanche crenata, Vacaria pyramidata* ve *Verbena supina*gibi yabancı ot türlerinin iyi konukçuları olduklarını bildirmişlerdir.

Chitambar (2003), Nematod kültürü elde etmek için havuç disk yöntemi konusunda yapmış olduğu çalışmada, uygulanan bu yöntemin *Ditylenchus* spp., *Pratylenchus* spp. ve *Radopholus* spp. için uygun olduğunu bildirmiştir.

Subbotin ve ark., (2005), Soğan sak nematodu (*D. dipsaci*) kozmopolit bir nematod olup 500 den fazla konukçu bitkisinin olduğunu ve bu türün birçok patotipi veya ırkının olduğunu bildirmişlerdir.

Williams ve ark., (2005), Yaptıkları çalışmada ak üçgülün farklı çeşitlerinin Soğan sak nematodu (*D. dipsaci*)'na karşı dayanıklılığını iki tarla denemesinde araştırmışlardır. Çalışmada birinci yılın sonunda nematod ile bulaşık alanda verimin kontrole kıyasla önemli ölçüde azaldığını bildirmişlerdir.

Kühnhold ve ark., (2006), Şeker pancarında soğan sak nematodu (*D. dipsaci*)'na karşı dayanıklılık çalışmasında nematod kitle üretiminde havuç kültürünü kullanmışlardır. Çalışmada soğan sak nematodu nematodunun 75 bireyini bulaştırdıkları çalışmada 72 gün 20 ºC'de popülasyonu 125000 bireye çıktığını bildirmişlerdir.

Abawi ve Moktan (2010), Amerika Birleşik Devletleri (New York)'nde 100 gr toprakta bulunan Soğan sak nematodu (*D. dipsaci*) popülasyonunu 120 birey olarak saptamışlardır. Çalışmada 1 gr'lık sarımsak dokusunda 987 adet Soğan sak nematodunun bulunduğunu ve bu miktarın oldukça fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Mollov ve ark., (2012), Amerika Birleşik Devletleri'nde 2011 yılında yaptıkları çalışmada Morrison ve Dakota eyaletlerindeki iki farklı sarımsak örneği ile 2012 yılında Minnesota eyaleti Carver ilçesinden bir sarımsak örneğinde bodurluk ve kloroz gibi zararın olduğunu gözlemlediklerini bildirmişlerdir. Yapılan çalışmada bitki yumrusundaki belirtilerin nekroz, gelişememe ve şekil bozuklukları olduğu kaydedilmiştir. Yaptıkları analiz sonucunda, bitki yumrusunda, koruyucu yapraklarında ve sarımsak dişlerinin arasında nematodların olduğu bildirilmiştir. Nematod dişilerinin, erkeklerinin ve larvalarının morfometrik incelemesi ile *D. dipsaci* oldukları tespit edildiğini bildirmişlerdir. Bu bölgelerde üretilen sarımsakların böylelikle pazarlanamayacağı ve çiftçilere büyük oranda zarar vereceğini bildirmişlerdir. Çalışma sonucunda soğan sak nematodu'nun sarımsak sektörünü olumsuz yönde etkileyecek şekilde sarımsak bitkisinin önemli bir zararlısı olduğu ve ekonomik açıdan olumsuz bir etkiye sahip olabileceği bildirilmiştir.

Mwaura ve ark., (2015), Yaptıkları çalışmada 25 patates çeşidinin *D. destructor* ve *D. dipsaci* nematoduna dayanıklılıklarını araştırmışlardır. Çalışmada dayanıklılığı belirlemede populasyon artışı ve relatif duyarlılık faktörlerini dikkate almışlardır. Tolerans belirlemede ise yumruda meydana gelen zarar ve yumru ağırlığında meydana gelen azalış ölçütlerini dikkate almışlardır. Popülasyon artış parametresine göre 16 çeşit *D. destructor*'a duyarlı olarak bulunurken 5 çeşit

dayanıklı olarak bulunmuştur. Popülasyon artışı parametresine göre ise 'Innovator', 'Aveka' ve'Spunta' çeşitleri Soğan sak nematodu (*D. dipsaci*)'na dayanıklı olarak belirlenmiştir. Testlenen çeşitler içerisinde nematodlara oldukça duyarlı ve orta derece duyarlı çeşitler de tespit edilmiştir.

Saeed (2015), Yemen'de sarımsak alanlarında bitki paraziti nematod türlerini belirlemek amacıyla yapmış olduğu çalışmada; *Antarctenchus*, *Aphelenchoides*, *Aphelenchus*, *Basiria*, *Boleodorus*, *Ditylenchus*, *Helicotylenchus*, *Heterodera*, *Hoplolaimus*, *Meloidogyne*, *Microposthonia*, *Nothanguina*, *Pratylenchus*, *Rotylenchulus*, *Rotylenchus*, *Scutellonema*, *Tetylenchus*, *Tylenchorhynchus*, *Tylenchus* ve *Zygotylenchus* cinslerine ait nematod türlerini saptamıştır. Çalışmada en yaygın bitki paraziti nematod türlerinin *Aphelenchus*, *Ditylenchus*, *Pratylenchus*, *Tylenchorhynchus* ve *Tylenchus* cinslerine ait olduğunu bildirmiştir.

Yu ve ark., (2017), Kanada'da yaptıkları çalışmada Patates çürüklük nematodu (*D. destructor*)'nun patateste yumrusunda çürümeye neden olan en önemli zararlılardan olduğunu ve ilk olarak Ontario çevresinde patates alanlarında tespit edildiğini, soğan sak nematodu (*D. dipsaci*)'nun ise Ontario'daki sarımsak alanlarında saptandığı bildirilmiştir.

Indarti ve ark. (2018) tarafından Endonezya'da sarımsak ekiliş alanlarından alınan dokuz örnekten yedi tanesinde *D. dipsaci* tespit edilmiş olup bu çalışma ile etmenin Endonezya'da ilk kez tespit edildiğini bildirmişlerdir.

2.2. Soğan Sak Nematodunun Türkiye'de Sarımsak Tarımındaki Önemi İle İlgili Önceki Çalışmalar

Yüksel (1958), Soğan sak nematodu (*Ditylenchus dipsaci*)'nun Ankara'nın Çınarlı köyündeki soğan alanlarında saptandığını, ayrıca Nevşehir'de önemli zararlar oluşturduğunu, Sivas ve Konya illerinde yaptığı çalışmada ise bu zararlının oldukça geniş bir yayılma alanına sahip olduğunu bildirmektedir.

Alkan (1962), Soğan sak nematodu (*D. dipsaci*)'nun Ankara-Ayaş, Niğde, Aksaray, İstanbul, Çatalca, Adapazarı, Samsun, Gaziantep, Sivas-Merkez, Adana-Merkez'de tespit edildiğini ve yemeklik soğan, soğan arpacığı, sarımsak, sümbül soğanı, karanfil, hububat (arpa, yulaf, çavdar, buğday), haşhaş patates, patlıcan, domates ve yoncada zarar yaptığını bildirmiştir.

Saltukoğlu (1974), İstanbul'da yapmış olduğu çalışmada sarımsak alanlarında *Basiria graminophila, Bitylenchus parvus, Helicotylenchus vulgaris, H. digonicus, Nagelus camelliae* ve *Psilenchus hilarulus* türlerini bildirmiştir.

Tunçdemir (1983), Kastamonu'nun Merkez ve Taşköprü İlçelerinde 29 köyün üretim alanlarının *D. dipsaci* ile bulaşık olduğunu ve ortalama zararın %1,2 ile %64,5 oranında değiştiğini bildirmiştir.

Öztürk ve Ökten (1996), İç Anadolu Bölgesi'nde soğan üretim alanlarında 1984-1989 yılları arasında yapmış oldukları çalışmada Konya (Merkez ve Çumra), Karaman (Merkez ve Ermenek), Nevşehir (Merkez, Derinkuyu, Ürgüp, Gülşehir) illerinden aldıkları 27 adet örneğin %23,7'nin *D. dipsaci* ile bulaşık olduğunu bildirmişlerdir.

Akgül ve Ökten (1997), Ankara (Çankaya)'da çim alanlarında nematod türlerini belirlemek üzere yürüttükleri çalışmada *Ditylenchus* cinsinden iki farklı türü tespit etmişler ve *D. dipsaci*'yi parklarda yaygın olarak bulunduğunu bildirmişlerdir.

Uzmay ve ark., (2001), Nergis yetiştiriciliğinin yaygın olduğu İzmir ili Mordoğan ilçesinde nergis üretim alanlarında en önemli zararlının Soğan sak nematodu (*D. dipsaci*) olduğunu bildirmişlerdir.

Mennan ve Ecevit (2002), Amasya'nın Suluova ilçesinde yapmış oldukları çalışmada soğan üretim alanlarının %54,09'unun *D. dipsaci* ile bulaşık olduğunu ve %65 oranında verim kaybının görüldüğünü bildirmişlerdir.

Mennan (2005), Yaptığı çalışmada Soğan sak nematodu (*D. dipsaci*)'nun soğanda zarar durumunu belirlemek üzere Amasya ili Suluova ilçesi Cürlü köyünde

1999 yılında tarla denemesi yürütmüştür. Erken ekim gibi farklı parametreleri incelediği çalışmada erken ekim parsellerinde hasat edilen bulaşık ve ölü bitki sayısının azaldığını, sağlam bitki sayısının arttığını tespit etmiştir. Ancak bu fark, istatistiksel açıdan önemli düzeyde bulunmamıştır. Laboratuvarda saksı denemeleri ile soğan fidelerine farklı düzeylerde *D. dipsaci* bireyi bulaştırdığı çalışmasında bitki başına 5 nematod verilmesi durumda soğan yumrularının ağırlıklarının belirgin olarak azaldığını gözlemlemiştir.

Dikici ve Yavuzaslanoğlu (2012), Karaman ili soğan üretim alanlarında almış olduğu toprak örneklerinin *Tylenchus* spp., *Paratylenchus* spp. ve Soğan sak nematodu (*D. dipsaci*) ile bulaşık olduğunu bildirmişlerdir.

Dikici (2014), Karaman ili soğan üretim alanlarında almış olduğu 100 adet toprak örneğinin %61'i Soğan sak nematodu (*D. dipsaci*) ile bulaşık olduğunu saptamıştır. Çalışmada diğer bitki paraziti nematodlardan *Tylenchus* spp. (%49) ve *Paratylenchus* spp. (%56), bakterivor nematodlardan *Cephalobus* spp. (%86) ve *Eucephalobus* spp. (%69), fungivor nematodlardan *Aphelenchus* spp. (%74) ve *Aphelenchoides* spp. (%76) ve omnivor nematodlardan Dorylaimida takımına ait nematodları %23 oranında saptamış ve alınan bitki örneklerinin ise %15'i *Ditylenchus* spp. ile bulaşık olduğunu bildirmiştir.

Dikici ve ark., (2014), Karaman ilinde yapmış oldukları çalışmada Soğan Sak Nematodu (*D. dipsaci*)'nun Karaman ili soğan ekiliş alanlarında %61 oranında yaygın olarak bulunduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada bazı tarlalarda soğan sak nematodunun populasyon yoğunluğu 100 g kuru toprakta 165 bireye kadar çıktığını ve bununda soğan yetiştiriciliğinde ekonomik olarak verim kaybına neden olarak bulaşık soğan yumrularının soğanın kalitesini de etkileyerek pazar değerini düşürdüğünü bildirmişlerdir. Çalışmada soğan sak nematodu ile mücadele etmek için uygun zaman ve yöntemin belirlenmesi amacıyla soğan yetiştirme sezonu boyunca populasyon değişiminin belirlenmesi büyük önem arz ettiğini bildirerek bu amaçla soğan yetiştirme dönemi boyunca soğan sak nematodunun topraktaki ve

bitkideki populasyon değişimini araştırmışlardır. Çalışmada 2013 yılı mart ayında soğan ekilişi gerçekleştirilmiş ve eylül ayında hasat edilmiştir. Bu süre içerisinde mart ve nisan aylarında 8-12 ºC toprak sıcaklığında soğan sak nematodu yoğunluğunun ortalama 106 birey/ 100 g kuru toprak olduğunu tespit etmişlerdir. Mayıs ayında sıcaklığın 15 ºC'nin üzerine çıkmasıyla Soğan sak nematodu populasyon yoğunluğunun 52 birey/ 100 g kuru toprak, haziran ayında ise ortalama 21 ºC sıcaklıkta 27 birey/ 100 g kuru toprak seviyesine düştüğünü tespit etmişlerdir. Çalışma sonucunda nematod populasyonunun yüksek oranda toprak sıcaklığına bağlı olarak değişim gösterdiğini bildirmişlerdir.

Yavuzaslanoğlu ve ark., (2015), Karaman ilinde 2012-2013 yılları arasında yaptıkları çalışmada soğan sak nematodu (*D. dipsaci*)'nun soğan bitkisinde populasyon yoğunluğunu ve zarar durumunu araştırmışlardır. Çalışmada birinci yılın sonunda duyarlı çeşitte *D. dipsaci* populasyonunu 104 birey/100 g kuru toprak, ikinci yılda ise 68 birey/100 g kuru toprak olarak saptamışlardır. Çalışmada Nematoda duyarlı Betapanko ve Pan88 çeşitlerinde 12,93% ve 15,33% oranında verim kaybına neden olduğunu bildirmişlerdir.

Yavuzaslanoğlu ve ark., (2018), Yaptıkları çalışmada soğan sak nematoduna ait 51 popülasyonunda, beş adet türe spesifik primerler ile (PF1 - PR1, PF2 - PR2, DdpS1 - rDNA2, DitNF1 - rDNA2, H05 - H06) moleküler tür tespitinin yapıldığını, ve çalışmada kullanılan nematod popülasyonlarından PF1 - PR1, PF2 - PR2, DdpS1 - rDNA2 ve DitNF1 - rDNA2 primer setlerine göre 20 tanesinin *D. dipsaci* olduğu bildirilmiştir. Ayrıca çalışmada H05 - H06 primeri ile gerçekleştirdikleri PZR taramalarında ise dört popülasyonun *D. dipsaci*' nin normal ırkı olduğu bildirilmiştir.

Akar (2018), Yaptığı çalışmada 2016 ve 2017 yıllarında Kastamonu, Amasya, Tokat, Aksaray, Tekirdağ, Balıkesir, Bursa, Hatay, Gaziantep, Kahramanmaraş, Adıyaman ve Kırklareli illerinde sarımsak üretim alanlarından alınan bitki ve toprak örneklerinden izole edilen nematodların moleküler taramaları sonucunda elde edilen verilerin filogenetik analizi ile incelenen nematodların tür teşhislerinin yapıldığını

bildirmiştir. Söz konusu çalışmada türe özel 10 farklı SSR ve SCAR primeri ile moleküler taramalar yapılarak 58 adet nematod örneğinden 39 tanesinin *D. dipsaci* olduğu tespit edilmiştir. Çalışma ile ülkemizde sarımsak yetiştirme alanlarında bulunan soğan sak nematodu ırklarının tespiti, bu nematoda karşı alınabilecek kontrol önlemlerinin daha bilinçli ve etkin bir şekilde yapılmasına yardımcı olacağını bildirmiştir.

Ateş Sönmezoğlu ve ark., (2019), Yaptıkları çalışmada, 2016 ve 2017 yıllarında Kastamonu, Amasya, Aksaray, Tekirdağ, Tokat, Balıkesir, Bursa, Hatay, Gaziantep, Kahramanmaraş, Adıyaman ve Kırklareli illerindeki sarımsak üretim alanlarından toplanan soğan sak nematodu örneklerinin ITS-rDNA bölgelerinde türe özgü moleküler markerleri kullanarak tür teşhisi yapmışlardır. Çalışmada moleküler tarama verileri bitki ve toprak örneklerinden elde edilen nematodlar filogenetik olarak analiz ettiklerini bildirmişlerdir. Yapılan çalışmada, 9 farklı türe özgü SSR ve SCAR primeri kullanılarak moleküler tarama üzerinde 53 örneğin 34'ünde *D. dipsaci* bulaşık olduğu bildirilmiştir.

2.3. Soğan Sak Nematodunun Konukçu Belirleme İle İlgili Önceki Çalışmalar

Ditylenchus dipsaci (Kühn, 1857) Filipjev, 1936 türü 500 bitki türünde gelişebilen 30' dan fazla ırka sahiptir (Sturhan ve Brzeski, 1991). Bu nedenle *D. dipsaci* tür kompleksi olarak adlandırılmaktadır. En son gerçekleştirilen taksonomik çalışmalarda *D. dipsaci* türü iki gruba ayrılmıştır birincisi "*D. dipsaci* sensu stricto" veya "normal boyutlu tür" olarak adlandırılan diploid özellikte bireyleri içeren gruptur. Diğer grup poliploid özellikte bireyleri içeren 6 alt gruba ayrılmıştır; *Vicia faba* bitkisinden elde edilen *Ditylenchus* sp. B, *Cirsium setosum* bitkisinden elde edilen *Ditylenchus* sp. C ve *Pilosella* cinsi bitkilerle ilişkili olan *Ditylenchus* sp. D, *Crepis praemorsa* bitkisinden elde edilen *Ditylenchus* sp. E, *Pilosella* ve *Leontodon* cinsi bitkilerle ilişkili *Ditylenchus* sp. F ve *Plantago maritima* bitkisinden elde edilen *Ditylenchus* sp. G gruplarıdır (Subbotin ve ark., 2005). Bakla (*Vicia faba*)

bitkisinden elde edilen *Ditylenchus* sp. B grubu daha sonraki araştırmalarla *Ditylenchus gigas* (Vovlas ve ark., 2011) ve *Ditylenchus* sp. C grubu ise *Ditylenchus weischeri* (Chizhov ve ark., 2010) türü olarak ayrılmıştır. *Ditylenchus dipsaci* sensu stricto grubunda yer alan bireyler filogenetik olarak birbirlerine çok yakın gruplar olarak yer almaktadırlar ve alt tür olarak ayrıma gidilememiştir (Subbotin ve ark., 2005). Bu nematodların sınıflandırılması bitkilerin konukçuluk durumuna göre ırk düzeyinde yapılmaktadır. Bu grup içerisinde ekonomik olarak önemli bitki türlerinde de üreyebilen 30 dan fazla ırk olduğu ortaya konmuştur (Sturhan ve Brzeski, 1991). Janssen (1994) tarafından *Ditylenchus dipsaci* sensu stricto grubu içerisinde bulunan nematodların elde edildikleri bitkiye göre 8 ırkı tanımlanmış olup bu ırklara 17 bitki türünün (adi yonca, kızıl yonca, beyaz yonca, lale, sümbül, nergis, soğan, yulaf, çavdar, şeker pancarı, patates, mısır, bezelye, fasulye, havuç, çilek ve tarak otu) konukçuluk durumlarına dair raporlar derlenmiştir. Janssen (1994)'e göre belirlenen ırklar; adi yonca (*Medicago sativa, Fabaceae*), kızıl yonca (*Trifolium pratense, Fabaceae*), yulaf (*Avenasativa, Poaceae*), çavdar (*Secale cereale, Poaceae*), pancar (*Beta vulgaris, Amaranthaceae*), nergis (*Narcissus* spp. *Amaryllidaceae*), lale (*Tulipa* spp. *Liliaceae*) ve soğan (*Allium cepa, Alliaceae*) ırklarıdır. Irkların konukçu spektrumları çok geniştir ve bir bitki türü birden fazla ırk için konukçuluk yapma durumundadır. Bu nedenle ırklar arası üremeler de söz konusu olmaktadır. Zira *D. dipsaci* türü eşeyli üreme ile gelişme göstermektedir (Wright ve Perry, 2006). Farklı araştırıcılar tarafından elde edilen *D. dipsaci* ırklarının konukçuluk durumlarında çok değişken sonuçlar bulunmaktadır. Bu durumun nedeni farklı araştırıcılar tarafından farklı bitki çeşitlerinin kullanılmış olabileceğine bağlı olarak görülebilecek dayanıklı reaksiyonlara, karışık nematod populasyon ve ırklarının kullanımına, nematodların patojenitesi üzerine çevre koşullarının etkisine, nematod inokulasyonunun başarısız olması gibi durumlara bağlanabilir. Soğan ırkı için denenen bitkilerden sadece ana konukçu soğan, bezelye ve fasulyenin iyi konukçu olduğu; adi yonca ve lalenin ise konukçu olmadığı konusunda araştırmalarda

mutabakat vardır. Ancak, havuç, çilek, tarak otu (*Dipsacus fullonum*), kızıl yonca, beyaz yonca, sümbül, nergis, yulaf, çavdar, şeker pancarı, patates ve mısıra ait olarak hem iyi konukçu, hem zayıf konukçu hem de konukçu olmadığına dair kayıtlar mevcuttur (Janssen, 1994). Sarımsak izolatlarının konukçuluk durumlarını belirlemeye yönelik gerçekleştirilen bir çalışmada da nematodların soğan ve sarımsakta hayat devrini tamamladığı, yabani hindiba (*Cichhorium intybus*) bitkisinde yalnızca başlangıçta verilen erginlerin hayatta kaldığı, pırasa ve ıspanakta ise hiç nematodun yaşamadığı tespit edilmiştir (Douda, 2005). Yurdumuzda Amasya İli Suluova ilçesinde soğandan elde edilen *D. dipsaci* izolatının bölgede çiftçiler tarafından en fazla yetiştirilen bitki türlerinde konukçuluk durumu Mennan (2001) tarafından araştırılmıştır. Gerçekleştirilen çalışmada, bulaştırma yapılan bitkilerden, soğan, sarımsak, domates ve fasulyede nematodun zarar belirtileri görülmüş, kabak, karalâhana, ıspanak, biber, hıyar ve buğday bitkilerinde zarar belirtisi görülmemiştir.

Kotthoff (1937), İtalya'da yaptığı çalışmada kenevir, havuç ve hıyar ekim alanlarında yoğun olarak bulunan soğan sak nematodunun çavdar ırkı olduğunu saptamıştır.

Seinhorst (1957), Yapmış olduğu konukçu tespiti çalışmasında *D. dipsaci*'nin farklı konukçularda beslenen ırklarını ortaya koymuş 9 farklı bitki türü kullanarak soğan sak nematodunu 11 farklı ırka ayırmıştır. Buna göre soğan ırkının konukçuları arasında soğan, sarımsak ve bezelye olduğunu bildirmiştir.

Southey (1957), Yaptığı çalışmada lale, sümbül ve nergis ırklarının 7 farklı bitkide yapılan reaksiyonlarını denemesinde en geniş konukçu dizisine sahip olan ırkın lale ırkı olduğunu, sümbül ırkının denemede kullanılan bitkilerden sadece sümbülde ürediğini ve yulaf bitkisinin her üç ırk içinde konukçu olmadığını saptamıştır.

Thorne (1961), Yaptığı konukçu belirleme çalışmasında *Ditylenchus dipsaci*'nin soğan ırkının konukçuları çeltik, sümbül, nergis, deve dikeni ve maydonoz olduğunu bildirmiştir.

Shubina (1992), Yaptığı çalışmada *D. dipsaci*'nin soğan ırkının mısır bitkisinde beslenemediğini ancak çeltik ve bezelye üzerinde ise beslenip üreyebildiğini bildirmiştir.

Douda (2005), Soğan, sarımsak, ıspanak, beyaz hindiba bitkilerinde soğan sak nematodu (*D. dipsaci*)'nun konukçu düzeyi ve popülasyon yoğunluğunu incelediği çalışmada beyaz hindiba bitkisinde gelişen nematod popülasyonunun soğan ve pırasada gelişmediğini saptamıştır. Sarımsak popülasyonunda gelişen soğan sak nematodunun ıspanak ve pırasada gelişmediğini bildirmiştir. Ayrıca çalışmada bu nematod ile bulaşık bitkilerin toprak üstü kısımlarının kuru ağırlığını etkileyecek kadar önemli olmadığını bildirmiştir.

Subbotin ve ark., (2005), Yaptıkları çalışmada farklı konukçu bitkilerden elde edilen soğan sak nematodu (*D. dipsaci*)'na ait 23 adet popülasyonunun rDNA ITS bölgesinin amplifikasyonu ve sekanslamasının yapıldığını bildirmişlerdir. Çalışmada ITS1 ve ITS2 sekans dizilimlerinin filogenetik analizi iki ana kademeli olarak ortaya çıkarıldığını; (i) *D. dipsaci* sensu stricto diploid kromozom sayılarına sahip olduğunu ve (ii) *Ditylenchus* spp. poliploid kromozom sayılarıyla, diploid popülasyonlardan ayrılmış ve altı alt bölüme ayrıldığını ifade ederek, filogenetik analizler için rDNA ITS bölgelerinin başarılı bir şekilde kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Çalış (2018), Yaptığı çalışmada 28 bitki çeşidinin 4 farklı lokasyondan alınan soğan sak nematodu populasyonuna karşı konukçuluk durumlarını denemiş ve nematodun bitkiler üzerine olan etkilerini araştırmıştır. Bu çalışmasında Soğan, sarımsak, bezelye, biber, fasulye, salatalık, ıspanak, kabak, patlıcan ve domates bitkilerini iyi konukçu olarak tespit etmiştir. Ayrıca bu çalışmada soğan sak nematodu ile mücadelede konukçu olan bitkilerle konukçu olmayan bitkilerin rotasyona sokularak verim kaybının en aza indirilmesine ve üretim aşamalarında daha bilinçli ve etkin önlemlerin alınmasına yardımcı olacağını bildirmiştir.

2.4. Soğan Sak Nematodu ile Dayanıklıklıkla İlgili Önceki Çalışmalar

Soğan sak nematodu (*Ditylenchus dipsaci*)'nun yonca, çavdar, fasulye ve yulaf ırklarına dayanıklılık sağlayan bazı yonca, çavdar, fasulye ve yulaf çeşitleri tespit edilmiştir (Plowright ve ark., 2002). Dayanıklılık ıslahı çalışmalarının temelini oluşturan testleme çalışmalarında önemli olan noktalar; çeşitlerin reaksiyonlarını açık bir şekilde ortaya koyan, güvenilir bir yöntemin uygulanması ve bu çalışmalar için kullanılacak nematodların genetik olarak uniform olması ve yeterli miktarda üretilmesini sağlayan uygun bir üretim tekniğinin kullanılmasıdır. Soğan Sak Nematodunun yonca kallus dokusu üzerinde üretilebileceği gösterilmiştir (Hooper, 1986; Plowright ve ark., 2002). Son yıllarda Chitambar (2003), sarımsak, yonca ve nergis bitkisinden, Kühnhold ve arkadaşları (2006) ise şeker pancarından izole edilen *D. dipsaci* populasyonlarının havuç kallus kültürü üzerinde başarılı bir şekilde üretildiğini göstermiştir.

Yavuzaslanoğlu (2019), Türkiye'de ticari olarak yetiştirilen 28 soğan çeşidinin soğan sak nematodu (*D. dipsaci*)'na karşı 2019 yılında dayanıklılık çalışması yapmıştır. Yapmış olduğu çalışmada 20 ^{o}C ve %70 nem, 16 saat gündüz, 8 saat karanlık ortamda deneme ortamı oluşturulmuştur. Yürütülen çalışmada soğan sak nematodunun denemeye alınan soğan çeşitlerinde üreme oranını tespit etmiştir. Çalışmada en düşük üreme oranının Valenciana çeşidinde olduğu belirlemiştir. Yapılan çalışmada bitki boyu, bitki çapı, bitki ağırlığı ve nematod üremesi için çeşitler arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığını bildirmiştir.

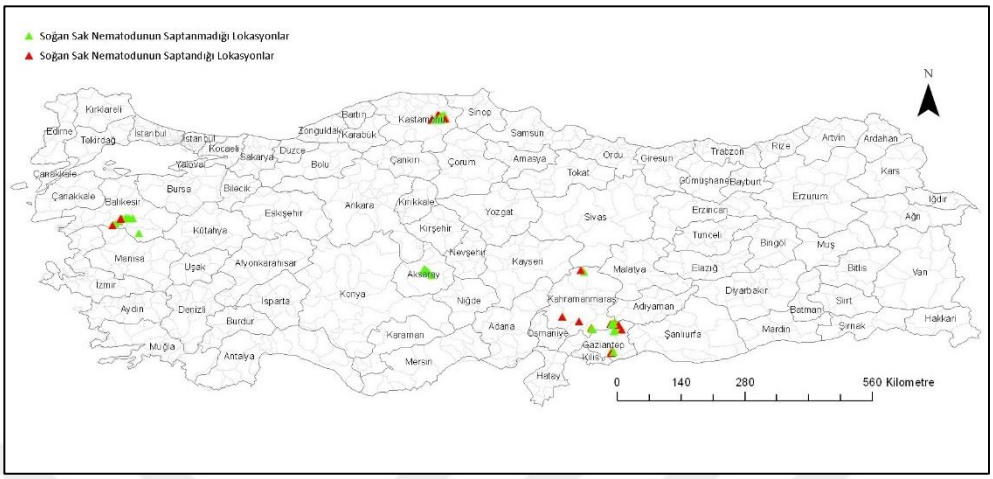
3. MATERYAL VE METOT

3.1. Toprak ve Bitki Örneklerinin Toplanması

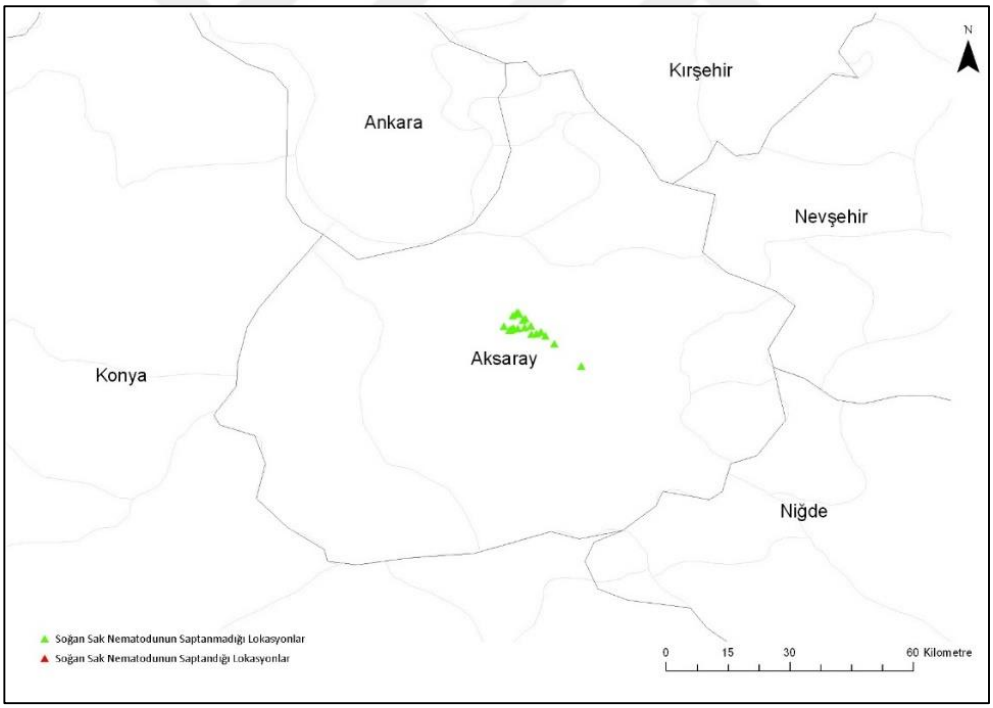
Çalışma 2017-2019 yılları arasında ülkemizde sarımsak üretiminin yoğun olarak yapıldığı Kastamonu, Kahramanmaraş, Balıkesir, Gaziantep ve Aksaray illerinden yeterli sayıda toprak ve bitki örnekleri alınmıştır. Bu amaçla belirlenen illerin sarımsak üretimi yapılan alanlarından toplam 141 lokasyondan toprak ve bitki örnekleri alınmıştır (Çizelge 3.1, 3.2, Şekil 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5). Alınan örnekler laboratuvara getirilmiş ve örneklerden bitki paraziti nematodlar elde edilmiştir.

Çizelge 3.1. Örnekleme yapılan illere ait sarımsak üretim alanları ve ülke üretimi içindeki yüzde oranı ile illere göre alınan bitki ve toprak örnek sayıları (TÜİK, 2019)

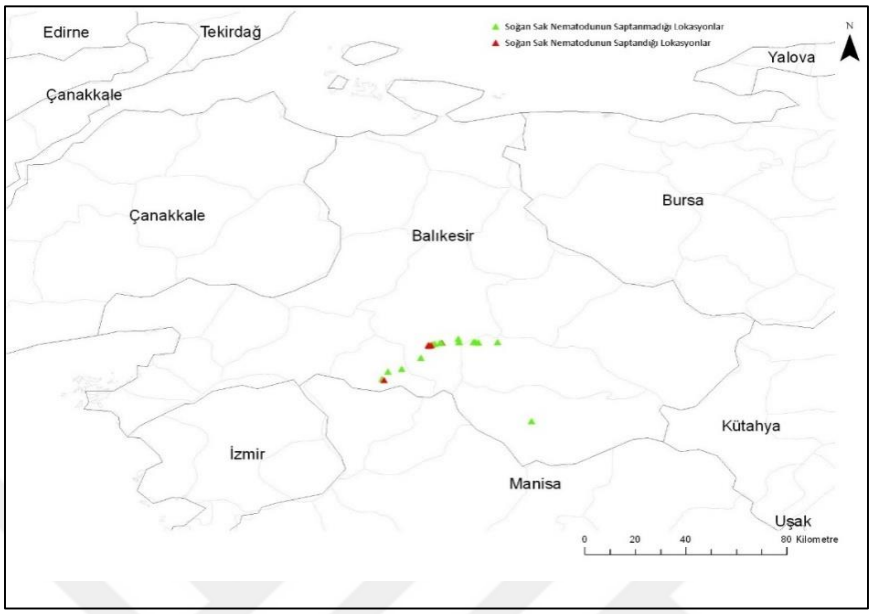
İller	2016		2017		2018		Örnek Sayısı
	Üretim Alanı (da)	%	Üretim Alanı (da)	%	Üretim Alanı (da)	%	(adet)
Kastamonu	24.530	17,35	26.515	17,40	25.750	16,72	38
Gaziantep	13.596	9,62	21.416	14,05	21.516	13,97	36
Kahramanmaraş	16.275	11,51	13.423	8,81	15.375	9,99	23
Aksaray	10.979	7,77	12.290	8,06	15.315	9,95	20
Balıkesir	9.845	6,96	8.359	5,48	8.300	5,39	24
Toplam	**75.225**	**53,21**	**82.003**	**53,80**	**86.256**	**56,02**	**141**



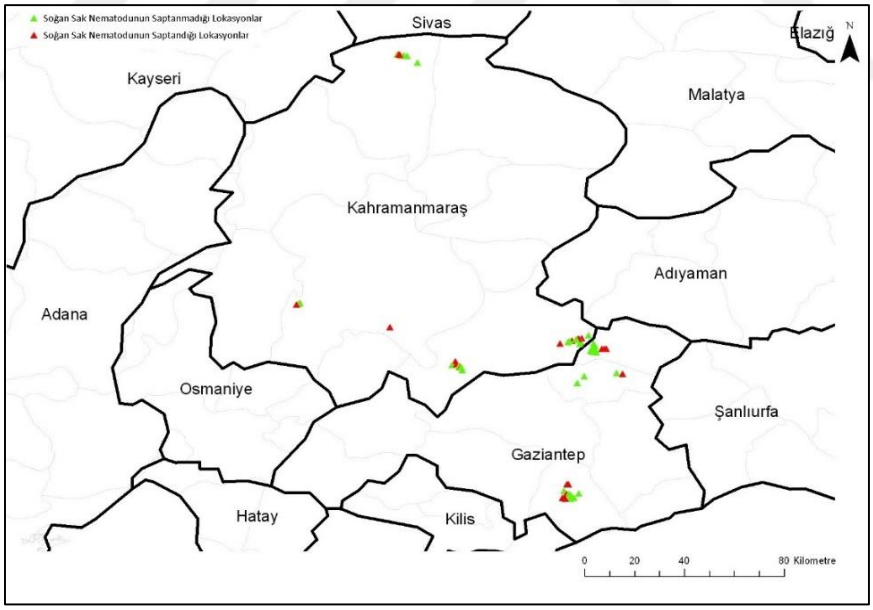
Şekil 3.1. Kastamonu, Kahramanmaraş, Balıkesir, Gaziantep ve Aksaray illeri sarımsak üretim alanlarından bitki paraziti nematodları tespit etmek amacıyla alınan örneklerin harita üzerinde genel görünümü



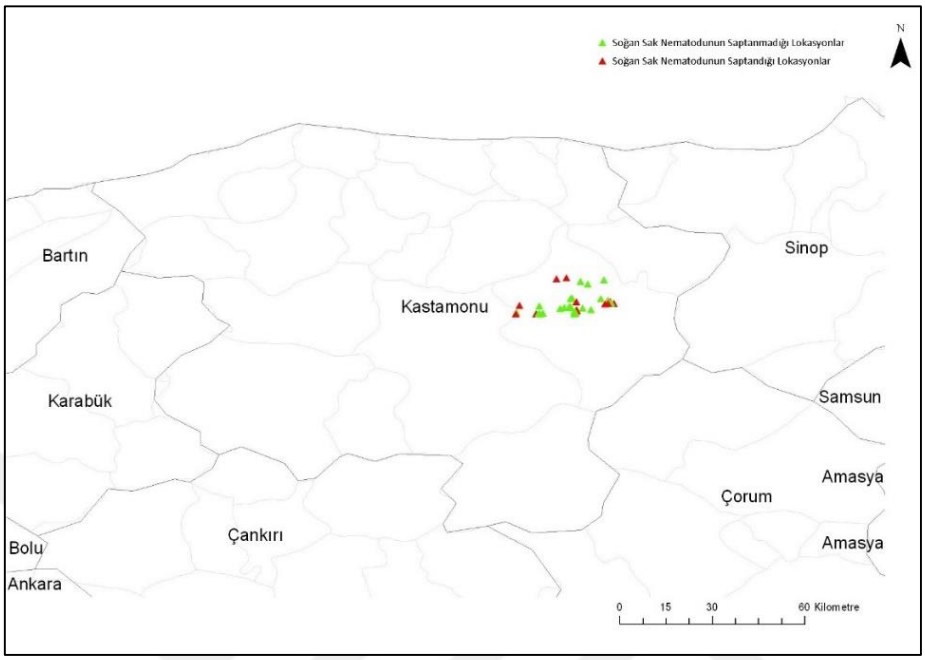
Şekil 3.2. Aksaray ili sarımsak üretim alanlarından bitki paraziti nematodları tespit etmek amacıyla alınan örneklerin harita üzerinde genel görünümü



Şekil 3.3. Balıkesir ili sarımsak üretim alanlarından bitki paraziti nematodları tespit etmek amacıyla alınan örneklerin harita üzerinde genel görünümü



Şekil 3.4. Gaziantep ve Kahramanmaraş illeri sarımsak üretim alanlarından bitki paraziti nematodları tespit etmek amacıyla alınan örneklerin harita üzerinde genel görünümü



Şekil 3.5. Kastamonu ili sarımsak üretim alanlarından bitki paraziti nematodları tespit etmek amacıyla alınan örneklerin harita üzerinde genel görünümü

Örneklemeler 2017 ve 2018 yılları sarımsak üretim sezonlarında illerin coğrafi konumu ve iklim özelliklerine göre nisan-temmuz ayları arasında sarımsak bitkileri baş bağlama aşamasında iken yapılmıştır. Örnek alınacak alanların seçimi tüm lokasyonu temsil edecek şekilde tesadüfi örnekleme yöntemi ile yapılmış ve her lokasyondan örneklemede 40 da'lık bir alanın en az 50-60 değişik noktasından örnek alınmıştır (Southey, 1986). Bu amaçla sarımsak tarlaları içerinde zikzakvari bir yol izlenmiş ve uçtaki 30 cm²'lik kısmı yarı silindirik ve çapı 25 mm olan toprak sondası yardımıyla 0-30 cm derinlikten toprak örnekleri alınmıştır. Ayrıca söz konusu bahçelerde Soğan sak nematodu belirtisi gösteren sarımsak bitkileride alınmıştır. Örnekler polietilen torbalara konularak etiketlenmiş ve GPS yardımıyla tarlaların koordinatları kaydedilmiştir (Çizelge 3.2). Alınan örnekler araziden laboratuvara gelinceye kadar +4°C'de buz kutularında saklanmış ve laboratuvarda inceleme süresince yine aynı sıcaklıktaki buzdolabında bekletilmiştir.



Şekil 3.6. Sarımsak üretim alanlarından bitki paraziti nematodları tespit etmek amacıyla yapılan arazi çalışmalarından görünümler

Çizelge 3.2. Kastamonu, Kahramanmaraş, Balıkesir, Gaziantep ve Aksaray İlleri sarımsak üretim alanlarından bitki paraziti nematodları tespit etmek amacıyla 2017-2018 yıllarında örnekleme yapılan sarımsak tarlalarının coğrafik bilgileri ve koordinatları

Örnek No	İl	İlçe	Köy / Kasaba	Rakım	Koordinat
AKS1	Aksaray	Merkez	Bahçelikent	960 m	38°24'22.10"K 33°58'47.43"D
AKS2	Aksaray	Merkez	Çimeliyeni	970 m	38°28'22.60"K 33°54'09.21"D
AKS3	Aksaray	Merkez	Çimeliyeni	960 m	38°28'52.16"K 33°53'29.77"D
AKS4	Aksaray	Merkez	Sapmaz	960 m	38°30'38.50"K 33°51'29.75"D
AKS5	Aksaray	Merkez	Acıpınar	960 m	38°31'18.00"K 33°50'18.42"D
AKS6	Aksaray	Merkez	Acıpınar	960 m	38°30'24.20"K 33°51'10.00"D
AKS7	Aksaray	Merkez	Baymış	950 m	38°29'17.81"K 33°50'30.82"D
AKS8	Aksaray	Merkez	Çimeliyeni	950 m	38°28'36.18"K 33°52'17.81"D
AKS9	Aksaray	Merkez	Çimeliyeni	950 m	38°28'39.25"K 33°52'55.91"D
AKS10	Aksaray	Merkez	Topakkaya	950 m	38°27'20.40"K 33°55'17.60"D
AKS11	Aksaray	Merkez	Acıpınar	940 m	38°30'59.49"K 33°49'52.19"D
AKS12	Aksaray	Merkez	Acıpınar	920 m	38°29'35.16"K 33°48'42.91"D
AKS13	Aksaray	Merkez	Baymış	940 m	38°29'05.21"K 33°49'24.45"D
AKS14	Aksaray	Merkez	Baymış	930 m	38°29'10.51"K 33°49'40.41"D
AKS15	Aksaray	Merkez	Baymış	930 m	38°29'16.50"K 33°49'36.95"D
AKS16	Aksaray	Merkez	Baymış	930 m	38°29'24.65"K 33°49'55.36"D
AKS17	Aksaray	Merkez	Acıpınar	960 m	38°31'25.00"K 33°50'32.00"D
AKS18	Aksaray	Merkez	Acıpınar	940 m	38°31'15.32"K 33°50'39.59"D
AKS19	Aksaray	Merkez	Sapmaz	950 m	38°29'43.10"K 33°52'14.28"D
AKS20	Aksaray	Merkez	Sapmaz	950 m	38°29'29.22"K 33°51'24.57"D

Örnek No	İl	İlçe	Köy / Kasaba	Rakım	Koordinat
BAL1	Balıkesir	Altıeylül	Pamukca	130 m	39°31'26.84"K 27°53'03.81"D
BAL2	Balıkesir	Altıeylül	Pamukca	160 m	39°31'25.00"K 27°52'44.00"D
BAL3	Balıkesir	Altıeylül	Pamukca	160 m	39°31'10.10"K 27°51'31.30"D
BAL4	Balıkesir	Altıeylül	Pamukca	210 m	39°31'06.42"K 27°51'02.91"D
BAL5	Balıkesir	Altıeylül	Cinge	200 m	39°30'51.21"K 27°50'24.54"D
BAL6	Balıkesir	Altıeylül	Cinge	170 m	39°30'54.19"K 27°50'08.53"D
BAL7	Balıkesir	Altıeylül	Taşpınar	430 m	39°28'01.29"K 27°48'36.80"D
BAL8	Balıkesir	Şavaştepe	Tavşancık	600 m	39°25'31.95"K 27°44'27.04"D
BAL9	Balıkesir	Şavaştepe	Karacaoluk	450 m	39°24'51.74"K 27°41'32.39"D
BAL10	Balıkesir	Şavaştepe	Merkez	340 m	39°23'14.16"K 27°40'15.36"D
BAL11	Balıkesir	Şavaştepe	Merkez	350 m	39°22'59.00"K 27°40'40.00"D
BAL12	Balıkesir	Bigadiç	Çağış	160 m	39°31'34.23"K 27°59'49.57"D
BAL13	Balıkesir	Bigadiç	Çağış	190 m	39°31'30.17"K 28°00'52.55"D
BAL14	Balıkesir	Bigadiç	Çağış	210 m	39°31'37.00"K 28°00'18.00"D
BAL15	Balıkesir	Bigadiç	Çiçekpınar	180 m	39°32'21.67"K 27°56'37.95"D
BAL16	Balıkesir	Bigadiç	Çiçekpınar	180 m	39°31'40.05"K 27°56'49.99"D
BAL17	Balıkesir	Bigadiç	Çiçekpınar	230 m	39°31'37.00"K 27°56'43.00"D
BAL18	Balıkesir	Sındırgı	Pürsünler	300 m	39°13'38.74"K 28°12'17.26"D
BAL19	Balıkesir	Bigadiç	Çağış	210 m	39°31'36.34"K 28°05'01.18"D
BAL20	Balıkesir	Altıeylül	Pamukca	160 m	39°31'26.08"K 27°52'52.05"D
BAL21	Balıkesir	Altıeylül	Cinge	240 m	39°31'04.42"K 27°51'03.92"D
BAL22	Balıkesir	Altıeylül	Cinge	230 m	39°30'53.65"K 27°50'41.18"D
BAL23	Balıkesir	Altıeylül	Cinge	200 m	39°30'49.12"K 27°50'14.18"D
BAL24	Balıkesir	Altıeylül	Cinge	220 m	39°30'53.83"K 27°50'48.50"D
GAZ1	Gaziantep	Oğuzeli	Yakacık	640 m	36°55'03.41"K 37°32'05.73"D
GAZ2	Gaziantep	Oğuzeli	Yakacık	640 m	36°55'04.75"K 37°32'25.47"D
GAZ3	Gaziantep	Oğuzeli	Koçaklar	630 m	36°53'30.56"K 37°31'31.78"D
GAZ4	Gaziantep	Oğuzeli	Koçaklar	610 m	36°52'57.73"K 37°31'57.40"D
GAZ5	Gaziantep	Oğuzeli	Koçaklar	608 m	36°52'05.07"K 37°31'12.08"D
GAZ6	Gaziantep	Oğuzeli	Gündoğan	610 m	36°52'52.18"K 37°32'31.07"D
GAZ7	Gaziantep	Oğuzeli	Gündoğan	590 m	36°52'32.95"K 37°32'57.14"D
GAZ8	Gaziantep	Oğuzeli	Gündoğan	590 m	36°52'04.05"K 37°33'34.98"D
GAZ9	Gaziantep	Araban	Körhacıobası	540 m	37°24'14.27"K 37°38'31.75"D
GAZ10	Gaziantep	Araban	Körhacıobası	540 m	37°24'24.24"K 37°37'41.61"D
GAZ11	Gaziantep	Araban	Körhacıobası	540 m	37°24'37.99"K 37°37'40.58"D
GAZ12	Gaziantep	Araban	Körhacıobası	550 m	37°24'42.28"K 37°37'28.86"D
GAZ13	Gaziantep	Araban	Köklüce	560 m	37°28'00.95"K 37°36'48.56"D
GAZ14	Gaziantep	Araban	Güllüce	570 m	37°27'20.92"K 37°35'20.02"D

Örnek No	İl	İlçe	Köy / Kasaba	Rakım	Koordinat
GAZ15	Gaziantep	Araban	Güllüce	580 m	37°26'35.44"K 37°35'06.15"D
GAZ16	Gaziantep	Araban	Gelinbuğday	530 m	37°26'04.91"K 37°34'52.16"D
GAZ17	Gaziantep	Araban	Merkez	550 m	37°24'56.57"K 37°38'12.71"D
GAZ18	Gaziantep	Oğuzeli	Koçaklar	610 m	36°51'55.00"K 37°31'32.84"D
GAZ19	Gaziantep	Oğuzeli	Yeniköy	600 m	36°51'51.32"K 37°32'53.10"D
GAZ20	Gaziantep	Oğuzeli	Yeniköy	610 m	36°51'52.31"K 37°31'49.25"D
GAZ21	Gaziantep	Oğuzeli	Karataş	590 m	36°52'58.31"K 37°34'38.12"D
GAZ22	Gaziantep	Yavuzeli	Gülpınar	520 m	37°19'39.00"K 37°42'54.00"D
GAZ23	Gaziantep	Yavuzeli	Göçmez	530 m	37°19'27.00"K 37°44'12.00"D
GAZ24	Gaziantep	Yavuzeli	Yöreli	530 m	37°18'56.17"K 37°35'53.27"D
GAZ25	Gaziantep	Araban	Köklüce	560 m	37°26'12.00"K 37°37'54.00"D
GAZ26	Gaziantep	Araban	Merkez	560 m	37°25'39.03"K 37°38'13.19"D
GAZ27	Gaziantep	Araban	Körhacıobası	550 m	37°24'35.59"K 37°37'13.15"D
GAZ28	Gaziantep	Araban	Merkez	540 m	37°25'03.27"K 37°39'38.78"D
GAZ29	Gaziantep	Araban	Merkez	550 m	37°25'02.16"K 37°40'14.27"D
GAZ30	Gaziantep	Araban	Merkez	520 m	37°24'59.57"K 37°40'36.29"D
GAZ31	Gaziantep	Yavuzeli	Çimenli	550 m	37°17'29.00"K 37°34'24.00"D
GAZ32	Gaziantep	Araban	Güllüce	570 m	37°26'53.74"K 37°33'11.72"D
GAZ33	Gaziantep	Araban	Güllüce	580 m	37°27'13.89"K 37°34'35.86"D
GAZ34	Gaziantep	Araban	Güllüce	580 m	37°27'12.82"K 37°34'22.34"D
GAZ35	Gaziantep	Araban	Güllüce	570 m	37°27'00.73"K 37°34'07.63"D
GAZ36	Gaziantep	Araban	Güllüce	580 m	37°27'03.39"K 37°34'00.53"D
KAH1	Kahramanmaraş	Dulkadiroğlu	Aksu	470 m	37°29'47.14"K 36°53'45.80"D
KAH2	Kahramanmaraş	Pazarcık	Narlı/Karaçay	590 m	37°22'13.96"K 37°07'54.63"D
KAH3	Kahramanmaraş	Pazarcık	Narlı/Karaçay	560 m	37°21'23.76"K 37°07'10.99"D
KAH4	Kahramanmaraş	Pazarcık	Narlı/Karaçay	570 m	37°21'35.84"K 37°08'10.90"D
KAH5	Kahramanmaraş	Pazarcık	Narlı/Karaçay	570 m	37°21'17.26"K 37°08'46.47"D
KAH6	Kahramanmaraş	Pazarcık	Narlı/Karaçay	650 m	37°20'20.13"K 37°09'23.10"D
KAH7	Kahramanmaraş	Afşin	Tatlar	1480 m	38°28'18.95"K 36°59'41.63"D
KAH8	Kahramanmaraş	Afşin	Büyüktatlı	1520 m	38°29'49.64"K 36°57'26.60"D
KAH9	Kahramanmaraş	Afşin	Koçovası	1570 m	38°29'56.47"K 36°56'45.44"D
KAH10	Kahramanmaraş	Afşin	Koçovası	1550 m	38°29'51.11"K 36°56'12.82"D
KAH11	Kahramanmaraş	Afşin	Koçovası	1580 m	38°29'59.98"K 36°55'55.06"D
KAH12	Kahramanmaraş	Afşin	Koçovası	1600 m	38°30'11.00"K 36°55'20.01"D
KAH13	Kahramanmaraş	Afşin	Koçovası	1610 m	38°30'11.22"K 36°55'42.36"D
KAH14	Kahramanmaraş	Onikişubat	Yaylaüstü	970 m	37°35'10.68"K 36°34'10.79"D
KAH15	Kahramanmaraş	Onikişubat	Yaylaüstü	940 m	37°35'07.00"K 36°34'08.00"D
KAH16	Kahramanmaraş	Onikişubat	Yaylaüstü	1000 m	37°34'54.47"K 36°33'51.94"D

Örnek No	İl	İlçe	Köy / Kasaba	Rakım	Koordinat
KAH17	Kahramanmaraş	Onikişubat	Yaylaüstü	980 m	37°34'50.00"K 36°33'26.01"D
KAH18	Kahramanmaraş	Pazarcık	Aşağımülk	630 m	37°26'11.93"K 37°30'39.92"D
KAH19	Kahramanmaraş	Pazarcık	Sarıl	610 m	37°26'31.60"K 37°32'22.06"D
KAH20	Kahramanmaraş	Pazarcık	Sarıl	600 m	37°26'41.95"K 37°32'38.76"D
KAH21	Kahramanmaraş	Pazarcık	Narlı/Karaçay	590 m	37°20'59.21"K 37°08'48.06"D
KAH22	Kahramanmaraş	Pazarcık	Narlı/Akçakoyunlu	600 m	37°20'58.83"K 37°08'59.28"D
KAH23	Kahramanmaraş	Pazarcık	Narlı/Akçakoyunlu	610 m	37°20'56.10"K 37°09'11.64"D
KAS1	Kastamonu	Taşköprü	Karapürçek	610 m	41°33'07.00"K 34°11'25.00"D
KAS2	Kastamonu	Taşköprü	Karapürçek	670 m	41°33'33.35"K 34°10'10.46"D
KAS3	Kastamonu	Taşköprü	Afşar	770 m	41°34'08.00"K 34°07'39.65"D
KAS4	Kastamonu	Taşköprü	Donalar	740 m	41°33'57.33"K 34°05'56.82"D
KAS5	Kastamonu	Taşköprü	Akdoğan	670 m	41°30'29.24"K 34°08'28.65"D
KAS6	Kastamonu	Taşköprü	Akdoğan	640 m	41°30'34.41"K 34°08'42.28"D
KAS7	Kastamonu	Taşköprü	Örhenli	600 m	41°28'36.00"K 34°11'59.00"D
KAS8	Kastamonu	Taşköprü	Çördük	530 m	41°33'46.56"K 34°14'16.79"D
KAS9	Kastamonu	Taşköprü	Vakıfbelören	650 m	41°30'07.37"K 34°15'01.19"D
KAS10	Kastamonu	Taşköprü	Vakıfbelören	690 m	41°29'40.67"K 34°15'58.89"D
KAS11	Kastamonu	Taşköprü	Yukarıçayırcık	560 m	41°29'56.72"K 34°09'28.62"D
KAS12	Kastamonu	Taşköprü	Alamakayış	620 m	41°29'09.04"K 34°08'17.06"D
KAS13	Kastamonu	Taşköprü	Alamakayış	580 m	41°29'00.33"K 34°08'32.03"D
KAS14	Kastamonu	Taşköprü	Alamabatak	630 m	41°28'44.84"K 34°06'35.70"D
KAS15	Kastamonu	Taşköprü	Çetmi	590 m	41°29'15.15"K 34°02'56.37"D
KAS16	Kastamonu	Taşköprü	Yukarıemerce	550 m	41°30'33.00"K 34°13'42.48"D
KAS17	Kastamonu	Taşköprü	Vakıfbelören	640 m	41°30'11.00"K 34°14'54.00"D
KAS18	Kastamonu	Taşköprü	Vakıfbelören	660 m	41°29'55.96"K 34°15'20.42"D
KAS19	Kastamonu	Taşköprü	Vakıfbelören	700 m	41°29'45.24"K 34°15'33.01"D
KAS20	Kastamonu	Taşköprü	Vakıfbelören	670 m	41°29'43.03"K 34°15'18.95"D
KAS21	Kastamonu	Taşköprü	Vakıfbelören	630 m	41°29'40.86"K 34°14'58.42"D
KAS22	Kastamonu	Taşköprü	Vakıfbelören	660 m	41°29'37.12"K 34°14'28.07"D
KAS23	Kastamonu	Taşköprü	Yazıhamit	580 m	41°28'53.00"K 34°10'31.00"D
KAS24	Kastamonu	Taşköprü	Çaykirpi	580 m	41°28'32.05"K 34°09'32.89"D
KAS25	Kastamonu	Taşköprü	Çaykirpi	580 m	41°28'18.42"K 34°09'30.90"D
KAS26	Kastamonu	Taşköprü	Çaykirpi	640 m	41°28'28.98"K 34°09'28.01"D
KAS27	Kastamonu	Taşköprü	Çaykirpi	570 m	41°28'11.29"K 34°09'04.71"D
KAS28	Kastamonu	Taşköprü	Çaykirpi	590 m	41°27'52.91"K 34°09'02.14"D
KAS29	Kastamonu	Taşköprü	Çaykirpi	590 m	41°27'56.00"K 34°09'20.00"D
KAS30	Kastamonu	Taşköprü	Çavundur	660 m	41°28'10.25"K 33°58'55.39"D
KAS31	Kastamonu	Taşköprü	Çavundur	670 m	41°28'05.04"K 33°58'53.76"D

Örnek No	İl	İlçe	Köy / Kasaba	Rakım	Koordinat
KAS32	Kastamonu	Taşköprü	Çavundur	680 m	41°27'52.83"K 33°58'53.03"D
KAS33	Kastamonu	Taşköprü	Uzunkavak	630 m	41°29'18.25"K 33°59'28.06"D
KAS34	Kastamonu	Taşköprü	Akdeğirmen	700 m	41°27'53.00"K 34°02'23.00"D
KAS35	Kastamonu	Taşköprü	Yeşilyurt	690 m	41°27'57.76"K 34°02'52.09"D
KAS36	Kastamonu	Taşköprü	Yeşilyurt	660 m	41°27'53.45"K 34°03'01.78"D
KAS37	Kastamonu	Taşköprü	Yeşilyurt	670 m	41°27'57.45"K 34°03'34.92"D
KAS38	Kastamonu	Taşköprü	Alamaşişli	620 m	41°28'57.02"K 34°07'22.41"D

3.2. Toprak ve Bitki Örneklerinden Nematodların Elde Edilmesi

Bitki ve toprak örneklerinden hareketli nematodların elde edilmesi amacıyla Baermann Huni Yöntemi'nin geliştirilmiş biçimi olan ''Petri Yöntemi'' kullanılmıştır (Hooper, 1986). Bu amaçla12 cm çapında, 2 cm yüksekliğinde plastik petriler kullanılmıştır. Eleklerin yüzeyine bir çift filtre kâğıdı konulduktan sonra, toprak örnekleri için her örnekleme alanından getirilen toprak dikkatli bir şekilde karıştırılarak alınan 50 ml (100 g) ait örnek filtre kâğıdının üzerine yerleştirilmiştir. Petri kutularının içerisine elekte bulunan topraklar ıslanıncaya kadar su ilave edilmiştir. Bitki örnekleri için ise alınan sarımsak bitkileri yumruları bıçak ile kesilerek ayrı petri kutularına yerleştirilmiştir. Bu şekilde 48 saat içerisinde toprak ve bitki numunelerinde bulunan nematodların petri kutusundaki suya geçmesi sağlanmıştır. Bu süre sonunda petri kutusunda içerisinde su 100 ml'lik mezürlere aktarılmış ve nematodların suyun tabanına çökmesi amacıyla 4-6 saat bekletilmiştir. Daha sonra mezürün dip kısmındakalan 10 ml.'lik nematod süspansiyonu 15 ml'lik falcon tüpe aktarılmıştır. En az iki saat bekletilen süspansiyondan pastör pipetiyle çekilerek 1 ml'ye azaltılmıştır. Örnek içerisinden alınan 50 µl nematod süspansiyonu lam üzerine yerleştirilerek incelenmiştir. Elde edilen nematod sayıları her bir cins için 20 ile çarpılarak 100 g topraktan ve bir bitkiden gelen 1 ml nematod süspansiyonu içindeki toplam nematod sayısı hesaplanmıştır. Soğan sak nematodu ile bulaşık olan sarımsak bitkilerinden elde edilen bireyler sayımlar yapıldıktan sonra havuç kültürü yöntemiyle saf kültürünün elde edilmesi için kullanılmıştır.



Şekil 3.7. Nematodların elde edilmesi amacıyla kullanılan ‘‘Petri Yöntemi’’

3.3. Nematodların Daimi Preparatlarının Yapılması

Ön teşhiste önemli görülen gruplar tür teşhisi amacıyla toplanarak fiksasyonu ve daimi preparatları yapılmıştır. Bu amaçla toprak örneklerinden elde edilen nematodlar etüvde 60°C'de 5 dakika bekletilip öldürülerek ve TAF çözeltisi (7 ml formalin (%40 formaldehyd) + 2 ml triethanolamin + 91 ml saf su) içerisinde fikse edilmiştir (Hooper, 1986). Fikse edilen nematodlar Seinhorst (1959) yöntemine göre gliserin içerisine alınmıştır. Bunun için nematodlar ilk önce 20 kısım etanol (%96), 1 kısım gliserin ve 79 kısım saf sudan oluşan birinci çözeltiye aktarılarak 35-40 °C'de 12 saat bekletilmiştir. Daha sonra ise 5 kısım gliserin ve 95 kısım ethanol (%96) içeren ikinci çözeltiye alınmıştır. Burada da 40 °C'de 3 saat tutulduktan sonra sıvı içerisindeki suyun tamamının çekilmesi amacıyla desikatör içinde bir süre bekletilmiştir. Bu şekilde saf gliserin içerisine alınan nematodlar cinslerine göre ayrılarak lam üzerinde sabitleştirilerek tür teşhisine hazır duruma getirilmiştir. Daimi preparatların yapımında kullanılan lamlar üzerine balmumu yüzük (Wax-ring) yöntemi uygulanarak hazırlanmıştır. Fikse edilen nematodlar bir damla gliserin içerisine her preparata yaklaşık 10 nematod gelecek şekilde aktarılmış ve daimi preparatları yapılmıştır (Hooper 1986).

3.4. Bitki Paraziti Nematodların Morfolojik ve Morfometrik Tür Teşhisleri

Nematodların teşhislerinde büyük önem taşıyan morfometrik ve allometrik ölçümler Siddiqi (2000)'den alınan ve aşağıda verilen standart formüllere göre hesaplanmıştır. "L" değeri dışındaki ölçümler "µm" olarak alınmıştır.

n = Ölçümü yapılan nematod sayısı

L = Vücudun tüm uzunluğu (mm)

a = Vücut uzunluğu ÷ vücudun en geniş yeri

b = Vücut uzunluğu ÷ Oesaphagus'un barsağa geçiş bölgesi ile vücudun en önucu arasındaki uzaklık

b'= Vücut uzunluğu ÷ Oesaphagal bezlerin posteriör ucu ile vücudun en önucu arasındaki uzaklık

c = Vücut uzunluğu ÷ kuyruk uzunluğu

c' = Kuyruk uzunluğu ÷ Anüsteki vücut genişliği

%m = Stiletin ön kısmının uzunluğu x 100 ÷ stiletin tüm uzunluğu

%MB = Vücudun en önucu ile median bulb merkezi arasındaki uzaklık x 100 ÷ Oesaphagus' un tüm uzunluğu

O = Dorsal oesophagal bez açıklığının stilet tokmaklarına uzaklığı x 100 ÷ stiletin tüm uzunluğu

Liban: Baş bölgesindeki annüllerin sayısı

Stilet: Stiletin ön ucundan tabana kadar olan tüm uzunluğu

Kuyruk: Anüsten kuyruk ucuna kadar olan uzunluk

Ran: Anüsten kuyruk ucuna kadar olan annüllerin sayısı

Dişiler için:

%V = Vücudun ön ucu ile vulva arasındaki uzaklık x 100 ÷ vücudun tüm uzunluğu

%V' = Vücudun ön ucu ile vulva arasındaki uzaklık x 100 ÷ vücudun ön ucu ile anüs arasındaki uzaklık

VL/VB = Vulvanın posteriör uc ile vulva arasındaki uzaklık ÷ vücudun ön ucu ile vulva arasındaki uzaklık

G1 = Ön ovariumun uzunluğu x 100 ÷ vücudun tüm uzunluğu

G2 = Arka ovariumun uzunluğu x 100 ÷ vücudun tüm uzunluğu

T/VA = Kuyruk uzunluğu ÷ vulva ile anüs arasındaki uzaklık

Erkekler için:

%T = Cloaca ile testis sonu arasındaki uzaklık x 100 ÷ vücudun tüm uzunluğu

Spic = Spicule uzunluğu

Gub = Gubernaculum uzunluğu

Türlerin teşhisi için yapılan fotoğraf çekimlerinde Leica 500 model ışık mikroskobu, fotoğraf çekimlerinde ve ölçümlerde Leica Application Suite (LAS) programı kullanılmıştır. Ölçümler yoğunluğu yüksek bulunan türler için 20'şer adet dişi ve erkek birey üzerinden, düşük yoğunluktaki türler için mevcut ergin birey sayısı üzerinden yapılmıştır.

Çalışma sonucu saptanan Tylenchida takımına bağlı nematod türlerinin taksonomideki yerleri ve sinonimleri Siddiqi (2000)'ye göre, Aphelenchida takımına bağlı nematod türlerinin taksonomideki yerleri ve sinonimleri Hunt (1993)'a göre verilmiştir. Tür teşhisleri dişi bireyler esas alınarak Prof. Dr. İ. Halil ELEKCİOĞLU (Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Adana) tarafından yapılmıştır.

3.5. Soğan Sak Nematodunun Moleküler Tür Teşhisi

Sarımsak bitkilerinden ve toprak örneklerinden morfolojik olarak *Ditylenchus* spp. olarak teşhis edilerek her bir örnekten en az 5 adet nematod 1 ml'lik PCR tüpleri içerisinde toplanmıştır. Örnekler 30 °C'de bekletilerek suyu uzaklaştırılmış ve Holterman ve ark. (2006)'ın DNA ekstraksiyonu protokolüne göre DNA'ları ekstrakte edilmiştir. Elde edilen DNA örnekleri türe özgü 9 adet SSR ve SCAR primeri (**PF1 PR1, PF2 PR2, DdpS1 rDNA2, DitNF1 rDNA2, DipU R DipU F, 18S 26S, DIT5 F DIT5 R, DIT2 F DIT2 R, DipU F Dip1 R**) ile PCR işlemi ile çoğaltılmıştır. Her bir primer için beklenen baz büyüklüğünde bantların agaroz jel üzerinde gözlenmesi ile *D. dipsaci* teşhis edilmiştir. Çalışmada kullanılanılan SSR ve SCAR primerlerine ait dizi bilgileri çizelge 3.3.'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Çalışmada kullanılan SSR ve SCAR primerlerine ait dizi bilgileri

Primer Adı	Primer Dizisi (5'--- 3')	*D. dipsaci*'de Beklenen Bant Büyüklüğü (bç)	Hedef Bölge	Kaynak Makale
PF1 PR1	5′-AACGGCTCTGTTGGCTTCTAT-3 5′-ATTTACGACCCTGAGCCAGAT-3′	327 bp	ITS bölgelerini çevreleyen	Marek ve ark., 2005
PF2 PR2	5′-TCGCGAGAATCAATGAGTACC-3′ 5′-AATAGCCAGTCGATTCCGTCT-3′	396 bp	ITS bölgelerini çevreleyen	Marek ve ark., 2005
DdpS1 rDNA2	5′-TGGCTGCGTTGAAGAGAACT-3′ 5′-TTTCACTCGCCGTTACTAAGG-3′	517 bç	5.8S rDNA	Vrain ve ark., 1992
DitNF1 rDNA2	5′-TTATGACAAATTCATGGCGG-3′ 5′-TTTCACTCGCCGTTCTAAGG-3′	263 bç	18S ve ITS1	Vrain ve ark., 1992
DipU F DipU R	5'-CCCATTTTTGAACTTTTTTACAAG-3' 5'-CTAGATTAGCAAAGACGTATATC-3'	333 bç	ITS bölgelerini çevreleyen	Vovlas ve ark., 2011
18S 26S	5'-TTGATTAGGTCCCTGCCCTTT-3' 5'-TTTCACTCGCCGTTACTAAGG-3'	967 bç	ITS1-5.8S-ITS2	Marek ve ark., 2010
DIT5 F DIT5 R	5′-GAAAACCAAAGAGGCCGTAAC-3′ 5′-ACCTGATTCTGTACGGTGCAA-3′	245 bç	ITS bölgelerini çevreleyen	Zouhar ve ark., 2007
DIT2 F DIT2 R	5′-GCAATGCACAGGTGGATAAAG-3′ 5′-CTGTCTGTGATTTCACGGTAGAC-3′	325 bç	ITS bölgelerini çevreleyen	Zouhar ve ark., 2007
DipU F Dip1 R	5'-CCCATTTTTGAACTTTTTTACAAG-3' 5'-GAAAAGCACCCAACCAGTACC-3'	256 bç	ITS1-ITS2	Marek ve ark., 2010

Polimeraz Zincir Reaksiyonlarında PF1-PR1 primer seti için Dream *Tag* Green MM (Thermo, K1081), diğer primerler için ise *Tag* polimeraz (Thermo, EP0402) enzimleri kullanılmıştır. PZR ısı döngüleri ve miktarları kaynak makaleler referans alınarak optimize edilerek ayarlanmıştır (Vrain ve ark., 1992; Marek ve ark.,

2005; Zouhar ve ark., 2007; Vovlas ve ark., 2011) (Çizelge 3.4). PCR işleminde negatif kontrol (NK) olarak DNA yerine su, pozitif kontrol (PK) olarak ise *Ditylenchus dipsaci* olduğu bilinen önceden hazırlanmış havuç kültürlerinden temin edilen örnekler kullanılmıştır. PCR işlemi, BIO-RAD C1000 Touch Thermal Cycler kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

PCR ürünlerinin elektroforezi %1'lik agaroz jellerde UV ışık altında Sambrook ve ark.(1989) tarafından belirtilen standart yöntemlere göre gerçekleştirilmiştir. PCR ürünlerinin yürütülmesinde Thermo Scientific EC 1000 XL Power Supply Elektroforez Sistemi, PCR ürünlerinin yürütüldüğü jellerin görüntülenmesinde ise BIO-RAD ChemiDOC MP görüntüleme sistemi kullanılmıştır.

Çizelge 3.4. Çalışmada kullanılan primerlere ait PCR koşulları

Primer Adı	PCR Döngüsü	PCR Karışımı (1x)
PF1 **PR1**	94℃ 3 dk 94℃ 2 dk 62℃ 30 sn 72℃ 2 dk 72℃ 10 dk 30 döngü	7,5 µL Dream Tag 0,5 µL Primer F-R 13,5 µL ddH_2O 3 µL DNA
PF2 **PR2**	94℃ 3 dk 94℃ 2 dk 63℃ 30 sn 72℃ 2 dk 72℃ 10 dk 30 döngü	2,5 µL 10X Tag Buffer with KCL 2 µL $MgCl_2$ 2 µL dNTP 0,25 µL Primer F-R 0,3 µL *Tag* 14,7 µL ddH_2O 3 µL DNA
DdpS1 **rDNA2**	94℃ 1 dk 94℃ 30 dk 60℃ 30 sn 72℃ 45 sn 72℃ 10 dk 40 döngü	2 µL 10X Tag Buffer with KCL 1,2 µL $MgCl_2$ 1,6 µL dNTP 1,5 µL Primer F 0,2 µL *Tag* 10 µL ddH_2O 3 µL DNA
DitNF1 **rDNA2**	94℃ 4 dk 94℃ 15 sn 57℃ 30 sn 72℃ 30 sn 72℃ 10 dk 35 döngü	2,5 µL 10X Tag Buffer with KCL 1,5 µL $MgCl_2$ 2 µL dNTP 0,15 µL Primer F-R 0,4 µL *Tag* 15,3 µL ddH_2O 3 µL DNA
DipU F **DipU R**	95℃ 11 dk 95℃ 45 sn 55℃ 30 sn 72℃ 1 dk 72℃ 5 dk 45 döngü	2,2 µL 10X Tag Buffer with KCL 2,2 µL $MgCl_2$ 1,76 µL dNTP 0,22 µL Primer F-R 0,44 µL *Tag* 14,96 µL ddH_2O 3 µL DNA
18S **26S**	94℃ 2 dk 94℃ 30 dk 60℃ 20 sn 72℃ 1 dk 72℃ 7 dk 30 döngü	2,2 µL 10X Tag Buffer with KCL 2,2 µL $MgCl_2$ 1,76 µL dNTP 0,22 µL Primer F-R 0,44 µL *Tag* 14,96 µL ddH_2O 3 µL DNA
DIT5 F **DIT5 R**	94℃ 3 dk 94℃ 1 dk 58.7℃ 1 dk	2,5 µL 10X Tag Buffer with KCL 2,5 µL $MgCl_2$ 2,2 µL dNTP

		72℃ 90 sn 72℃ 10 dk 35 döngü	0,30 µL Primer F-R 0,5 µL *Tag* 13,7 µL ddH_2O 3 µL DNA
DIT2 F **DIT2 R**	sn	94℃ 3 dk 95℃ 1 dk 58.7℃ 45 72℃ 1 dk 72℃ 10 dk 30 döngü	2,5 µL 10X Tag Buffer with KCL 2,5 µL $MgCl_2$ 2,2 µL dNTP 0,30 µL Primer F-R 0,5 µL *Tag* 13,7 µL ddH_2O 3 µL DNA
DipU F **Dip1 R**		95℃ 11 dk 95℃ 45 sn 55℃ 30 sn 72℃ 1 dk 72℃ 5 dk 45 döngü	2,2 µL 10X Tag Buffer with KCL 2,2 µL $MgCl_2$ 1,76 µL dNTP 0,22 µL Primer F-R 0,44 µL *Tag* 14,96 µL ddH_2O 3 µL DNA

Elde edilen *D. dipsaci* populasyonlarının moleküler teşhisi Doç. Dr. Özlem ATEŞ SÖNMEZOĞLU (Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Biyomühendislik Anabilim Dalı, Karaman) tarafından gerçekleştirilmiştir.

3.6. Soğan Sak Nematodu'nun Havuç Kültürü Yöntemiyle Saf Kültürünün Elde Edilmesi ile Kitle Üretiminin Yapılması

Alınan örneklerden elde edilen soğan sak nematodlarının tür teşhisleri ve konukçu testleme çalışmaları için yeterli sayıda birey içermemektedir ve ayrıca saf populasyon şeklinde değildir. Bu nedenle nematodlar kültüre alınarak saf kültürlerini elde etmek amacıyla çoğaltılmıştır. Soğan sak nematodu, toprak örneklerinde çoğunlukla ilk gelişim aşamalarındaki larvalar olarak tespit edilmektedir ve topraktan elde edilen bireylerin kültüre alınmaları daha güç olduğu bildirilmektedir (Wright and Perry, 2006). Bu nedenle nematodun üretilmesi için bitki örneklerinden elde edilen nematodlar kullanılmıştır. Bu amaçla bitki örneklerinden elde edilen soğan sak nematodu bireyleri bir dişi ve bir erkek nematod mikropipet yardımıyla

bir miktar su içerisinde bir havuç diski üzerine gelecek şekilde aktarılmıştır. Steril havuç diskleri Chitambar (2003) ve Kühnhold ve ark., (2006) tarafından tarif edildiği şekilde hazırlanmıştır. Bu amaçla çeşme suyuyla yıkanarak süzdürülen havuçlar soyularak %97'lik alkol içerisinde 10-15 dakika bekletilmiştir. Bu süre sonunda alkol içinden çıkarılarak alevde yakılmış ve steril bir bıçak ile tekrar soyulmuştur. Daha sonra yaklaşık 1 cm çapında dilimlenerek petrilere birer birer yerleştirilmiştir (Şekil 3.8). Daha sonra Soğan sak nematodu bireylerinden bir dişi ve bir erkek birey olacak şekilde ayrılarak 1 cm kalınlığındaki havuç diskleri üzerine alınmış ve saf kültür elde edilmesi sağlanmıştır. Bu aşamalardan sonra nematodlar ile inokule edilerek karanlık koşullarda 19-20^{o}C' de etüvde inkübe edilmiştir. İki ile dört ay süre içerisinde üreme görülen diskler küçük parçalara ayrılarak taze steril havuç diskleri üzerine yerleştirilmiştir. Üreme gerçekleşen havuç disklerinden nematodlar ayrılarak konukçu tespiti ve dayanıklılık çalışmalarında kullanılmıştır. Saf kültürü elde edilen popülasyonların düzenli olarak havuç kültürüne inokulasyonları yapılarak kültürlerin devamı sağlanmıştır.



Şekil 3.8. Soğan sak nematodu'nun havuç kültürü yöntemiyle saf kültürünün elde edilmesi ile kitle üretimi ile ilgili görünümler

3.7. Konukçu Testleme Çalışmaları

Bölüm 3.6'da saf kültürü elde edilen populasyonlarının konukçuluk durumunu belirlemek üzere, soğan sak nematoduna karşı daha önceki çalışmalarda reaksiyonları denenmiş olan bitki türleri seçilmiştir (Janssen, 1994; Mennan, 2001; Douda, 2005). Buna göre konukçuluk durumunun tespiti için denemeye alınan bitki tür ve çeşitleri; buğday (Flamura 85), marul (Grise maraichere), nergis (Karaburun), nohut (Azkan), pırasa (İnegöl 92), sarımsak (Taşköprü 56), soğan (Kantartopu 3) ve yonca (Bilensoy)'dur.

Ülkemizde yoğun sarımsak üretimi yapılan Kastamonu, Kahramanmaraş, Gaziantep ve Adıyaman illerinden elde edilen Soğan sak nematodu (*D. dipsaci*) popülasyonlarının konukçu testleme çalışmasında 4 lokasyondan elde edilen

nematod populasyonları kullanılmıştır. Nematodların elde edildiği lokasyon bilgileri Çizelge 3.5'te yer almaktadır.

Çizelge 3.5. Konukçu testlemesinde kullanılan nematod popülasyonlarının elde edildiği Coğrafi Bölge, İl, İlçe, Köy ve GPS koordinat değerleri

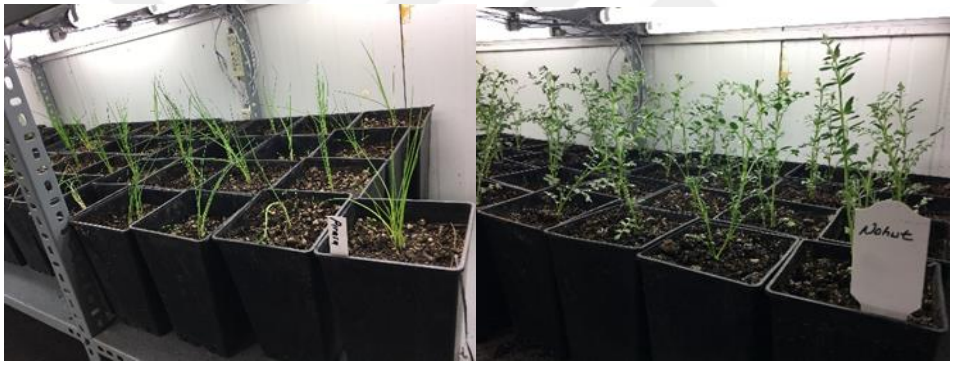
Popülasyon No	Coğrafi Bölge	İl	İlçe	Köy	Enlem	Boylam
KAH2	Akdeniz	Kahramanmaraş	Pazarcık	Narlı/Karaçay	37°22'13.96"K	37°07'54.63"D
GAZ4	Güneydoğu Anadolu	Gaziantep	Oğuzeli	Koçaklar	36°52'57.73"K	37°31'57.40"D
ADY1	Güneydoğu Anadolu	Adıyaman	Tut	Yeşilyurt	37°44'55.55"K	38°01'08.55"D
KAS9	Karadeniz	Kastamonu	Taşköprü	Vakıfbelören	41°30'07.37"K	34°15'01.19"D

Konukçu testleme çalışmaları büyütme dolabında nematod gelişimi için uygun sıcaklık olan 20-25 °C'de, 16 saat aydınlık ve %70-80 nem koşullarında gerçekleştirilmiştir. Denemede bitki yetiştirme ortamı olarak steril edilmiş kum, tarla toprağı, ve çiftlik gübresi 70: 29: 1 oranında karıştırılarak 4 tekerrürlü olarak 12.5×20×12.5cm boyutlarındaki saksılara doldurulmuştur. Ekimden 4 hafta sonra her bitkinin yaprak koltuğuna 200 adet nematod içeren 10 µl %1'lik CMC (karboksimetil selüloz) solüsyonu damlatılarak nematodlar bulaştırılmıştır (Kühnhold ve ark. 2006). Bitkiler nematod inokulasyonundan 6 hafta sonra hasat edilerek değerlendirilmiştir. Bitki türlerinin Soğan sak nematodu'na karşı konukçuluk özelliklerinin belirlenmesinde; hasatta bitkilerde görülen Soğan sak nematodu zarar belirtileri ve nematodun üreme oranı kullanılmıştır. Üreme oranını belirlemek için hasatta bitki başına elde edilen nematod sayısı başlangıçta bitkiye verilen 200 nematoda bölünmüştür. Nematodların bitki içine girip üreyebildiği bitkiler (üreme oranı 1'den büyük) iyi konukçu, girip üremeyenler (üreme oranı 1 ve altında) zayıf konukçu ve hiç giremeyenler (hiç nematod yok) konukçu olmayan

olarak sınıflandırılmıştır (Mennan, 2001; Douda, 2005). Bitki türlerinin bitki büyütme odasında gelişim aşamaları şekil 3.9-3.12' de gösterilmiştir.



Şekil 3.9. Sarımsak ve yonca bitkilerinde konukçu testleme çalışmaları



Şekil 3.10. Pırasa ve nohut bitkilerinde konukçu testleme çalışmaları



Şekil 3.11. Soğan ve buğday bitkilerinde konukçu testleme çalışmaları



Şekil 3.12. Marul ve nergis bitkilerinde konukçu testleme çalışmaları

3.8. Dayanıklılık Çalışmaları

Deneme Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü' nde saksı denemesi şeklinde faktöriyel (4 nematod negatif, 4 nematod pozitif) tesadüf parselleri deneme desenine göre 44 genotip (Çizelge 3.6) ve 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Bitkilerin dikiminden dört hafta sonra havuç kültüründen elde edilen 200 adet ikinci dönem Soğan sak nematodu sarımsak ırkına ait larvalar saksılara inokule edilmiştir (Şekil 3.13). Denemede bitkiler 18-25 ºC'de 8 saat karanlık ve 16 saat aydınlatma ışığı altında yetiştirilerek hasat edilmiştir.



Şekil 3.13. Soğan sak nematodu larvalarının inokulasyon görüntüleri

Dayanıklılık çalışmasında nematodun üreme oranları, denemeye alınan genotiplerin reaksiyonları ile bazı bitki gelişim parametreleri dikkate alınmıştır.

Denemede her bir bitki genotipi için üreme oranı (Rf): Sonuç popülasyonu (Pf)/ başlangıç popülasyonu (Pi) olarak hesaplanmıştır.

Nematodun bitkide zarar durumunu belirlemede aşağıdaki bitki parametrelerine bakılmıştır.

-Bitki Boyu (cm) : Her saksıdaki tüm bitkiler toprak seviyesinden itibaren yaprağın en uç noktasına kadar cm olarak ölçülmüştür.

-Baş Ağırlığı (g) : Saksılardan hasat edilen bitkiler kurutulduktan sonra baş kısmı yalancı gövde kısmından ayrılarak hassas terazi ile baş kısmının tartılması ile bulunmuştur.

-Baş Boyu ve Baş Çapı (mm) : Her saksıdan hasat edilen tüm başların boyları ve en geniş kısmından çapları dijital kumpas yardımı ile ölçülerek baş boyu ve baş çapı ölçüleri bulunmuştur.

Dayanıklılık denemesinde sarımsak genotiplerine ait bulaşık ve kontrol bitkilerine ait görüntüler şekil 3.14'de verilmiştir.



Şekil 3.14. Sarımsak genotiplerinin Soğan sak nematodu ile bulaşık ve kontrol bitkilerine ait görüntüler

Çizelge 3.6. Soğan sak nematoduna karşı dayanıklılık durumları için incelenen sarımsak genotipleri

MUTANT KLONLAR		POPULASYONLAR		DOĞADAN TOPLANAN VE KÜLTÜRE ALINAN TÜRLER	
1	2-39/6	**11**	Reis 10	**43**	Tunceli Sarımsağı (*Allium tuncelianum* (Kollman), N. Özhatay, D. Matthew, Şiraneci
2	2-78/11	**12**	Kütahya Beyazı 2017	**44**	Kaya Sarımsağı (*Allium macrochaetum*) Boiss. et Hausskn.
3	2-01/6	**13**	Seleksiyon 13		
4	1-27/6	**14**	Muğla 6		
5	2-6/12	**15**	Muğla 3		
6	2-20/4	**16**	Seleksiyon 10		
7	2-65/5	**17**	Kahramanmaraş		
8	3-64/3	**18**	Muğla 1		
9	2-34/9	**19**	Germencik		
10	2-34/2	**20**	Sabahattin Ufuk		
		21	Kütahya Pembesi 2017		
		22	Gaziantep/Araban		
		23	Muğla 7		
		24	Seleksiyon 4		
		25	Burgaz 3		
		26	Muğla 4		
		27	Adıyaman Beşir		
		28	Seleksiyon 11		
		29	Seleksiyon 137		
		30	Seleksiyon 8		
		31	Seleksiyon 3		
		32	Adil Alay		
		33	Seleksiyon 40		
		34	Germiyan		
		35	K-6 Taşköprü		
		36	Muğla 5		
		37	A. Karahisar		
		38	Balıkesir		
		39	Seleksiyon 63		
		40	Kula		
		41	Taşköprü 56		
		42	Alata 1		

3.9. Verilerin İstatistiksel Analizi

Çalışmada kullanılan Soğan sak nematodu KAH2, GAZ4, ADY1 ve KAS9 popülasyonlarının buğday, nohut, nergis, sarımsak, soğan ve yonca bitkilerindeki üreme faktörlerine ait değerler tek yönlü varyans analizi (oneway ANOVA) uygulanmıştır. Varyans analizi sonucunda karakterler arasında farklılık görülmüş ise, bu farklılıkları önem derecelerine göre sıralanmalarını bulmak için Tukey testinden yararlanılmıştır. Comparison biplot analizi, nematod popülasyonlarının konukçu bitkiler üzerindeki üreme faktörleri açısından Soğan sak nematodu popülasyonları ile konukçular arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla GenStat (14 ed.) paket programında yapılmıştır.

Dayanıklılık denemesinde; KAS9 popülasyonunun 44 sarımsak genotipi üzerindeki üreme faktörlerine ve sarımsak genotiplerinin bitki boyu, baş boyu, baş çapı, baş ağırlığının nematodlu ve nematodsuz uygulamalarından elde edilen değerlere tek yönlü varyans analizi (oneway ANOVA) uygulanmıştır. Varyans analizi sonucunda karakterler arasında farklılık görülmüş ise, bu farklılıkları önem derecelerine göre sıralanmalarını bulmak için LSD testinden yararlanılmıştır. Soğan sak nematodu'nun sarımsak genotiplerinin gelişimine olan etkisiyle ilgili olarak elde edilen verilere karekök transformasyonu yapıldıktan sonra karakterler; çeşit bazında ikili (bulaşık ve temiz) olarak "t" testi ile karşılaştırılmıştır. Tüm istatistiksel analizler JMP 13 paket programı yardımıyla yürütülmüştür.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Ülkemizde Kastamonu, Kahramanmaraş, Gaziantep, Balıkesir ve Aksaray İlleri sarımsak üretim alanlarında 2017-2018 yıllarında yürütülen bu çalışmada; Tylenchida takımının Tylenchina ve Hoplolaimina alttakımlarına bağlı Tylenchoidea, Anguinoidea, Hoplolaimoidea ve Dolichodoridea üstfamilyalarından 5 familya, 7 altfamilya ve 10 cinse bağlı 16 tür. Aphelenchida takımının Aphelenchina alttakımına bağlı Aphelenchoidea üstfamilyasından 1 familya, 1 altfamilya ve 1 cinse bağlı 1 tür olmak üzere toplam 17 bitki paraziti nematod türü saptanmıştır.

Çalışmada saptanan en yaygın türler Tylenchida takımında *Ditylenchus dipsaci, Helicotylenchus digonicus, Merlinius brevidens, Pratylenchoides alkani* ve *Merlinius microdorus*; Aphelenchida takımında ise *Aphelenchus avenae* olarak tespit edilmiştir. Çalışmada teşhis edilen bitki paraziti türler sistematik sınıflandırması ile birlikte sırasıyla aşağıda sununlmuştur.

Bu türler ve taksonomik yerleri şöyledir;

Takım: Tylenchida Thorne, 1949
Alttakım: Tylenchina Chitwood in Chitwood and Chitwood, 1950
Üstfamilya: Tylenchoidea Örley, 1880
Familya: Tylenchidae Örley, 1880
Altfamilya: Tylenchinae Örley, 1880
Cins: ***Filenchus*** Andrassy, 1954 (Meyl, 1961)
Filenchus thornei (Andrassy, 1954) Andrassy, 1963
Aratakım: Anguinata Siddiqi, 2000
Üstfamilya: Anguinoidea Nicoll, 1935 (1926)
Familya: Anguinidae Nicoll, 1935 (1926)

Altfamilya: Anguininae Nicoll, 1935 (1926)

Cins: ***Ditylenchus*** Filipjev, 1936

Ditylenchus dipsaci (Kühn, 1857) Filipjev, 1936

Alttakım: Hoplolaimina Chizhov and Berezina, 1988

Üstfamilya: Hoplolaimoidea Filipjev, 1934 (Paramonov, 1967)

Familya: Hoplolaimidae Filipjev, 1934 (Wieser, 1953)

Altfamilya: Hoplolaiminae Filipjev, 1934

Cins: ***Helicotylenchus*** Steiner, 1945

Helicotylenchus digonicus Perry in Perry, Darling and Thorne, 1959

Helicotylenchus dihystera (Cobb, 1893) Sher, 1961

Helicotylenchus multicinctus (Cobb, 1893) Golden, 1956

Helicotylenchus oleae Inserra et al., 1979

Altfamilya: Rotylenchoidinae Whitehead, 1958

Cins: ***Rotylenchus*** Filipjev, 1936

Rotylenchus cypriensis Antoniou, 1980

Familya: Pratylenchidae Thorne, 1949 (Siddiqi, 1963)

Altfamilya: Pratylenchinae Thorne, 1949

Cins: ***Pratylenchus*** Filipjev, 1936

Pratylenchus neglectus (Rensch, 1924) Filipjev and Schuurmans Stekhoven, 1941

Pratylenchus thornei Sher and Allen, 1953

Cins: ***Zygotylenchus*** Siddiqi, 1963

Zygotylenchus guevarai (Tobar Jimenez, 1963) Braun and Loof, 1966

Altfamilya: Radopholinae Allen and Sher, 1967

Cins: ***Pratylenchoides*** Winslow, 1958

Pratylenchoides alkani Yüksel, 1977

Pratylenchoides variabilis Sher, 1970

Üstfamilya: Dolichodoroidea Chitwood, 1950

Familya: Belonolaimidae Whitehead,1960

Altfamilya: Telotylenchinae Siddiqi, 1960

Cins: ***Paratrophurus*** Arias, 1970

Paratrophurus acristylus, Siddiqi and Siddiqui, 1983

Cins: ***Trophurus*** Loof, 1956

Trophurus imperialis Loof, 1956

Altfamilya: Merliniinae Siddiqi, 1971

Cins: ***Merlinius***Siddiqi, 1970

Merlinius brevidens (Allen, 1955) Siddiqi, 1970

Merlinius microdorus (Geraert, 1966) Siddiqi, 1970

Takım: Aphelenchida Siddiqi, 1980

Alttakım: Aphelenchina Geraert, 1966

Üstfamilya: Aphelenchoidea Fuchs, 1937 (Thorne, 1949)

Familya: Aphelenchidae Fuchs, 1937 (Steiner, 1949)

Altfamilya: Aphelenchinae Fuchs, 1937

Cins: ***Aphelenchus*** Bastian, 1865

Aphelenchus avenae Bastian, 1865

Sistematikteki yerleri verilen Tylenchida ve Aphelenchida takımlarına ait nematodların tür düzeyinde teşhisleri yapılarak tanımlanmıştır.

4.1. Soğan Sak Nematodu (*Ditylenchus dipsaci*)'nun, (Kühn, 1857) Filipjev, 1936 Sinonimleri, Sistematik Sınıflandırması ve Morfolojisi

Sinonimleri: *Anguillula dipsaci* Kühn, 1857; *Anguillulina dipsaci* (Kühn) Gervais and Van Beneden, 1859; *Tylenchus dipsaci* (Kühn) Bastian, 1865; *Anguillulina dipsaci* var. *allocotus* Steiner, 1934; *Ditylenchus allocatus* (Steiner) Filipjev and Schuurmans Stekhoven, 1941; *Anguillulina dipsaci* var. *communis*

Steiner and Scott, 1935; *Ditylenchus dipsaci* var. *narcissi* de Bruyn Ouboter, 1930; *Anguillula devastatrix* Kühn, 1869; *Tylenchus devastatrix* (Kühn) Örley, 1880; *Anguillulina devastatrix* (Kühn) Neveu-Lemaire, 1913; *Ditylenchus devastatrix* (Kühn) Tarjan, 1960; *Anguillula secalis* Nitschke, 1868; *Anguillulina secalis* (Nitschke) Goodey, 1932; *Ditylenchus secalis* (Nitschke) Siddiqi, 1986; *Tylenchus allii* Beijerinck, 1883; *Ditylenchus allii* (Beijerinck) Tarjan, 1960; *Tylenchus havensteinii* Kühn, 1881; *Anguillulina havensteinii* (Kühn) Goodey, 1932; *Ditylenchus havensteinii* (Kühn) Siddiqi, 1986; *Tylenchus hyacinthi* Prillieux, 1881; *Anguillulina hyacinthi* (Prillieux) Goodey, 1932; *Ditylenchus hyacinthi* (Prillieux) Filipjev and Schuurmans Stekhoven, 1941; *Tylenchus putrefaciens* Kühn, 1879; *Anguillulina putrefaciens* (Kühn) Braun, 1895; *Ditylenchus putrefaciens* (Kühn) Tarjan, 1967; *Ditylenchus dipsaci falcariae* Poghossian, 1967; *Ditylenchus fragarie* Kirjanova, 1951; *Tylenchus dipsaci* var. *tobaensis* Schneider, 1937; *Ditylenchus dipsaci* var. *tobaensis* (Schneider) Kirjanova, 1951; *Ditylenchus tobaensis* (Schneider) Kirjanova, 1951; *Ditylenchus phloxidis* Kirjanova, 1951; *Ditylenchus sonchophila* Kirjanova in Paramonov, 1970; *Ditylenchus galeophidis* Teploukhova in Paramonov, 1970

Sistematik sınıflandırması: Tylenchida; Tylenchina; Anguinoidae Nicol, 1935 (1926); Anguinidae Nicol, 1935 (1926); Anguininae Nicol, 1935 (1926); *Ditylenchus* Filipjev, 1936; *Ditylenchus dipsaci* (Kühn, 1857) Filipjev, 1936

Morfolojisi: Dişi; Vücut fiksasyon sonucu düz bir şekil almaktadır. Vücut üzerinde enine şeritler bulunmaktadır. Baş bölgesi annülsüzdür ve vücutla boğum oluşturmaz. Lateral alan 4 çizgilidir. Dieridler boyun kısmına yakın yerde yer almaktadır. Stilet zayıf yapıda olup 10-11 µm uzunluğundadır. Hemizonid boşaltım kanalının önünde yer almaktadır. Precorpus silindirik yapıdadır. Median bulb oval, kaslı ve valflidir. Basal bulb üç adet belirgin ve iki adet az belirgin çekirdeğe sahip olup barsak üzerine uzanmaz. İsthmus dar bir yapıda olup posteriore doğru genişlemektedir. Sinir halkası isthmusun tabanında yer almaktadır. Barsak çok

küçük kapakçık ile özefagus lumenine bağlanmaktadır. Boşaltım deliği basal bulbun anteriörü hizasındadır. Ovaryler prodelphic yapıda olup kıvrılma göstermezler. Ovaryler median esophageal bulb ve genellikle de basal bulba kadar uzanmaktadır. Post vulval uterine sac vulva anüs arasındaki mesafenin 1/2'si kadar uzunluğundadır. Spermatheka uzun bir yapıdadır. Kuyruk uca doğru sivrilmektedir. Phasmidler nadiren görülmektedir.

Çalışmada bulunan bireyler morfolojik ve morfometrik parametreler bakımından Blake (1962), Sturhan ve Brzeski (1991), Kepenekci (1999), Chizhov ve ark. (2010), Mallow ve ark. (2012), Tenuta ve ark. (2014) ve Yavuzaslanoğlu ve ark. (2019)'nın populasyon tanımlamalarına uymaktadır (Çizelge 4.1.).

Çizelge 4.1. Çalışmada bulunan soğan sak nematodu bireylerinin ve farklı çalışmalarda saptanan bireylerin morfolojik ölçüm değerleri

	KAH2	GAZ4	ADY1	KAS9
n	20	20	20	20
L (mm)	1,12±0,01 (1,10-1,13)	1,26±0,04 (1,20-1,31)	1,08±0,03 (1,02-1,13)	1,16±0,01 (1,14-1,18)
a	47,44±3,47 (40,41-52,56)	48,31±1,50 (45,60-51,44)	43,35±3,23 (38,26-48,41)	47,84±2,83 (42,38-52,24)
b	8,02±0,42 (7,12-8,68)	7,78±0,26 (7,41-8,14)	6,99±0,34 (6,28-7,62)	7,63±0,41 (6,89-8,14)
c	15,94±0,45 (15,19-16,70)	15,95±0,67 (14,70-17,33)	19,61±0,87 (18,49-22,00)	14,92±0,62 (13,54-15,80)
c'	5,40±0,46 (4,64-6,19)	5,67±0,44 (4,86-6,30)	4,20±0,30 (3,73-4,80)	5,21±0,36 (4,72-5,81)
Stilet (µm)	11,43±0,50 (10,58-12,12)	11,50±0,41 (10,58-12,03)	11,82±0,33 (11,02-12,24)	10,86±0,49 (10,14-11,86)
Kuyruk (µm)	70,15±2,18 (67,06-74,41)	79,36±2,58 (74,48-82,47)	54,88±2,24 (50,04-58,42)	77,84±3,63 (73,42-86,41)
% Vulva	82,65±0,78 (81,42-83,86)	79,35±0,87 (78,12-81,82)	81,17±1,12 (79,28-82,83)	80,61±0,91 (79,15-82,54)
	Blake, 1962	**Sturhan ve Brzeski, 1991**	**Kepenekçi, 1999**	**Mennan, 2001**
n	48	-	12	20
L (mm)	1,3 ± 0,009	1,1-2,2	0,65-0,87	1,25-1,27
a	62 ± 5,6	36,0-64,0	39,5-52,2	39,0-51,0
b	15 ± 1,4	6,5-12,0	5,6-7,2	8,41-8,70
c	14 ± 2,1	11,0-20,0	11,0-13,0	11,42-21,60
c'	-	3,0-6,0	4,09-4,81	-
Stilet (µm)	-	10,0-13,0	10,0-13,0	12,0-14,0
Kuyruk (µm)	-	49,0-59,0	45,0-53,0	-
% Vulva	80 ± 2,1	76,0-86,0	80,2-81,1	73,0-76,0
	Chizhov ve ark., 2010	**Mallow ve ark., 2012**	**Tenuta ve ark., 2014**	**Yavuzaslanoğlu ve ark., 2019**
n	3	6		20
L (mm)	1,2-1,7	1,4-1,6	1,53-1,57	0,78-1,28
a	31,3-45,5	38,0-44,0	45,0-63,0	37,59-50,26
b	6,4-8,2	5,8-8,0	6,1-6,3	5,45-6,69
c	13,5-19,5	14,0-17,0	17,3-17,4	12,54-18,44
c'	4,2-5,5	-	4,1-4,4	4,13-6,48
Stilet (µm)	10,0-12,0	11,5-12,3	7,5-9,8	9,37-10,51
Kuyruk (µm)	83,0-103,0	95,0-105,0	88,0-91,0	50,54-72,81
% Vulva	75,0-79,0	79,0-81,0	75,0-79,0	75,01-82,49

Çizelge 4.2. Sarımsakta Soğan-sak nematodunun morfolojik olarak teşhisinin yapıldığı lokasyonlar ve koordinat değerleri

Örnek No	İl	Içe	Köy	Rakım	Koordinat
BAL1	Balıkesir	Altıeylül	Pamukca	130 m	39°31'26.84"K 27°53'03.81"D
BAL5	Balıkesir	Altıeylül	Cinge	200 m	39°30'51.21"K 27°50'24.54"D
BAL6	Balıkesir	Altıeylül	Cinge	170 m	39°30'54.19"K 27°50'08.53"D
BAL11	Balıkesir	Savaştepe	Merkez	350 m	39°22'59.00"K 27°40'40.00"D
BAL23	Balıkesir	Altıeylül	Cinge	200 m	39°30'49.12"K 27°50'14.18"D
BAL24	Balıkesir	Altıeylül	Cinge	220 m	39°30'53.83"K 27°50'48.50"D
GAZ1	Gaziantep	Oğuzeli	Yakacık	640 m	36°55'03.41"K 37°32'05.73"D
GAZ2	Gaziantep	Oğuzeli	Yakacık	640 m	36°55'04.75"K 37°32'25.47"D
GAZ4	Gaziantep	Oğuzeli	Koçaklar	610 m	36°52'57.73"K 37°31'57.40"D
GAZ5	Gaziantep	Oğuzeli	Koçaklar	608 m	36°52'05.07"K 37°31'12.08"D
GAZ14	Gaziantep	Araban	Güllüce	570 m	37°27'20.92"K 37°35'20.02"D
GAZ18	Gaziantep	Oğuzeli	Koçaklar	610 m	36°51'55.00"K 37°31'32.84"D
GAZ20	Gaziantep	Oğuzeli	Yeniköy	610 m	36°51'52.31"K 37°31'49.25"D
GAZ23	Gaziantep	Yavuzeli	Göçmez	530 m	37°19'27.00"K 37°44'12.00"D
GAZ28	Gaziantep	Araban	Merkez	540 m	37°25'03.27"K 37°39'38.78"D
GAZ29	Gaziantep	Araban	Merkez	550 m	37°25'02.16"K 37°40'14.27"D
GAZ30	Gaziantep	Araban	Merkez	520 m	37°24'59.57"K 37°40'36.29"D
GAZ32	Gaziantep	Araban	Güllüce	570 m	37°26'53.74"K 37°33'11.72"D
GAZ33	Gaziantep	Araban	Güllüce	580 m	37°27'13.89"K 37°34'35.86"D
GAZ34	Gaziantep	Araban	Güllüce	580 m	37°27'12.82"K 37°34'22.34"D
KAH1	Kahramanmaraş	Dulkadiroğlu	Aksu	470 m	37°29'47.14"K 36°53'45.80"D
KAH2	Kahramanmaraş	Pazarcık	Narlı/Karaçay	590 m	37°22'13.96"K 37°07'54.63"D

Çizelge 4.2'nin devamı

KAH4	Kahramanmaraş	Pazarcık	Narlı/Karaçay	570 m	37°21'35.84"K 37°08'10.90"D
KAH11	Kahramanmaraş	Afşin	Koçovası	1580 m	38°29'59.98"K 36°55'55.06"D
KAH13	Kahramanmaraş	Afşin	Koçovası	1610 m	38°30'11.22"K 36°55'42.36"D
KAH14	Kahramanmaraş	Onikişubat	Yaylaüstü	970 m	37°35'10.68"K 36°34'10.79"D
KAH17	Kahramanmaraş	Onikişubat	Yaylaüstü	980 m	37°34'50.00"K 36°33'26.01"D
KAH18	Kahramanmaraş	Pazarcık	Aşağımülk	630 m	37°26'11.93"K 37°30'39.92"D
KAH22	Kahramanmaraş	Pazarcık	Narlı/Akçakoyunlu	600 m	37°20'58.83"K 37°08'59.28"D
KAS3	Kastamonu	Taşköprü	Afşar	770 m	41°34'08.00"K 34°07'39.65"D
KAS4	Kastamonu	Taşköprü	Donalar	740 m	41°33'57.33"K 34°05'56.82"D
KAS9	Kastamonu	Taşköprü	Vakıfbelören	650 m	41°30'07.37"K 34°15'01.19"D
KAS10	Kastamonu	Taşköprü	Vakıfbelören	690 m	41°29'40.67"K 34°15'58.89"D
KAS11	Kastamonu	Taşköprü	Yukarıçayırcık	560 m	41°29'56.72"K 34°09'28.62"D
KAS18	Kastamonu	Taşköprü	Vakıfbelören	660 m	41°29'55.96"K 34°15'20.42"D
KAS21	Kastamonu	Taşköprü	Vakıfbelören	630 m	41°29'40.86"K 34°14'58.42"D
KAS22	Kastamonu	Taşköprü	Vakıfbelören	660 m	41°29'37.12"K 34°14'28.07"D
KAS24	Kastamonu	Taşköprü	Çaykirpi	580 m	41°28'32.05"K 34°09'32.89"D
KAS25	Kastamonu	Taşköprü	Çaykirpi	580 m	41°28'18.42"K 34°09'30.90"D
KAS26	Kastamonu	Taşköprü	Çaykirpi	640 m	41°28'28.98"K 34°09'28.01"D
KAS32	Kastamonu	Taşköprü	Çavundur	680 m	41°27'52.83"K 33°58'53.03"D
KAS33	Kastamonu	Taşköprü	Uzunkavak	630 m	41°29'18.25"K 33°59'28.06"D
KAS34	Kastamonu	Taşköprü	Akdeğirmen	700 m	41°27'53.00"K 34°02'23.00"D

Çizelge 4.3. Sarımsakta Soğan sak nematodu ile bulaşık örnek sayısı ve bulaşıklık oranları(%)

İller	Toplam örnek Sayısı (adet)	Bulaşık örnek Sayısı (adet)	Bulaşıklık Oranı (%)
Aksaray	20	0	0
Balıkesir	24	6	25
Gaziantep	36	14	39
Kahramanmaraş	28	9	32
Kastamonu	38	14	37
Genel	**141**	**43**	**30**

Morfolojik olarak *Ditylenchus* spp. olarak belirlenen toplamda 22 lokasyondan alınan bitki ve toprak örneklerinden elde edilen 28 nematod örneğinin 9 adet *D. dipsaci* türüne özgü primer ile çoğaltılarak agaroz jel üzerinde yürütülmesiyle moleküler olarak teşhisleri yapılmıştır.

Örneklerin alındığı Kahramanmaraş ilinin Onikişubat, Afşin ve Pazarcık ilçesinde 4 lokasyonda, Gaziantep ilinin Araban, Oğuzeli ve Yavuzeli ilçesinde 7 lokasyonda, Adıyaman ilinin Tut ilçesinde bir lokasyonda, Balıkesir ilinin Altıeylül ilçesinde iki lokasyonda ve Kastamonu ilinin Taşköprü ilçesinde 5 lokasyonda olmak üzere toplamda 19 lokasyonda *D. dipsaci* moleküler olarak teşhis edilmiştir. Çalışılan primerler ile elde edilen sonuçlar çizelge 4.4'te sunulmuştur.

Çizelge 4.4. Soğan sak nematodunun PCR yöntemi ile moleküler tür teşhisi (1: *D. dipsaci* pozitif sonuç, 0: *D. dipsaci* negatif sonuç)

Örnek Kodu	İzolasyon materyali	İl	İlçe	GPS lokasyonu			PF1-PR1 (327 bç)	PF2-PR2 (396 bç)	DdPS1-rDNA2 (517bç)	DitFN1-rDNA2 (263 bç)	DipU-R-DipU-F (333 bç)	18S-26S (967 bç)	Dip1 R DipU F (256 bç)	DIT2 F DIT2 R (325 bç)	DIT5 F DIT5 R (245 bç)
KAH1	Toprak	Kahramanmaraş	Onikişubat	37°29'47.14"K	36°53'45.80"D	470 m	1	1	1	1	1	1	1	1	1
KAH4	Toprak	Kahramanmaraş	Pazarcık	37°21'35.84"K	37°08'10.90"D	570 m	1	1	1	1	1	1	1	1	1
KAH13	Toprak	Kahramanmaraş	Afşin	38°30'11.22"K	36°55'42.36"D	1610 m	1	1	1	1	1	1	1	1	1
KAH14	Toprak	Kahramanmaraş	Onikişubat	37°35'10.68"K	36°34'10.79"D	970 m	1	1	1	1	1	1	1	1	1
GAZ1	Toprak	Gaziantep	Araban	37°27'20.92"K	37°35'20.02"D	570 m	1	1	1	1	1	1	1	1	1
GAZ2	Toprak	Gaziantep	Oğuzeli	36°55'04.75"K	37°32'25.47"D	640 m	1	1	1	1	1	1	1	1	1
GAZ4	Bitki	Gaziantep	Oğuzeli	36°52'57.73"K	37°31'57.40"D	610 m	1	1	1	1	1	1	1	1	1
GAZ5	Toprak	Gaziantep	Oğuzeli	36°52'05.07"K	37°31'12.08"D	608 m	1	1	1	1	1	1	1	1	1
GAZ18	Bitki	Gaziantep	Oğuzeli	36°51'55.00"K	37°31'32.84"D	610 m	1	1	1	1	1	1	1	1	1
GAZ20	Bitki, Toprak	Gaziantep	Oğuzeli	36°51'52.31"K	37°31'49.25"D	610 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GAZ23	Toprak	Gaziantep	Yavuzeli	37°19'27.00"K	37°44'12.00"D	530 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ADY1	Toprak	Adıyaman	Tut	37°44'54.00"K	38°01'09.00"D	590 m	1	1	1	1	1	1	1	1	1
BAL1	Toprak	Balıkesir	Altıeylül	39°31'26.84"K	27°53'03.81"D	130 m	1	1	1	1	1	1	1	1	1
BAL6	Toprak	Balıkesir	Altıeylül	39°30'54.19"K	27°50'08.53"D	170 m	1	1	1	1	1	1	1	1	1
KAS3	Bitki, Toprak	Kastamonu	Taşköprü	41°34'08.00"K	34°07'39.65"D	770 m	1	1	1	1	1	1	1	1	1
KAS4	Bitki	Kastamonu	Taşköprü	41°33'57.33"K	34°05'56.82"D	740 m	1	1	1	1	1	1	1	1	1
KAS11	Bitki, Toprak	Kastamonu	Taşköprü	41°29'56.72"K	34°09'28.62"D	560 m	1	1	1	1	1	1	1	1	1
KAS18	Bitki, Toprak	Kastamonu	Taşköprü	41°29'55.96"K	34°15'20.42"D	660 m	1	1	1	1	1	1	1	1	1
KAS21	Bitki	Kastamonu	Taşköprü	41°29'40.86"K	34°14'58.42"D	630 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0

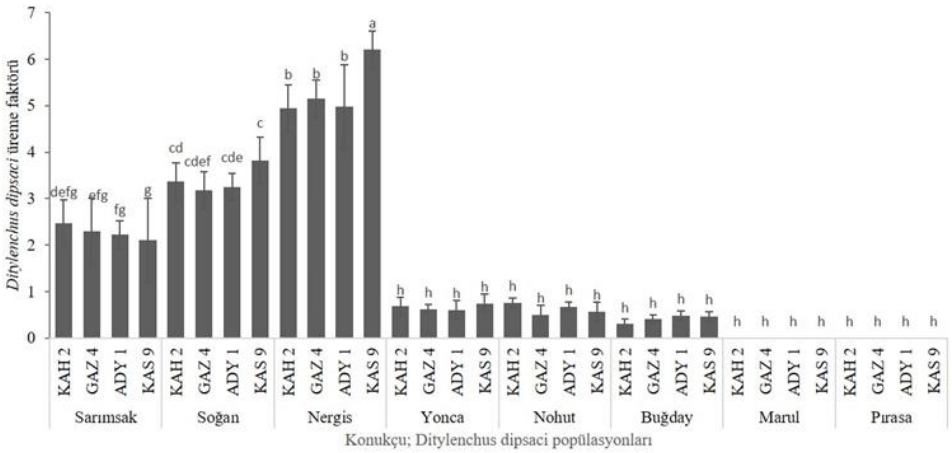
4.2. Konukçu Testleme Çalışmaları

Kahramanmaraş, Gaziantep, Adıyaman ve Kastamonu İllerinden elde edilen ve havuç diskinde en iyi üreyenler arasından seçilen dört Soğan sak nematodu popülasyonunun buğday, marul, nohut, nergis, pırasa, sarımsak, soğan ve yonca bitkilerindeki üreme durumları belirlenmiştir. Çizelge 4.6 ve Şekil 4.1'de görüldüğü üzere marul ve pırasa bitkilerinden nematod elde edilemezken; buğday, nohut, nergis, sarımsak, soğan ve yonca bitkilerinden nematod elde edilmiştir. Çalışmada popülasyon-konukçu interaksiyonu önemli çıkmıştır ($F=1.9$; sd=7, 21; $p<0.05$) (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Soğan sak nematodu (*D. dipsaci*) KAH 2, GAZ 4, ADY 1 ve KAS 9 popülasyonlarının buğday, marul, nohut, nergis, pırasa, sarımsak, soğan ve yonca bitkilerindeki üreme oranlarının ANOVA sonucu

Source	DF	Sum of Squares	F Ratio	P
Konukcu	7	414,14440	488,1824	<,0001
Populasyon	3	1,00348	2,7601	0,0464
Populasyon*Konukcu	21	4,81325	1,8912	0,0199

Çalışmada tüm bitkiler içinde dört popülasyon açısından da en fazla nematod üremesi nergis bitkisinde elde edilmiş olup KAS 9 popülasyonun üreme faktörü 6.2 ile "a" grubunda yer alarak istatistiki olarak diğerlerinden ayrılmıştır (Şekil 4.1). KAH 2 (Rf: 5.2), GAZ 4 (Rf: 5.0) ve ADY 1 (Rf: 5.0) popülasyonlarının nergis bitkisindeki üreme faktörleri "b" grubunda yer alarak KAH2 popülasyonunu takip etmiştir. Soğan bitkisinde KAH 2 (Rf: 3.4) ve KAS 9 (Rf: 3.8) popülasyonları "cd" ve "c" grubunda yer almıştır. Soğan bitkisinde GAZ 4 (Rf: 3.2) ve ADY 1 (Rf: 3.3) popülasyonları ise ''cdef'' ve ''cde'' istatistiksel gruplarında yer almıştır. Sarımsak bitkisinde ise KAH 2 (Rf: 2.5), GAZ 4 (Rf: 2.3), ADY 1 (Rf: 2.2) ve KAS 9 (Rf: 2.1) popülasyonlarının üreme faktörleri sırasıyla "defg", "efg", "fg" ve "g" gruplarında yer almıştır. Tüm popülasyonlar açısından da üreme faktörlerinin birin altında belirlendiği yonca, nohut ve buğday ile üreme tespit edilmeyen marul ve pırasa ise h grubunda yer almıştır ($F=1.9$; sd=7, 21; $p<0.01$).



Şekil 4.1. *Ditylenchus dipsaci* KAH 2, GAZ 4, ADY 1 ve KAS 9 popülasyonlarının buğday, marul, nohut, nergis, pırasa, sarımsak, soğan ve yonca bitkilerindeki üreme oranları (RF=Pf/Pi). Barlar üzerinde aynı harfi alan ortalamalar Tukey testine göre önemli değildir (p>0.05)

Çalışmada; *D. dipsaci*'nin KAH 2, GAZ 4, ADY 1 ve KAS 9 popülasyonlarının üreme faktörlerinin buğdayda 0.3-0.5, nohutta 0.5-0.8, nergiste 5.0-6.2, sarımsakta 2.1-2.5, soğanda 3.2-3.8 ve yoncada 0.6-0.7 olarak değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.6). Konukçular açısından popülasyonlar arasında nergis bitkisinde KAS 9 popülasyonu diğer popülasyonlardan ayrılarak A grubunda yer alırken, diğer üç popülasyon B grubunda yer almıştır ($F=3.9$; $sd=3, 15$; $p<0.05$). Diğer konukçularda popülasyonlar arasında üreme faktörü yönünden fark görülmemiştir ($p>0.05$) (Çizelge 4.6).

Popülasyonlar açısından konukçuları değerlendirdiğimizde, dört popülasyon açısından da nergis, soğan ve sarımsak bitkileri istatistiki olarak sırasıyla "a", "b" ve "c" olarak farklı gruplarda yer alarak sırasıyla en fazla üremenin olduğu bitkiler olmuşlardır. KAH 2, GAZ 4, ADY 1 ve KAS 9 popülasyonlarının nergis, soğan ve sarımsak bitkileri üzerindeki ortalama üreme faktörleri sırasıyla 5.3, 3.4 ve 2.3 olarak belirlenmiş olup, her üç konukçuda tüm popülasyonlar açısından iyi konukçu olarak belirlenmiştir (Rf>2). Buğday, marul, nohut, pırasa ve yonca bitkileri ise GAZ 4,

ADY 1 ve KAS 9 popülasyonları açısından da istatistiki olarak aynı grupta yer almış olup popülasyonların ortalama üreme faktörleri buğday, nohut ve yoncada sırasıyla 0.4, 0.6 ve 0.7 olarak belirlenirken marul ve pırasada nematod elde edilememiştir (GAZ 4 F=131.9, ADY 1 F=94.2, KAS 9 F=125.0; sd=7; p<0,01). KAH 2 popülasyonu açısından ise nohut ve yonca bitkileri ‘‘d’’ grubunda yer alırken buğday ‘‘de’’ grubunda marul ve pırasa ise ‘‘e’’ grubunda yer almıştır (KAH 2 F=157.3, sd=7; p<0,01) (Çizelge 4.6). Bu sonuçlara göre KAH 2, GAZ 4, ADY 1 ve KAS 9 popülasyonları açısından buğday, nohut ve yonca bitkileri zayıf konukçu olarak (0,01<Rf<1) marul ve pırasa ise konukçu değil olarak (Rf=0) sınıflandırılmıştır.

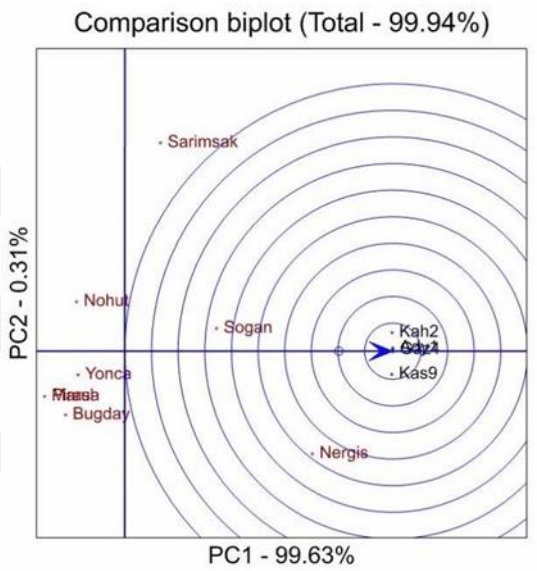
Çizelge 4.6. *Ditylenchus dipsaci* KAH 2, GAZ 4, ADY 1 ve KAS 9 popülasyonlarının buğday, marul, nohut, nergis, pırasa, sarımsak, soğan ve yonca bitkilerindeki üreme oranlarının karşılaştırılması

Popülasyon	*Ditylenchus dipsaci* (Rf±SS)[1]							
	Buğday	Marul	Nohut	Nergis	Pırasa	Sarımsak	Soğan	Yonca
KAH 2	0,3±0,1Ade[2]	0,0±0,0Ae	0,8±0,1Ad	5,0±0,5Ba	0,0±0,0 Ae	2,5±0,5Ac	3,4±0,4Ab	0,7±0,2Ad
GAZ 4	0,4±0,1Ad	0,0±0,0Ad	0,5±0,2Ad	5,2±0,4Ba	0,0±0,0 Ad	2,3±0,7Ac	3,2±0,4Ab	0,6±0,1Ad
ADY 1	0,5±0,1Ad	0,0±0,0Ad	0,7±0,1Ad	5,0±0,9Ba	0,0±0,0 Ad	2,2±0,3Ac	3,3±0,3Ab	0,6±0,2Ad
KAS 9	0,5±0,1Ad	0,0±0,0Ad	0,6±0,2Ad	6,2±0,4Aa	0,0±0,0 Ad	2,1±0,9Ac	3,8±0,5Ab	0,7±0,2Ad

[1] Üreme faktörü±Standart sapma

[2] Küçük harflerle gösterilen ortalamalar satırlar arası, büyük harflerle gösterilen ortalamalar sütunlar arası farkı göstermektedirler (p<0,01, Tukey test).

Biplot analizi sonucunda da benzer sonuçlar elde edilmiş olup, popülasyonlar ve konukçular arasındaki ilişki Comparison biplot analizine göre %99.94 oranında açıklanmıştır (Şekil 4.2). Grafikte orta yatay eksene (PC1) yakın olan özellikler stabil, eksenden uzaklaşan özelliklerin ise stabiliteleri düşüktür. Ayrıca, incelenen özellik dikey eksenden (PC2) grafiğin sağ tarafına (ok yönüne) doğru ne kadar uzakta yer alırsa o kadar yüksek, eksenin sol tarafında ise daha düşük değere sahiptir.



Şekil 4.2. Soğan sak nematodu (*Ditylenchus dipsaci*) popülasyonlarının buğday, marul, nohut, nergis, pırasa, sarımsak, soğan ve yonca bitkilerindeki üreme durumlarının biplot grafiği

Biplot grafiğine göre, KAH 2, GAZ 4, ADY 1 ve KAS 9 popülasyonlarında benzer üreme faktörü görülmüş olup, bir grup oluşturmuşlardır. GAZ 4 ve ADY 1 popülasyonlarının konukçular üzerindeki üreme faktörlerinin stabilitesi daha fazla olmuştur (Şekil 4.2). Konukçular incelendiği zaman, en fazla üreme faktörü nergis bitkisinde tespit edilmiş olup, bunu soğan ve sarımsak bitkileri izlemiştir. Grafikte görüldüğü gibi soğan bitkisinin stabilitesi daha yüksek iken, nergis ve sarımsak bitkilerinde stabilite daha düşük olmuştur. Düşük seviyede üreme faktörü tespit

edilen nohut, yonca ve buğday ile üreme tespit edilmeyen marul ve pırasa bitkileri ise bir arada gruplanmıştır. Nohut ve buğdaya kıyasla yonca bitkisinde stabilite daha fazla olmuştur.

Buna göre yapılan konukçu testleme çalışmasında iyi konukçu (üreme oranı 1'den büyük) olan bitkiler; Soğan, Sarımsak ve Nergis, zayıf konukçu (üreme oranı 1 ve altında) olan bitkiler; Yonca, Nohut ve Buğday, konukçu olmayan (hiç nematod yok) bitkiler; Marul ve Pırasa olarak belirlenmiştir.

Soğan sak nematodu son yapılan moleküler genetik çalışmalara göre iki ana gruba ayrılmaktadır. Birinci grupta 2n kromozom sayısına sahip normal boyutlu türler bulunmakta ve 'sensu stricto' grubu olarak adlandırılmaktadır. İkinci grupta ise polyplodi gösteren dev boyutlu türler yer almaktadır. Soğan sak nematodunun sensu stricto grubunda yer alan bireyler arasında genetik benzerlik çok yüksek olup alt tür ayırımına gidilememektedir (Subbotin ve ark., 2005). Sensu stricto grubunda yer alan nematodlar bitkiler üzerinde üreyip zarar yapma durumlarına göre ırklar olarak ayrılarak gruplandırılmaktadır. Nematod populasyonu elde edildiği orijinal bitki türüne göre o bitkinin ırkı olarak adlandırılmaktadır. Irkların konukçu spektrumları çok değişkendir. Soğan, sarımsak ırklarının konukçu spektrumları çok geniş olabilirken çavdar ırkı gibi ırkların konukçu spektrumunu dar olduğu bildirilmektedir. Bunun yanında ırklar arasında üremeler gerçekleşebilmekte ve oluşan döllerin konukçu spektrumunun iki ırkıda kapsayacak şekilide genişlediği tespit edilmiştir (Viglierchio, 1971).

Yurdumuzda soğan ve sarımsak ırklarının konukçu spektrumlarının belirlenmesine yönelik sınırlı çalışma bulunmaktadır. Mennan (2001), Amasya ili Suluova ilçesinde soğan bitkisinden izole edilen soğan sak nematodunun soğan, sarımsak, domates ve fasulye bitkisinde zarara neden olurken, kabak, karalahana, ıspanak, biber, salatalık ve buğday bitkisinde zarar belirtisi vermediğini tespit etmiştir. Çalış (2018) soğan, sarımsak, domates, biber, ıspanak, kabak, salatalık, bezelye ve patlıcan bitkilerini soğan sak nematodunun Karaman ilinden soğan

bitkisinden elde edilen populasyonu için iyi konukçu olarak tespit etmiştir. Tez çalışmasında da yurdumuzdaki soğan ırkı ile yapılan çalışmalara paralel olarak Kahramanmaraş, Gaziantep, Adıyaman ve Kastamonu illerinden elde edilen 4 adet sarımsak izolatına soğan, sarımsak ve nergis bitkilerinin iyi konukçu, yonca, nohut ve buğdayın zayıf konukçu, pırasa ve marul bitkilerinin konukçu olmadığı belirlenmiştir.

Kanada'da Qubec ve Ontario'dan elde edilen dört farklı Soğan sak nematodu popülasyonunun 11 farklı konukçu üzerindeki üreme durumunun belirlendiği çalışma sonucunda sarımsak, soğan ve yeşil soğanın etmene yüksek oranda hassas olduğu patatesin ise zayıf konukçu olduğu belirlenmiştir. Mısır soya fasülyesi, arpa, yonca, hardal, mısır, havuç ve marulun ise konukçu olmadığı belirlenmiştir (Poirier *et al*. 2019). Hajihassani ve Tenuta (2016) ise buğday, kanola, sarımsak, mercimek, sarı bezelye, nohut ve fasulye çeşitlerinin Soğan sak nematodu'na konukçuluk durumlarını belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda buğday, kanola, nohut ve mercimeğin zayıf konukçu, sarımsak, sarı mercimek ve fasulyenin iyi konukçu olduğu belirlenmiştir. Soğan sak nematodu'nun sarımsak ve hindiba popülasyonlarının soğan, sarımsak, pırasa, ıspanak ve hindiba üzerindeki gelişimlerinin değerlendirildiği çalışmada ise sarımsak popülasyonunun soğan ve sarımsakta hayat çemberini tamamladığı hindiba'da sadece tek bir erginin canlılığını koruduğu ıspanak ve pırasada ise canlılığını koruyamadığı belirlenirken hindiba popülasyonunun sadece hindibada hayat çemberini tamamladığı soğan ve pırasada canlılığını koruyamadığı sarımsak ve ıspanakta ise birer ergin tespit edildiği bildirilmiştir (Douda 2005).

Soğan sak nematodu populasyonun konukçu olmayan bitkiler ile 3-4 yıllık rotasyon uygulaması ile önemli oranda düşürüldüğü gösterilmiştir (Hooper, 1984; Roberts and Grathead, 1986). Rotasyon uyuglamasının başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için soğan sak nematodunun ırkının ve o alanda bulunan populasyonun konukçu spektrumunu bilinmesi son derece önemlidir. Soğan sak

nematodunun ırklarının lokal populasyonların konukçu spektrumunun değiştiği bildirilmektedir (Viglierchio, 1971). Yapılan bu tez çalışması ile yurdumuzda önemli oranda sarımsak yetiştiriciliğinin yapıldığı tarlalardan elde edilen 4 nematod populasyonun konukçu spektrumları belirlenmiştir. Rotasyon uygulamaları için bu alanlarda zayıf konukçu ve konukçu olmayan olarak belirlenen yonca, nohut, buğday, marul ve pırasa bitkileri önerilebilir.

4.3. Dayanıklılık Çalışmaları

4.3.1. Soğan Sak Nematodu (*Ditylenchus dipsaci*)'nun Sarımsak Genotipleri Üzerindeki Üreme Durumunun Belirlenmesi

Soğan sak nematodu (*D. dipsaci*) KAS 9 popülasyonunun 44 sarımsak genotipi üzerindeki üreme durumunun belirlenmesi amacıyla iklim odası koşullarında denemeler kurulmuş ve etmenin sarımsak genotipleri üzerindeki üreme faktörleri (Rf) belirlenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4.6 ve Şekil 4.4'te verilmiştir. Denemelerde kullanılan Soğan sak nematodu'nun KAS 9 popülasyonu, Kastamonu ili Taşköprü ilçesi Vakıfbelören köyü (enlem 41°30'07.37"; 34°15'01.19 boylam") sarımsak tarlasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.6'da görüleceği üzere çalışma sonucunda denemeye alınan sarımsak çeşit ve genotipleri arasında nematodun üremesi açısından istatistiki olarak fark belirlenmiş ($p<0.01$) ancak Soğan sak nematodu'na dayanıklılık gösteren ($Rf<1$) çeşit veya genotip tespit edilmemiştir. Çalışma sonucunda Soğan sak nematodu KAS9 popülasyonunun denemeye alınan genotipler üzerindeki üreme faktörleri 2.6-12.7 olarak belirlenmiştir. En düşük üreme faktörü Tunceli Sarımsağı (Rf=2.63)'nda tespit edilmiş olup, diğer çeşit ve genotiplerden istatistiki olarak ayrı grupta yer almıştır. Bu genotipi ise sırasıyla Kütahya Beyazı 2017 (Rf=3.23), Kütahya Pembesi 2017 (Rf=3.23), Balıkesir (Rf=3.55), Muğla 7 (Rf=4.10) ve Muğla 6 (Rf=4.13) genotipleri izlemiştir. En yüksek üreme faktörü ise istatistiki olarak diğer çeşit ve genotiplerden ayrılan Seleksiyon 40 (Rf=12.70) ve 2-20/4 (Rf=10.03)'de tespit

edilmiştir. Bu genotipleri sırasıyla Taşköprü 56 (Rf=9.60), Muğla 1 (Rf=9.55), 2-65/5 (Rf=9.40), 2-39/6 (Rf=9.23) ve Kula (Rf=8.95) genotipleri izlemiştir. En fazla üreme faktörünün tespit edildiği Seleksiyon 40 genotipinde en düşük üreme faktörünün tespit edildiği Tunceli Sarımsağına oranla yaklaşık beş kat daha fazla Soğan sak nematodu elde edilmiştir.

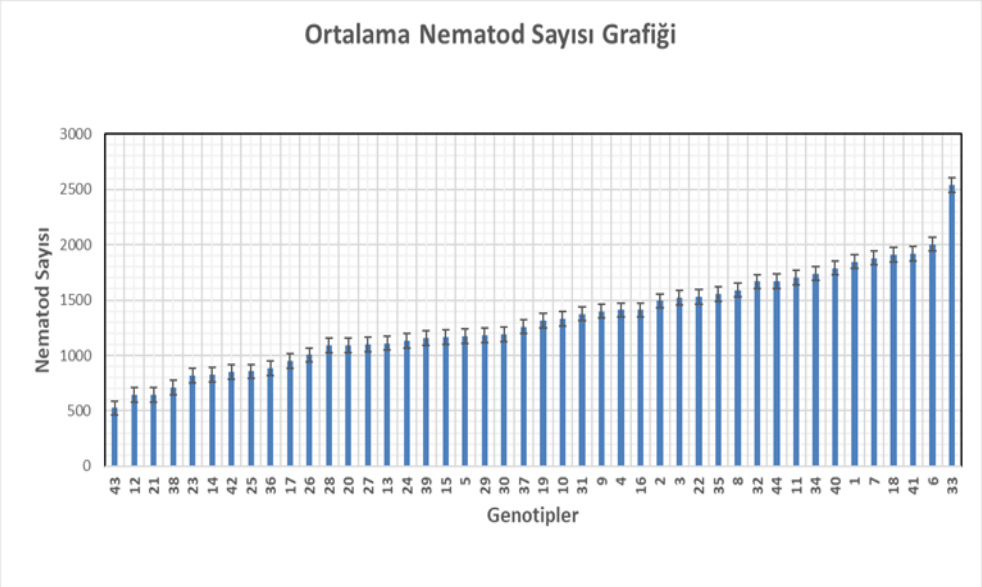
Soğan sak nematodu KAS 9 popülasyonunun 44 sarımsak genotipi üzerindeki üreme durumu ve genotiplerin nematodlu ve nematodsuz uygulamalarında üreme faktörü üzerine etkileri, Çizelge 4.7'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. Soğan sak nematodu (*Ditylenchus dipsaci*) KAS 9 popülasyonunun 44 sarımsak genotipi üzerindeki üreme durumu ve genotiplerin nematodlu ve nematodsuz uygulamalarında üreme faktörü üzerine etkileri

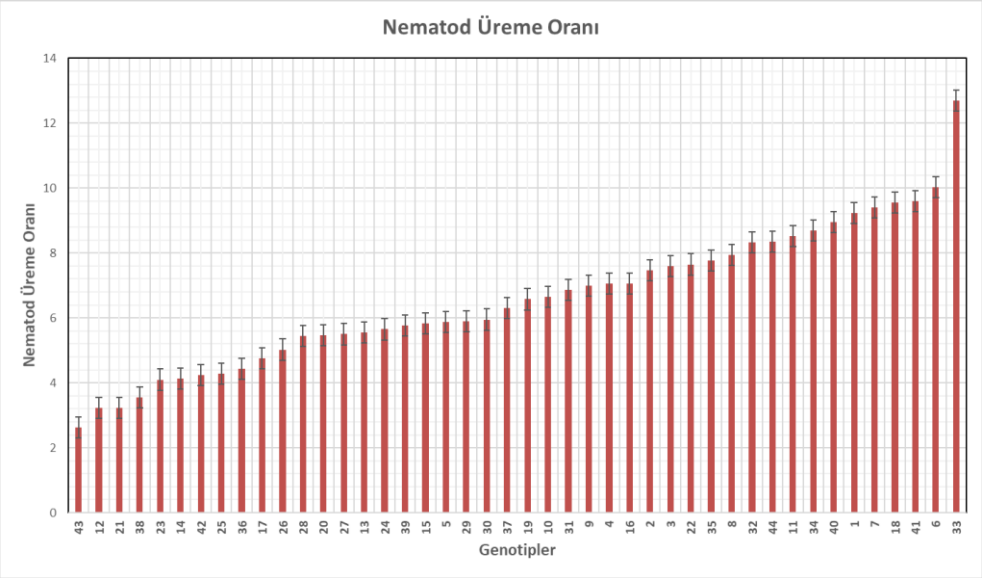
Sıra No	Genotipler	Üreme Faktörü (RF)		Sıra No	Genotipler	Üreme Faktörü (RF)	
1	2-39/6	09,2±0,9	b-d	**23**	Muğla 7	04,1±0,8	lmn
2	2-78/11	07,5±0,9	b-j	**24**	Seleksiyon 4	05,7±0,4	f-m
3	2-01/6	07,6±0,9	b-ı	**25**	Burgaz 3	04,3±0,8	k-n
4	1-27/6	07,1±1,3	c-k	**26**	Muğla 4	05,0±0,7	h-n
5	2-6/12	05,9±1,5	e-m	**27**	Adıyaman Beşir	05,5±0,7	g-n
6	2-20/4	10,0±1,2	ab	**28**	Seleksiyon 11	05,5±0,7	g-n
7	2-65/5	09,4±2,4	b-d	**29**	Seleksiyon 137	05,9±0,8	e-m
8	3-64/3	08,0±2,8	b-h	**30**	Seleksiyon 8	05,9±0,4	e-m
9	2-34/9	07,0±1,8	c-l	**31**	Seleksiyon 3	06,9±0,8	c-l
10	2-34/2	06,7±1,1	b-m	**32**	Adil Alay	08,3±0,9	b-g
11	Reis 10	08,5±0,6	b-f	**33**	Seleksiyon 40	12,7±1,8	a
12	Kütahya Beyazı 2017	03,2±0,4	mn	**34**	Germiyan	08,7±1,8	b-e
13	Seleksiyon 13	05,6±0,7	g-n	**35**	K-6 Taşköprü	07,8±0,6	b-h
14	Muğla 6	04,1±0,5	k-n	**36**	Muğla 5	04,4±0,4	j-n
15	Muğla 3	05,8±0,5	e-m	**37**	A. Karahisar	06,3±0,5	d-m
16	Seleksiyon 10	07,1±0,4	c-k	**38**	Balıkesir	03,6±0,9	mn
17	Kahramanmaraş	04,8±1,2	ı-n	**39**	Seleksiyon 63	05,8±0,4	e-m
18	Muğla 1	09,6±0,9	bc	**40**	Kula	08,9±0,9	b-d
19	Germencik	06,6±1,1	d-l	**41**	Taşköprü 56	09,6±0,4	bc
20	Sabahattin Ufuk	05,5±0,4	f-n	**42**	Alata 1	04,3±0,3	k-n
21	Kütahya Pembesi 2017	03,2±0,9	mn	**43**	Tunceli Sarımsağı	02,6±0,3	n
22	Gaziantep/Araban	07,7±0,9	b-ı	**44**	Kaya Sarımsağı	08,4±1,1	b-g

[1] Her çeşit ve karakter kendi içerisinde değerlendirilmiştir ($p<0.05$)

[2] Aynı sütundaki ortalamaları takip eden farklı harfler, ortalamaların genotipler arasında istatistiksel olarak önemli derecede farklılığın olduğunu gösterir (Anova $p<0,05$, LSD)



Şekil 4.3. Soğan sak nematodu (*Ditylenchus dipsaci*) KAS 9 popülasyonunun 44 sarımsak genotipi üzerindeki ortalama sayıları



Şekil 4.4. Soğan sak nematodu (*Ditylenchus. dipsaci*) KAS 9 popülasyonunun 44 sarımsak genotipi üzerindeki üreme oranları

4.3.2. Soğan Sak Nematodu (*Ditylenchus dipsaci*)'nun Sarımsak Bitkisinin Bazı Bitki Gelişim Parametreleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi

Çalışma kapsamında Soğan sak nematodu (*D. dipsaci*)'nun 44 sarımsak genotipi üzerindeki bitki gelişim parametreleri üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla etmenin bitki boyu, baş boyu, baş çapı, yaş ve kuru ağırlığı üzerine etkisi belirlenmiştir. Değerlendirilen parametrelere ait sonuçlar, her parametre açısından çeşitler arasındaki istatistiki gruplandırmalar, nematodlu ve nematodsuz bitkilerden elde edilen bitki gelişimiyle ilgili veriler arasındaki farkın "t" testine göre önemli olduğu çeşit ve genotiplere ait veriler EK-1'degösterilmiştir.

Bitki boyu, baş boyu, baş çapı, bitki yaş ve kuru ağırlık değerleri açısından çeşit ve genotipler arasında hem nematodlu hem de sağlıklı bitkiler arasında istatistiki olarak fark belirlenmiştir ($p<0.01$) (EK-1).

Soğan sak nematodu'nun bitki gelişim parametreleri üzerine etkisine ait sonuçlar, genotiplere bağlı olarak değişmekle beraber büyük bir kısmında nematodlu bitkilere ait gelişim parametreleri ile nematodsuz bitkilere ait olanlar arasında istatistiki olarak fark tespit edilmiştir ($p<0,05$; Çizelge 4.7).

Bitki boyu açısından bir genotipte (Alata 1), baş boyu açısından 13 genotipte (2-34/2, 2-34/9, Adıyaman Beşir, Germiyan, Kahramanmaraş, Kaya Sarımsağı, Muğla 1, Muğla 5, Muğla 6, Seleksiyon 11, Seleksiyon 13, Seleksiyon 4, Tunceli Sarımsağı), baş çapı açısından 10 genotipte (2-34/2, 2-34/9, 2-78/11, Kaya Sarımsağı, Muğla 7, Sabahattin Ufuk, Seleksiyon 11, Seleksiyon 4, Seleksiyon 63, Tunceli Sarımsağı), yaş ağırlık açısından 10 genotipte (2-65/5, Gaziantep/Araban, Muğla 1, Muğla 3, Muğla 4, Muğla 6, Sabahattin Ufuk, Seleksiyon 13, Seleksiyon 4, Tunceli Sarımsağı) ve kuru ağırlık açısından dört genotipte (Germiyan, Muğla 6, Muğla 7, Sabahattin Ufuk) Soğan sak nematodu'nun zararından kaynaklanan etki açısından istatistiki olarak fark belirlenmemiştir ($p>0.05$). Ancak istatistiki olarak fark belirlenmeyen parametrelerin tamamında nematodlu uygulamalarda nematodsuz uygulamalara göre düşük değerler elde edilmiştir.

Soğan sak nematodu (*D. dipsaci*) KAS 9 popülasyonunun 44 sarımsak genotipi üzerindeki nematodlu ve nematodsuz uygulamalarında bitki boyu üzerine etkileri, Çizelge 4.8'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.8. Soğan sak nematodu (*Ditylenchus dipsaci*) KAS9 popülasyonunun 44 sarımsak genotipi üzerindeki nematodlu ve nematodsuz uygulamalarında bitki boyu üzerine etkileri

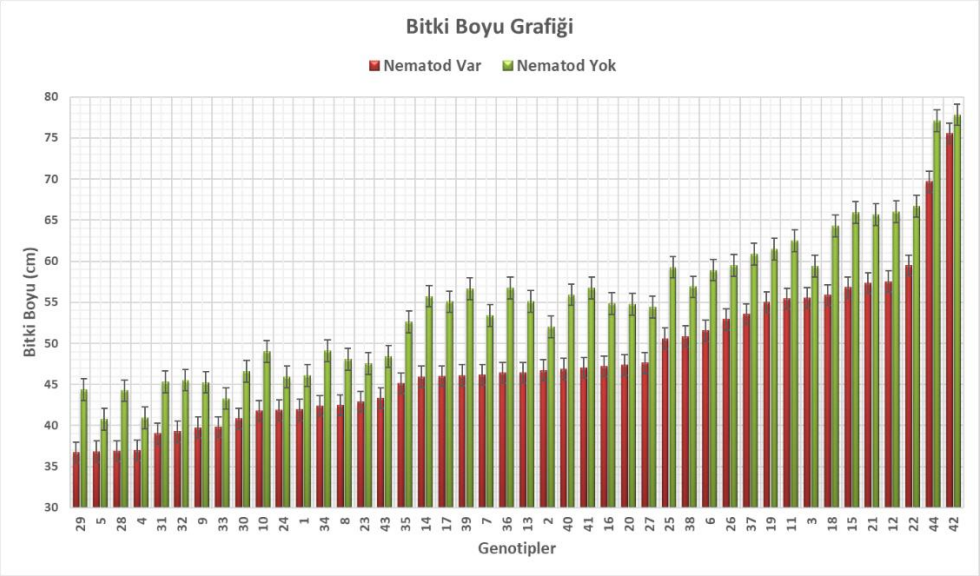
Sıra No	Genotipler	Bitki Boyu (cm) Nem (+)		Nem (-)		Sıra No	Genotipler	Bitki Boyu (cm) Nem (+)		Nem (-)	
1	2-39/6	41,9±0,8	mn*[1,2]	46,1±0,3	n-s	**23**	Muğla 7	42,9±0,7	m*	47,6±0,8	n-q
2	2-78/11	46,7±0,9	jk*	52,0±1,2	lm	**24**	Seleksiyon 4	41,9±0,7	mn*	45,9±0,8	o-r
3	2-01/6	55,6±0,9	e-g*	59,4±0,8	ef	**25**	Burgaz 3	50,6±0,8	ı*	59,3±1,2	e-g
4	1-27/6	37,0±0,6	q*	40,9±0,7	t	**26**	Muğla 4	52,9±0,5	h*	59,5±1,2	e
5	2-6/12	36,9±0,6	q*	40,8±1,0	t	**27**	Adıyaman Beşir	47,6±0,5	j*	54,5±0,4	ı-l
6	2-20/4	51,6±0,9	hı*	58,9±1,5	e-h	**28**	Seleksiyon 11	36,9±0,6	q*	44,3±0,8	rs
7	2-65/5	46,2±0,8	jk*	53,4±0,9	j-l	**29**	Seleksiyon 137	36,8±0,5	q*	44,4±0,5	rs
8	3-64/3	42,5±0,5	mn*	48,1±0,9	n-p	**30**	Seleksiyon 8	40,9±0,6	n-p*	46,6±0,4	n-r
9	2-34/9	39,8±0,9	op*	45,3±0,7	q-s	**31**	Seleksiyon 3	39,0±0,5	p*	45,4±0,6	q-s
10	2-34/2	41,8±0,9	m-o*	49,0±0,9	m-o	**32**	Adil Alay	39,3±1,1	p*	45,5±1,2	p-s
11	Reis 10	55,5±0,8	e-g*	62,5±1,0	cd	**33**	Seleksiyon 40	39,8±0,5	op*	43,3±1,0	st
12	Kütahya Beyazı 2017	57,6±0,6	d*	66,0±0,5	b	**34**	Germiyan	42,4±0,9	mn*	49,1±0,4	n
13	Seleksiyon 13	46,5±0,9	jk*	55,1±0,6	ı-k	**35**	K-6 Taşköprü	45,1±0,7	kl*	52,7±2,5	kl
14	Muğla 6	46,0±0,7	jk*	55,8±1,1	ıj	**36**	Muğla 5	46,4±0,9	jk*	56,8±0,7	g-ı
15	Muğla 3	56,8±0,3	d-f*	65,9±0,5	b	**37**	A. Karahisar	53,6±0,9	gh*	60,9±0,8	de
16	Seleksiyon 10	47,2±0,8	j*	54,9±0,7	ı-k	**38**	Balıkesir	50,9±0,6	ı*	56,9±0,6	f-ı
17	Kahraman maraş	46,0±0,5	jk*	55,1±0,4	ı-k	**39**	Seleksiyon 63	46,1±0,6	jk*	56,7±0,5	hı
18	Muğla 1	55,9±0,5	d-f*	64,3±0,8	bc	**40**	Kula	46,9±0,4	jk*	55,9±1,5	ıj
19	Germencik	55,0±0,7	fg*	61,5±0,9	de	**41**	Taşköprü 56	47,0±0,3	j*	56,8±0,7	g-ı
20	Sabahattin Ufuk	47,4±0,5	j*	54,8±0,7	ı-l	**42**	Alata 1	75,5±0,5	a	77,8±1,1	a
21	Kütahya Pembesi 2017	57,3±0,6	de*	65,7±1,1	b	**43**	Tunceli Sarımsağı	43,4±0,8	lm*	48,4±1,1	no
22	Gaziantep/ Araban	59,5±0,9	c*	66,7±0,9	ab	**44**	Kaya Sarımsağı	69,7±0,5	b*	77,1±0,6	a

[1] Her çeşit ve karakter kendi içerisinde değerlendirilmiştir (p<0.05)

[2] Aynı sütundaki ortalamaları takip eden farklı harfler, ortalamaların genotipler arasında istatistiksel olarak önemli derecede farklılığın olduğunu gösterir(Anova p<0,05, LSD)

* İncelenen karakterde genotipin nematodlu ve nematodsuz uygulamaları arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmaktadır (Anova p<0,05, LSD test).

En uzun bitki boyu hem nematodlu ve hem de nematodsuz bitkilerde sırasıyla Alata 1 (75.53; 77.83), Kaya Sarımsağı (69.68; 77.08) ve Gaziantep/Araban (59.48; 66.68)'da elde edilmiştir. En kısa bitki boyu ise nematodlu ve nematodsuz bitkilerde sırasıyla Seleksiyon 137 (36,75; 44,38), 2-6/1 (36,85; 40,78) ve Seleksiyon 11 (36,93; 42,25) genotiplerinde elde edilmiştir (Çizelge 4.6; Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Soğan sak nematodu (*Ditylenchus dipsaci*) KAS 9 popülasyonunun44 sarımsak genotipinde bitki boyu üzerine etkisi

Soğan sak nematodu (*D. dipsaci*) KAS 9 popülasyonunun 44 sarımsak genotipi üzerindeki nematodlu ve nematodsuz uygulamalarında baş boyu üzerine etkileri, Çizelge 4.9'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.9. Soğan sak nematodu (*Ditylenchus dipsaci*) KAS 9 popülasyonunun 44 sarımsak genotipi üzerindeki nematodlu ve nematodsuz uygulamalarında baş boyu üzerine etkileri

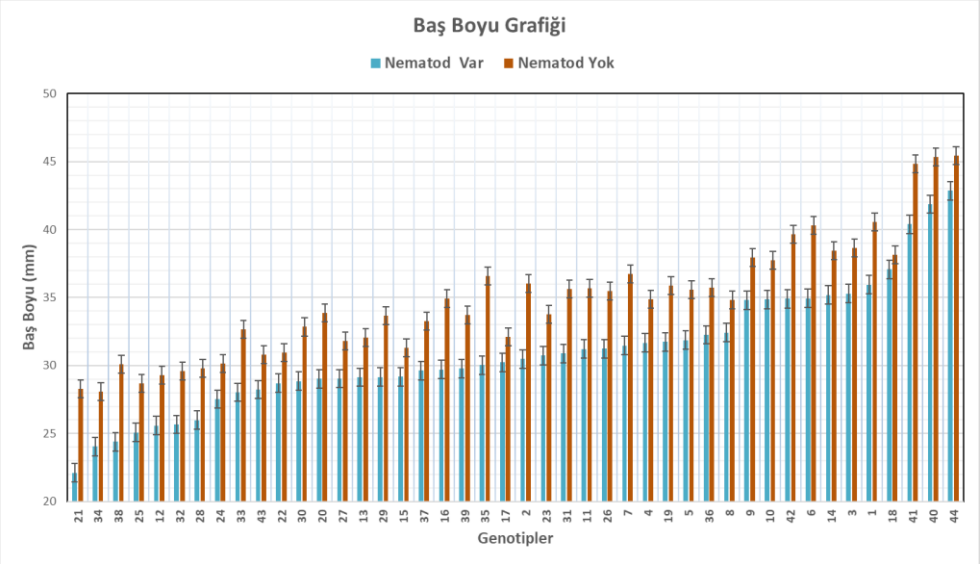
Sıra	Genotipler	Baş Boyu (cm)				Sıra	Genotipler	Baş Boyu (cm)			
No		Nem (+)		Nem (-)		No		Nem (+)		Nem (-)	
1	2-39/6	35,9±1,2	b*	40,5±1,6	b-d	**23**	Muğla 7	30,7±0,6	e-ı*	33,8±1,0	g-l
2	2-78/11	30,5±1,3	e-j*	36,0±1,4	d-ı	**24**	Seleksiyon 4	27,5±0,9	k-m	30,2±0,8	l-o
3	2-01/6	35,3±0,7	b*	38,7±0,6	c-e	**25**	Burgaz 3	25,1±0,7	no*	28,7±0,7	o
4	1-27/6	31,7±0,6	ef*	34,9±0,6	e-k	**26**	Muğla 4	31,2±1,2	e-h*	35,5±1,1	e-j
5	2-6/12	31,9±0,7	d-f*	35,6±1,1	e-j	**27**	Adıyaman Beşir	29,0±1,5	g-k	31,8±1,5	j-o
6	2-20/4	34,9±0,8	b*	40,3±0,6	c	**28**	Seleksiyon 11	25,9±1,2	l-o	29,8±1,3	no
7	2-65/5	31,5±1,0	e-g*	36,8±1,2	c-g	**29**	Seleksiyon 137	29,2±0,6	g-k*	33,7±0,6	g-m
8	3-64/3	32,4±0,7	c-e*	34,8±0,6	e-k	**30**	Seleksiyon 8	28,9±0,8	h-k*	32,8±0,8	h-n
9	2-34/9	34,8±1,5	bc	38,0±1,1	c-f	**31**	Seleksiyon 3	30,9±0,6	e-ı*	35,6±0,5	e-j
10	2-34/2	34,9±0,9	b-d	37,8±1,1	c-g	**32**	Adil Alay	25,7±0,7	l-o*	29,6±0,4	m-o
11	Reis 10	31,2±0,5	e-h*	35,7±0,6	e-ı	**33**	Seleksiyon 40	28,0±0,5	j-m*	32,7±1,5	ı-n
12	Kütahya Beyazı 2017	25,6±0,5	m-o*	29,3±0,7	no	**34**	Germiyan	24,1±0,7	op	21,6±6,4	p
13	Seleksiyon 13	29,1±1,3	g-k	32,1±0,9	ı-o	**35**	K-6 Taşköprü	30,0±1,4	e-j*	36,6±1,4	c-h
14	Muğla 6	35,2±1,1	b	38,4±1,1	c-f	**36**	Muğla 5	32,3±0,8	de	35,7±1,3	e-ı
15	Muğla 3	29,2±0,6	g-k*	31,3±0,6	k-o	**37**	A. Karahisar	29,6±0,4	f-k*	33,3±0,7	g-n
16	Seleksiyon 10	29,7±0,5	f-k*	34,9±0,7	e-k	**38**	Balıkesir	24,4±0,7	op*	30,1±0,6	l-o
17	Kahramanmaraş	30,2±1,0	e-j	32,1±0,6	ı-o	**39**	Seleksiyon 63	29,8±0,4	f-k*	33,7±0,9	g-l
18	Muğla 1	37,1±1,0	b	38,2±0,8	c-f	**40**	Kula	41,9±0,8	a*	45,3±0,7	a
19	Germencik	31,8±0,5	ef*	35,9±0,6	d-ı	**41**	Taşköprü 56	40,4±0,8	a*	44,8±0,5	ab
20	Sabahattin Ufuk	29,0±1,2	g-k*	33,9±0,5	f-n	**42**	Alata 1	34,9±0,7	b*	39,7±0,8	cd
21	Kütahya Pembesi 2017	22,1±0,6	p*	28,3±1,2	o	**43**	Tunceli Sarımsağı	28,2±1,4	jkl	30,8±1,9	l-o
22	Gaziantep/Araban	28,7±0,7	ı-k*	30,9±0,7	l-o	**44**	Kaya Sarımsağı	42,9±1,4	a	45,4±1,0	4a

[1] Her çeşit ve karakter kendi içerisinde değerlendirilmiştir (p<0.05)

[2] Aynı sütundaki ortalamaları takip eden farklı harfler, ortalamaların genotipler arasında istatistiksel olarak önemli derecede farklılığın olduğunu gösterir(Anova p<0,05, LSD test)

* İncelenen karakterde genotipin nematodlu ve nematodsuz uygulamaları arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmaktadır (Anova p<0,05, t test).

En uzun ve en kısa baş boyu hem nematod uygulanmış hem de uygulanmamış olanlarda sırasıyla Kaya Sarımsağı (42,85; 45,43), Kula (41,87; 45,33), Taşköprü 56 (40,39; 44,81) ve Kütahya Pembesi 2017 (22,12; 28,30), Germiyan (24,05; 28,07) çeşit ve genotiplerinde elde edilmiştir (Çizelge 4.9; Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Soğan sak nematodu (*Ditylenchus dipsaci*) KAS9 popülasyonunun 44 sarımsak genotipinde bitki baş boyu üzerine etkisi

Soğan sak nematodu (*D. dipsaci*) KAS9 popülasyonunun 44 sarımsak genotipi üzerindeki nematodlu ve nematodsuz uygulamalarında baş çapı üzerine etkileri, Çizelge 4.10'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.10. Soğan sak nematodu (*Ditylenchus dipsaci*) KAS9 popülasyonunun 44 sarımsak genotipi üzerindeki nematodlu ve nematodsuz uygulamalarında baş çapı üzerine etkileri

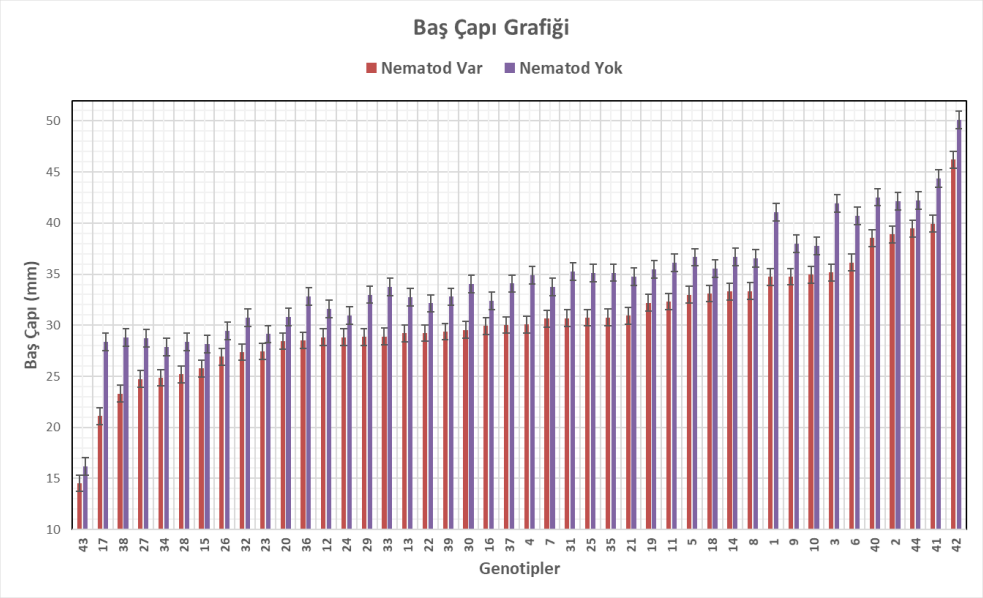
Sıra	Genotipler	Baş Çapı (cm)				Sıra	Genotipler	Baş Çapı (cm)			
No		Nem (+)		Nem (-)		No		Nem (+)		Nem (-)	
1	2-39/6	34,7±0,6	c-e*	41,1±1,1	cd	**23**	Muğla 7	27,5±0,6	n-p	29,1±0,7	o-r
2	2-78/11	38,9±1,7	b	42,2±1,2	bc	**24**	Seleksiyon 4	28,8±0,8	jk-o	30,9±0,5	n-p
3	2-01/6	35,2±0,4	cd*	41,9±0,7	bc	**25**	Burgaz 3	30,7±0,8	g-j*	35,1±0,7	f-j
4	1-27/6	30,1±0,7	ı-l*	34,9±0,7	f-k	**26**	Muğla 4	26,9±0,7	o-r*	29,4±0,7	o-q
5	2-6/12	33,0±0,9	ef*	36,7±0,9	e-g	**27**	Adıyaman Beşir	24,7±1,1	st*	28,7±0,9	p-r
6	2-20/4	36,1±0,8	c*	40,7±1,2	cd	**28**	Seleksiyon 11	25,2±1,0	q-t	28,4±1,2	qr
7	2-65/5	30,6±0,7	g-k*	33,8±0,6	h-m	**29**	Seleksiyon 137	28,9±1,1	ı-o*	33,0±1,1	ı-n
8	3-64/3	33,3±0,6	d-f*	36,5±1,2	e-g	**30**	Seleksiyon 8	29,5±0,7	ı-m*	34,1±0,7	h-l
9	2-34/9	34,8±0,3	c-e	38,0±1,5	e	**31**	Seleksiyon 3	30,7±0,7	g-j*	35,3±0,7	f-j
10	2-34/2	34,9±0,6	c-e	37,7±1,1	d-f	**32**	Adil Alay	27,4±0,4	m-q*	30,8±0,4	n-q
11	Reis 10	32,3±0,4	fg*	36,1±0,6	e-h	**33**	Seleksiyon 40	28,9±0,7	ı-o*	33,8±0,7	h-m
12	Kütahya Beyazı 2017	28,8±0,6	j-o*	31,6±0,4	l-o	**34**	Germiyan	24,9±0,6	r-t*	27,9±0,9	r
13	Seleksiyon 13	29,2±1,0	ı-n*	32,8±0,6	j-n	**35**	K-6 Taşköprü	30,8±0,7	g-j*	35,2±0,9	f-j
14	Muğla 6	33,3±0,9	d-f*	36,7±1,1	e-g	**36**	Muğla 5	28,5±0,9	l-o*	32,8±0,9	j-n
15	Muğla 3	25,8±0,5	p-s*	28,2±0,5	qr	**37**	A. Karahisar	30,0±0,5	h-l*	34,1±0,4	g-l
16	Seleksiyon 10	29,9±0,6	ı-l*	32,4±0,8	k-n	**38**	Balıkesir	23,3±0,9	t*	28,8±0,5	p-r
17	Kahramanmaraş	21,1±0,7	u*	28,4±1,4	qr	**39**	Seleksiyon 63	29,4±0,6	ı-n	32,8±1,4	j-n
18	Muğla 1	33,1±0,4	d-f*	35,5±0,4	e-h	**40**	Kula	38,5±0,9	b*	42,5±1,0	bc
19	Germencik	32,2±0,6	f-h*	35,4±0,8	f-ı	**41**	Taşköprü 56	39,9±0,9	b*	44,4±0,9	b
20	Sabahattin Ufuk	28,4±0,8	k-o	30,8±0,5	m-r	**42**	Alata 1	46,2±0,4	a*	50,1±1,1	a
21	Kütahya Pembesi 2017	30,9±0,8	g-ı*	34,7±0,5	f-k	**43**	Tunceli Sarımsağı	14,5±0,8	v	16,2±1,4	s
22	Gaziantep/Araban	29,2±0,5	ı-n*	32,1±0,7	l-n	**44**	Kaya Sarımsağı	39,5±0,8	b	42,2±1,0	bc

[1] Her çeşit ve karakter kendi içerisinde değerlendirilmiştir ($p<0.05$)

[2] Aynı sütundaki ortalamaları takip eden farklı harfler, ortalamaların genotipler arasında istatistiksel olarak önemli derecede farklılığın olduğunu gösterir(Anova $p<0,05$, LSD)

* İncelenen karakterde genotipin nematodlu ve nematodsuz uygulamaları arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmaktadır (Anova $p<0,05$, LSD test).

En büyük baş çapı ise Alata 1 (46,21; 50,08), Taşköprü 56 (39,95; 44,37) ve Kaya sarımsağında (39,46; 42,19) ölçülmüştür. En küçük baş çapı ise Tunceli Sarımsağı (14,53; 16,21) genotipinde tespit edilirken bunu nematodlu olanlarda Kahramanmaraş (21,11) ve Balıkesir (23,30) nematodsuz olanlarda ise Germiyan (27,89), Muğla 3 (28,16) izlemiştir (Çizelge 4.10; Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Soğan sak nematodu (*Ditylenchus dipsaci*) KAS9 popülasyonunun 44 sarımsak genotipinde baş çapı üzerine etkisi

Soğan sak nematodu (*D. dipsaci*) KAS 9 popülasyonunun 44 sarımsak genotipi üzerindeki nematodlu ve nematodsuz uygulamalarında yaş ağırlık üzerine etkileri, Çizelge 4.11'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.11. Soğan sak nematodu (*Ditylenchus dipsaci*) KAS9 popülasyonunun 44 sarımsak genotipi üzerindeki nematodlu ve nematodsuz uygulamalarında yaş ağırlık üzerine etkileri

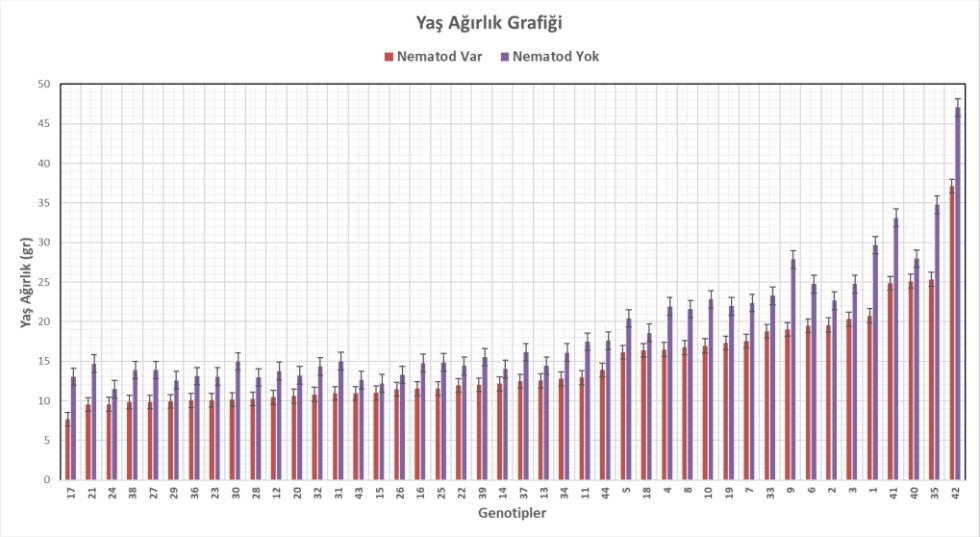
Sıra	Genotipler	Yaş Ağırlık (cm)				Sıra	Genotipler	Yaş Ağırlık (cm)			
No		Nem (+)		Nem (-)		No		Nem (+)		Nem (-)	
1	2-39/6	20,8±0,8	c*	29,7±0,5	cd	**23**	Muğla 7	10,1±0,5	m-p*	13,1±0,9	m-p
2	2-78/11	19,6±0,4	c-e*	22,6±1,0	fg	**24**	Seleksiyon 4	09,6±0,9	pq	11,5±0,9	p
3	2-01/6	20,3±0,3	c*	24,7±0,3	f	**25**	Burgaz 3	11,6±0,5	ı-p*	14,9±0,4	j-o
4	1-27/6	16,5±0,7	g*	21,9±1,1	fg	**26**	Muğla 4	11,5±0,8	ı-p	13,3±0,6	l-p
5	2-6/12	16,1±0,7	g*	20,4±0,9	gh	**27**	Adıyaman Beşir	09,9±0,4	op*	13,9±0,9	l-p
6	2-20/4	19,5±1,1	cd*	24,7±1,6	f	**28**	Seleksiyon 11	10,2±0,5	l-p*	12,9±0,7	m-p
7	2-65/5	17,5±1,2	d-g	24,9±3,6	ef	**29**	Seleksiyon 137	09,9±0,5	n-p*	12,6±0,5	n-p
8	3-64/3	16,7±1,0	fg*	21,6±1,0	g	**30**	Seleksiyon 8	10,2±0,5	m-p*	14,9±0,5	j-o
9	2-34/9	19,0±0,9	c-e*	27,9±1,2	de	**31**	Seleksiyon 3	10,9±0,6	ı-p*	15,0±0,6	j-o
10	2-34/2	17,0±0,3	d-g*	22,8±0,5	fg	**32**	Adil Alay	10,8±0,3	ı-p*	14,3±0,7	k-p
11	Reis 10	12,9±0,7	hı*	17,5±0,5	h-k	**33**	Seleksiyon 40	18,8±0,5	c-f*	23,3±0,7	fg
12	Kütahya Beyazı 2017	10,5±0,8	k-p*	13,8±0,7	l-p	**34**	Germiyan	12,8±0,7	h-j*	16,1±0,6	ı-m
13	Seleksiyon 13	12,5±0,9	3h-k	14,4±0,8	l-p	**35**	K-6 Taşköprü	25,4±0,9	b*	34,8±1,8	b
14	Muğla 6	12,2±1,2	h-m	14,0±0,8	l-p	**36**	Muğla 5	10,1±0,6	m-p*	13,1±0,8	m-p
15	Muğla 3	10,9±0,6	ı-p	12,2±0,3	op	**37**	A. Karahisar	12,5±0,9	h-l*	16,1±0,7	ı-m
16	Seleksiyon 10	11,5±0,8	ı-p*	14,8±0,7	j-o	**38**	Balıkesir	09,9±0,9	op*	13,9±0,9	l-p
17	Kahramanmaraş	07,7±0,5	q*	13,1±0,6	m-p	**39**	Seleksiyon 63	12,0±0,9	h-n*	15,5±1,2	j-n
18	Muğla 1	16,4±1,1	g	18,6±1,1	hı	**40**	Kula	25,1±0,8	b*	27,9±0,6	d
19	Germencik	17,3±0,7	e-g*	21,9±0,9	fg	**41**	Taşköprü 56	24,9±0,9	b*	33,1±2,2	bc
20	Sabahattin Ufuk	10,6±0,4	j-p	13,2±1,2	l-p	**42**	Alata 1	37,2±0,9	a*	47,0±0,9	a
21	Kütahya Pembesi 2017	09,5±0,5	pq*	14,7±0,5	j-o	**43**	Tunceli Sarımsağı	10,9±1,0	ı-p	12,6±0,9	n-p
22	Gaziantep/Araban	11,9±0,7	h-o	14,4±1,0	l-p	**44**	Kaya Sarımsağı	13,9±0,7	h*	17,6±0,5	h-j

[1] Her çeşit ve karakter kendi içerisinde değerlendirilmiştir (p<0.05)

[2] Aynı sütundaki ortalamaları takip eden farklı harfler, ortalamaların genotipler arasında istatistiksel olarak önemli derecede farklılığın olduğunu gösterir(Anova p<0,05, LSD)

* İncelenen karakterde genotipin nematodlu ve nematodsuz uygulamaları arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmaktadır (Anova p<0,05, LSD test).

En yüksek yaş ağırlık Alata 1 (37,15; 47,04), K-6 Taşköprü (25,35; 34,78) ve Taşköprü 56 (24,86; 33,12) genotiplerinde tespit edilmiştir. En düşük yaş ağırlık ise nematod uygulaması yapılanlarda Kahramanmaraş (7,70), Kütahya Pembesi 2017 (9,53) ve Seleksiyon 4 (9,58) nematodsuz olanlarda ise Seleksiyon 4 (11,47), Muğla 3 (12,22), Seleksiyon 137 (12,59) genotiplerinde belirlenmiştir (Çizelge 4.11; Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Soğan sak nematodu (*Ditylenchus dipsaci*) KAS 9 popülasyonunun44 sarımsak genotipinde bitki yaş ağırlığı üzerine etkisi

Soğan sak nematodu (*D. dipsaci*) KAS 9 popülasyonunun 44 sarımsak genotipi üzerindeki nematodlu ve nematodsuz uygulamalarında kuru ağırlıkları üzerine etkileri, Çizelge 4.12'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.12. Soğan sak nematodu (*Ditylenchus dipsaci*) KAS 9 popülasyonunun 44 sarımsak genotipi üzerindeki nematodlu ve nematodsuz uygulamalarında kuru ağırlıkları üzerine etkileri

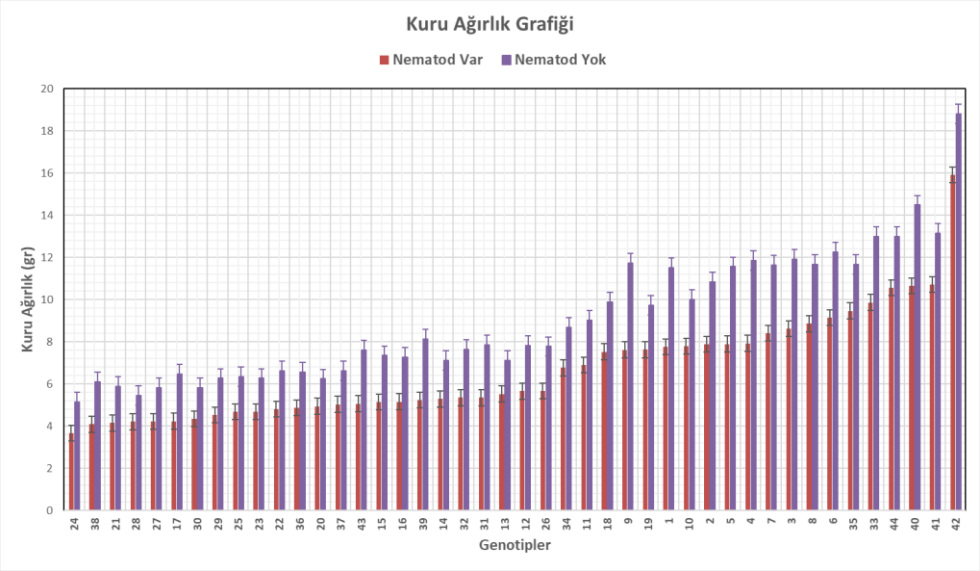
Sıra	Genotipler	Kuru Ağırlık (cm)				Sıra	Genotipler	Kuru Ağırlık (cm)			
No		Nem (+)		Nem (-)		No		Nem (+)		Nem (-)	
1	2-39/6	07,8±0,3	g-ı*	11,5±0,4	c-g	**23**	Muğla 7	04,7±0,5	l-p	06,3±0,6	o-s
2	2-78/11	07,9±0,6	f-ı*	10,8±0,7	e-g	**24**	Seleksiyon 4	03,7±0,4	p*	05,1±0,4	s
3	2-01/6	08,6±0,5	e-h*	11,9±0,4	c-e	**25**	Burgaz 3	04,7±0,2	l-p*	06,3±0,2	m-s
4	1-27/6	07,9±0,7	f-ı*	11,8±0,6	c-f	**26**	Muğla 4	05,7±0,3	j-l*	07,8±0,7	ı-n
5	2-6/12	07,9±0,7	g-ı*	11,6±0,8	d-f	**27**	Adıyaman Beşir	04,2±0,2	n-p*	05,8±0,3	rs
6	2-20/4	09,1±0,2	d-f*	12,3±0,6	c-e	**28**	Seleksiyon 11	04,2±0,2	n-p*	05,4±0,2	s
7	2-65/5	08,4±0,7	e-h*	11,7±0,8	c-f	**29**	Seleksiyon 137	04,5±0,3	l-p*	06,3±0,4	n-s
8	3-64/3	08,9±0,5	d-g*	11,7±0,7	c-f	**30**	Seleksiyon 8	04,4±0,4	m-p*	05,8±0,4	rs
9	2-34/9	07,6±0,4	hı*	11,7±1,0	c-f	**31**	Seleksiyon 3	05,3±0,6	l-n*	07,9±0,8	ı-l
10	2-34/2	07,9±0,2	f-ı*	10,0±0,0	f-h	**32**	Adil Alay	05,3±0,5	l-o*	07,6±0,5	ı-p
11	Reis 10	06,9±0,6	ıj*	09,0±0,5	hı	**33**	Seleksiyon 40	09,9±0,5	b-d*	13,0±0,9	b-d
12	Kütahya Beyazı 2017	05,7±0,5	kl*	07,8±0,7	ı-m	**34**	Germiyan	06,8±0,7	ı-k	08,7±0,5	h-j
13	Seleksiyon 13	05,5±0,5	lm*	07,1±0,3	k-r	**35**	K-6 Taşköprü	09,5±0,3	c-e*	11,7±0,6	c-f
14	Muğla 6	05,3±0,6	l-o	07,1±0,7	k-r	**36**	Muğla 5	04,9±0,3	l-p*	06,6±0,3	l-s
15	Muğla 3	05,1±0,3	l-o*	07,3±0,3	j-q	**37**	A, Karahisar	05,0±0,0	m-o*	06,6±0,2	k-s
16	Seleksiyon 10	05,2±0,2	l-o*	07,3±0,2	j-r	**38**	Balıkesir	04,1±0,3	op*	06,1±0,4	p-s
17	Kahramanmaraş	04,2±0,3	nop*	06,5±0,6	k-s	**39**	Seleksiyon 63	05,2±0,3	l-o*	08,1±0,2	ı-k
18	Muğla 1	07,5±0,5	hı*	09,9±0,7	gh	**40**	Kula	10,6±0,3	bc*	14,5±0,4	b
19	Germencik	07,6±0,5	hı*	09,7±0,5	gh	**41**	Taşköprü 56	10,7±0,7	b*	13,1±0,7	bc
20	Sabahattin Ufuk	04,9±0,3	l-p	06,2±0,7	l-s	**42**	Alata 1	15,9±0,6	a*	18,8±0,7	a
21	Kütahya Pembesi 2017	04,1±0,5	n-p*	05,9±0,3	q-s	**43**	Tunceli Sarımsağı	05,1±0,1	l-o*	07,6±0,3	ı-p
22	Gaziantep/Araban	04,8±0,3	l-p*	06,6±0,3	k-s	**44**	Kaya Sarımsağı	10,6±0,2	bc*	17,7±0,6	a

[1] Her çeşit ve karakter kendi içerisinde değerlendirilmiştir ($p<0.05$)

[2] Aynı sütundaki ortalamaları takip eden farklı harfler, ortalamaların genotipler arasında istatistiksel olarak önemli derecede farklılığın olduğunu gösterir(Anova $p<0,05$, LSD)

* İncelenen karakterde genotipin nematodlu ve nematodsuz uygulamaları arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmaktadır (Anova $p<0,05$, LSD test).

En yüksek kuru ağırlık (sırasıyla nematodlu; nematodsuz) Alata 1 (15,91; 18,81), Taşköprü 56 (10,70; 13,14), Kula (10,64; 14,48) genotiplerinde belirlenmiştir. En düşük kuru ağırlık ise Seleksiyon 4 (3,66; 11,47)'de belirlenirken bunu nematodlu ve nematodsuz olanlarda sırasıyla Balıkesir (4,08), Kütahya Pembesi 2017 (4,14) ve Muğla 3 (12,22), Seleksiyon 137 (12,59) genotiplerinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.12; Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Soğan sak nematodu (*Ditylenchus dipsaci*) KAS 9 popülasyonunun44 sarımsak genotipinde bitki kuru ağırlığı üzerine etkisi

Pang *et al*. (2009) Amerika'nın Idaho eyaletinde yetiştirilen soğanların *Pratylenchus penetrans* ve *Meloidogyne hapla*'ya karşı dayanıklılığını araştırmıştır. Soğan sak nematodunun yulaf, çavdar, fasulye ve yonca ırklarına karşı dayanıklı çeşitler bildirilmiştir (Plowright *et al*. 2002). Ancak dünyada soğan ve sarımsak bitki çeşitlerinin Soğan sak nematoduna dayanıklılıklarını belirlemek için gerçekleştirilmiş çalışmalar sınırlıdır. Gerçekleştirilen tez çalışması yurdumuzda bulunan sarımsak genotiplerinin soğan sak nematoduna dayanıklılığına dair ilk kayıtları sunmuştur. Yavuzaslanoglu (2019; 2020) ve Yavuzaslanoğlu ve Özsoy (2020) yurdumuzda yetiştirilen ticari ve yerel soğan çeşitlerinin soğan sak nematoduna dayanıklılık durumlarını araştırmıştır. Tez çalışmasında olduğu gibi tamamen dayanıklı bir çeşidin bulunmadığını ancak düşük nematod üremesi bulunan çeşitleri tespit etmiştir. Bu durumda soğan ve sarımsak bitkilerinde soğan sak nematodu ile bulaşık alanlarda yetiştirilmek üzere ve ıslah çalışmalarında kullanılmak üzere düşük nematod üremesine sahip çeşitlerin kullanılacağı

görülmektedir. Soğan verimini değerlendirmek için Pang *et al*. (2009) bitki kuru ağırlığını ve Ibrahim (2010) bitki boyu, yaprak sayısı ve yumru ağırlığını kullanmıştır. Islam *et al*. (2007) yumru verimi ile bitki boyu, bitki ağırlığı, yaprak sayısı gibi bitki büyüme parametreleri arasında pozitif korelasyon bulunduğunu bildirmiş ve bütün parametrelerin sera koşullarında toleransın belirlenmesi için kullanılabileceğini belirtmiştir. Tez çalışmasında da soğan sak nematoduna sarımsak genotiplerinin toleransını belirlenmesinde bitki boyu, yumru çapı, yumru ağırlığı gibi parametreler kullanılmıştır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tarımsal üretimde ürün kayıplarına neden olan etmenlerden biri de bitki paraziti nematodlardır. Daha önce yurdumuzda sarımsak yetiştirme alanlarında dağılım gösteren bitki paraziti nematodların belirlenmesi için kapsamlı bir çalışma gerçekleştirilmemiştir. Ülkemizde önemli sarımsak üretim alanlarında verim kayıplarına neden olabilecek bitki paraziti nematod türleri yapılan bu çalışmada saptanmıştır. Nematodlarla mücadelenin oldukça zor olması nedeniyle bölgede zararlı nematodların tespiti, bu nematodlarla savaşım yöntemlerinin geliştirilmesi açısından önemlidir. Bu nematodların zararını aza indirebilmek için ekim nöbeti, sertifikalı tohum kullanılması, dayanıklı çeşit geliştirilmesi, tolerant aşılı fide ve fidanların kullanılması, solarizasyon uygulaması vb. kültürel önlemlerin yanısıra alternatif mücadele yöntemleri uygulanmalıdır. Bu uygulamaların yanısıra bitki paraziti nematodların temiz alanlara bulaşmasını engellemek için iç karantina önlemlerine hassasiyetle uyulmalıdır.

Soğan sak nematodu iç ve dış karantina listesinde bulunan önemli bir nematoddur. Mücadelesi için temiz toprağa temiz tohumluk kullanılmalıdır. Vegetatif olarak üretilen sarımsak bitkisinde nematodlarla bulaşık olmayan üretim materyali oldukça önem arz etmektedir. Bu konuda çiftçilerin yeterli ölçüde bilgilendirilmemesi sebebiyle sarımsak üretim alanlarımızın çoğu bu soğan sak nematoduyla bulaşık hale gelmiştir. Nematodun temiz yerlere yayılmasını önlemek için, temiz sulama suları kullanılmalı, sel ve yağmur sularının önüne geçme çareleri araştırılmalı, soğan ve soğanlı bitki köklerinin topraklarından arındırılması akarsularda yapılmamalıdır. Münavebe yapılacak ise soğan sak nematoduna hassas olmayan bitkiler (havuç, ıspanak, marul) yetiştirilmelidir. Bulaşık yerlerde kullanılan toprak işleme aletleri temizlenmeden kullanılmamalıdır. Ülkemizde Soğan-sak nematoduna karşı ruhsatlı herhangi bir nematisit bulunmamaktadır. Bu etmene karşı kullanılabilecek tek kimyasal ilaç boş saha ilaçlamasında kullanılabilen

toprak fümigantları olup bunların ülkemizde sarımsak üretiminde kullanımı ise yok denecek kadar azdır. Soğan sak nematoduna karşı kullanılabilecek en önemli mücadele aracı dayanıklı çeşitlerdir. Şu an için ülkemizde kullanılan sarımsak genotiplerinin Soğan-sak nematoduna karşı dayanıklılık durumlarıyla ilgili herhangi bir çalışma bulunmamakta ve bu nedenle üreticilere bulaşık alanlarda önerilebilecek çeşitler bilinmemektedir.

Bu çalışma ile yurdumuzda en fazla sarımsak yetiştiriciliğinin yapıldığı Kastamonu, Kahramanmaraş, Gaziantep, Balıkesir ve Aksaray İllerinde bitki paraziti nematodların dağılımı ortaya konulmuştur.

Aynı zamanda soğan, sarımsak, nergis, pırasa, yonca, marul, buğday ve nohut bitkilerinin yurdumuzda karantinaya tabi olan soğan ve sarımsak yetiştirme alanlarında önemli ekonomik kayıplara neden olan soğan-sak nematodunun sarımsak üretim alanlarında dağılış gösteren 4 populasyonuna konukçuluk durumları belirlenmiştir. Konukçu testleme çalışmasında iyi konukçu (üreme oranı 1'den büyük) olan bitkiler; Soğan, Sarımsak, Nergis; zayıf konukçu (üreme oranı 1 ve altında) olan bitkiler; Yonca, Nohut, Buğday, konukçu olmayan (hiç nematod yok) bitkiler; Marul ve Pırasa olarak belirlenmiştir. İncelenen bütün nematod populasyonları literatürde soğan sak nematodunun soğan ırkına benzer reaksiyonlar ortaya koymuşlardır. Yurdumuzda sarımsak yetiştirme alanlarında buluna soğan sak nematodunun soğan ırkına ait olduğu çalışma ile gösterilmiştir. Bunun yanında sarımsak alanlarında soğan sak nematodunun zararını önlemesi için en uygun mücadele yöntemlerinden biri olan rotasyon uygulamaları için zayıf konukçu olan buğday, yonca ve nohut ile konukçu olmayan marul ve pırasa bitkileri önerilebilir.

Yapılan bu tez çalışmasında sarımsak ıslah materyali, yerel çeşidi ve yabani türünü içeren toplam 44 adet sarımsak genotipinin soğan sak nematoduna dayanıklılık reaksiyonları ortaya konulmuştur. Tam olarak dayanıklı genotip bulunmamakla birlikte düşük oranda nematod üremesinin belirlendiği Tunceli Sarımsağı, Kütahya Beyazı 2017, Kütahya Pembesi 2017, Balıkesir, Muğla 7 ve

Muğla 6 genotipleri doğrudan Soğan sak nematodunun bulaşık bulunduğu alanlarda yetiştirilmek için önerilebileceği gibi sarımsak ıslahı için de önemli bir genetik kaynak olarak belirlenmiştir.

Sonuç olarak, bu çalışmasıyla yurdumuzda sarımsak yetiştirme alanlarında ekonomik kayıplara neden olabilecek nematodların tespit edilmesi ile bilime ve yurdumuz ekonomisine büyük katkı sağlanmıştır. Tez çalışmasının devamında sarımsak yetiştirme alanlarında belirlenen bitki paraziti nematodların sarımsak bitkisinde verim kaybının belirlenmesine yönelik çalışmalar yararlı olacaktır.

Tez çalışması ile düşük nematod üreme faktörüne sahip sarımsak genotipleri ve sarımsak bitkisi ile rotasyon için uygun olan marul, pırasa, buğday, nohut ve yonca bitki türlerinin belirlenmesi ile sarımsak yetiştiriciliğinde soğan sak nematodundan kaynaklanan verim ve kalite kayıplarının önüne geçilmesi için tarla koşullarında uygulanabilecek en pratik ve etkili mücadele yöntemlerine yönelik önemli veriler sunulmuştur. Tez çalışmasının devamında düşük üreme oranlı olarak tespit edilen sarımsak genotiplerinin ve zayıf konukçu ve konukçu olmayan olarak belirlenen bitki türlerinin tarla koşullarında doğal soğan sak nematodu populasyonu üzerinde etkinliklerinin gözlenmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Anonim, 2016a. http://www.tarim.gov.tr/GKGM/Belgeler/sogan-sarımsak.pdf.

Anonim, 2016b. http://www.sarimsak.gen.tr/sarimsak-ekimi.html.

Abawi, G.S., Moktan, K., 2010. Bloat Nematode Problem on Garlic: Symptoms, Distribution and Management Guidelines. Cornell University, Geneva, NY 14456.

Abivardi, C., Sharafeh, M., 1973. The Alfalfa Stem Nematode, *Ditylenchus dipsaci* (Kühn 1857) Filipjev 1936 as an Important Threat for Cultivation of Alfalfa in Iran. Nematologia Mediterranea, 1(1): 22-27.

Akar, Z.M., Genç N., Terzi B.,Yavuzaslanoğlu E., Ateş Sönmezoğlu Ö., 2018. Molecular Characterization of *Ditylenchus dipsaci* n. sp. from Turkey. 1st International Eurasian Conference on Biological and Chemical Sciences (EurasianBioChem 2018), 367 (Özet Bildiri/Sözlü Sunum) (Yayın No:4331310)

Akgül, H.C., Ökten, M.E., 1997. Çankaya İlçesindeki (Ankara) Bazı Çim Alanlarda Bulunan Tylenchida (Nematoda) Türleri Üzerinde Taksonomik Araştırmalar. Türk. Entomol. Derg., 1997, 21 (3): 173-177 ISSN 1010-6960

Alkan, B., 1962. Türkiye'de Zararlı Nematod Faunası, Bitki Koruma Bülteni, 2 (12), 1726.

Andaloussi, A.F., Bachikh J., 2001. Studies on the Host Range of *Ditylenchus dipsaci* in Morocco. Nematol. mediI. 29: 51-57

Augustin, B., R.A., Sikora., 1989. Gesunde Pflanzen 5: 189-192.

Ateş Sönmezoğlu, Ö., Yavuzaslanoğlu E., Akar, Z. M., Öcal, A., Genç, N., Terzi, B., 2019. Molecular Characterization of *Ditylenchus dipsaci* on Garlic in Turkey. Journal of Plant Diseases and Protection, Doi: 10.1007/s41348-019-00288-8 (Yayın No: 5873344)

Aytan, Ediz, S., 1978. Bitki Paraziti Nematodlar. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü. Ankara Bölge Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Yayınları, Mesleki Eserler Serisi, No:37.s 47-48

Becker, W.F., 1993. Occurence of the nematode *Ditylenchus dipsaci* in on onion crop following garlic on the Catarinense Plateau. Agropecuria Catarinense, 6(1), 4446

Beşirli, G., 2005. Kastamonu Sarımsağının (*Allium sativum* L.) Seleksiyon Yoluyla Islahı ve Seçilen Klonda Işınlama Yoluyla Mutasyon Yaratma. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 47 s.

Beşirli, G., Yanmaz, R., 2007. Klon Seleksiyon Yöntemi ile Sarımsakta Çeşit Geliştirme. VI. Sebze Tarımı Sempozyumu, 19-22 Eylül 2006, KSÜ Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Kahramanmaraş, s. 39-43.

Beşirli, G., Göçmen, M., Yanmaz, R. ve Kantoğlu, K.Y., 2007. Bazı Sarımsak Genotiplerinin (*Allium sativum* L.) ve Mutantlarının RAPD Belirleyicileri ile Tanımlanması. VI. Sebze Tarımı Sempozyumu, 19-22 Eylül 2006, KSÜ Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Kahramanmaraş. S 49-54.

Brown, D.J.F., Robinson, W.M. and Trudgill, D.L., 1995. Transmission of viruses by plant nematodes. Annual Review of Phytopathology, 33: 223-249.

Brzeski, M.W., 1991. Review of the genus *Ditylenchus* Filipjev, 1936 (Nematoda: Anguinidae). Revue. Nematol., 14 (1): 9-59.

Chitambar, J., 2003. Preparing Carrot Discs for Nematode Culture, (http://plpnemweb.ucdavis.edu/nemaplex/methosd/CarrotDisc.htm)

Çalış, G., 2018. Bazı bitki türlerinin soğan sak nematodu (*Ditylenchus dipsaci*) soğan ırkına konukçuluk durumlarının belirlenmesi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyomühendislik Anabilim Dalı, Karaman, 98 sayfa.

Dikici, A., Yavuzaslanoglu, E., 2012. Distribution of nematodes related to onion cropping in Karaman Province in Turkey. In: Proceedings of 31st International Symposium of European Society of Nematologists, 23-27 September 2012, Adana, Turkey, pp. 192.

Dikici, A., 2014. Karaman İli Soğan Yetiştirme Alanlarında Önemli Bitki Paraziti Nematodların Belirlenmesi ve Soğan Sak Nematodu; *Ditylenchus dipsaci*'nin Biyolojisi İle Kültürü Üzerine Çalışmalar. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 73 s.

Dikici, A., Yavuzaslanoğlu, E. ve Elekcioğlu, İ.H., 2014. Soğan Sak Nematodu (*Ditylenchus dipsaci*) (Kühn, 1857) (Tylenchida: Anguinidae)'nun Karaman İlinde Soğan (*Allium cepa* L.) Bitkisinde Populasyon Değişiminin Araştırılması. Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi, 7 (1): 20-23. (Yayın No: 1867523)

Douda, O., 2005. Host Range and Growth of Stem and Bulb Nematode (*Ditylenchus dipsaci*) Populations Isolated from Garlic and Chicory. Department of Entomology, Division of Plant Medicine, Research Institute of Crop Production, Prague-Ruzyně, Czech Republic. Plant Protect. Sci. Vol. 41, No. 3: 104-108.

Ecevit, O., Akyazı, F., 2010. Bitki Paraziti Nematodlar, Ordu Üniversitesi Yayınları, No: 1, 360 s.

EPPO, 2020. *Ditylenchus dipsaci*(DITYDI), https://gd.eppo.int/taxon/DITYDI (Erişim Tarihi: 06.07.2020)

Etoh, T., Simon, P.W., 2002. Diversity, Fertility and Seed Production of Garlic. In Rabinowitch HD and Currah L (Eds.). *Allium* Crop Sciences: Recent Advances. Wallingford, UK: CAB International: 101-118.

FAOStat 2018, garlic production statistics, http://www.fao.org/statistics/en/, (Erişim tarihi: 06.07.2020)

German, E.V, Sagitov, A.O., 1983. Stem Nematodes of Kazakhstan. Steblevye Nematody Sel'skokhozyaistvennykh Kul'tur i Mery Bor'by s Nimi. (Materialy Simpoziuma, Voronezh, 27-29 Sentyabrya 1983 g.), 56-59.

Gvaladze, G.E., 1961. The Embriyology of the Genus *Allium* L. Bulletin of the Academy of Sciences of the Georgian SSR 26: 193-200 (in Russian).

Holterman, M., Wurff, A., Elsen, S., Megen, H., Bongers, T., Holovachov, O. ve Helder, J.B.J., 2006. Phylum-Wide Analysis of SSU rDNA Reveals Deep Phylogenetic Relationships among Nematodes and Accelerated Evolution towards Crown Clades. Molecular Biology and Evolution, 23(9):1792-1800.

Hooper, D. J. 1984. Observations on stem nematode, *Ditylenchus dipsaci*, attacking field beans, Viciafaba. Rolhamsled Rep Part 2, 239-260.

Hooper, D.J., 1986. Extraction of Free Living Stages From Soil. In: Southey, J.F. (ed). Laboratory Methods for Work with Plant Soil Nematodes. Her Majesty's Stationary Office, London: 5-30.

Hunt, D.J. 1993. Aphelenchida, Longidoridae and Trichodoridae: their systematics and bionomics. Cabi Publishing, UK. p. 384

Ibrahim, N.D. 2010. Growth and yield of onion (*Allium cepa* L.) in Sokoto, Nigeria. Agriculture and Biology Journal of North America 1: 556-564.

Islam, M.K., Alam, M.F and Islam, A.K.M.R. 2007. Growth and yield response of onion (*Allium cepa* L.) genotypes to different levels of fertilizers. Journal of Botany 36: 36-37

İpek, M., 2003. Comparative Analysis of Genetic Diversity in Garlic (*Allium sativum* L.) Using AFLP, RAPD, and Isozyme Markers and Characterization of a Cytoplasmic Marker Associated with the Bolting Phenotype. PhD Thesis, University of Wisconsin-Madison.

Janssen, G.J.W., 1994. The Relevance of Races in *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev, the Stem Nematode. Fundamental and Applied Nematology, 17: 469-473.

Jones, H.A. and Mann, L.K. 1963. Onions and Their Allies. Leonard Hill Books, London.

Kepenekci, İ. 2014. Plant parasitic nematodes (Tylenchida: Nematoda) in Turkey. Pakistan Journal of Nematology, 32(1): 11-31

Kotthoff, V.P., 1937. Für Deutschland neve wirtzpflanzen der *Anguillulina dipsaci* (Kühn). Ana. F. Schadlingskunde, 13: 60-63

Kühnhold, V., Kiewnick, S., Sikora, R. A., 2006. Development of an in vivo Bioassay to Identify Sugar Beet Resistance to the Stem Nematode *Ditylenchus dipsaci*. Nematology, 8: 641-645.

Maggenti, A.R., 1991. Nemata: Higher Classification. In: Nickle, W.R., (Ed), 1991. Manual of Agricultural Nematology. Marcel Dekker, Inc., 147-187.

Marek, M., Zouhar, M., Rysanek, P. and Havranek, P., 2005. Analysis of ITS Sequences of Nuclear rDNA and Development of a PZR-based Assay for The Rapid Identification of the Steam Nematode *Ditylenchus dipsaci* (Nematoda: Anguinidae) in Plant Tissues. *Helminthologia*, 42(2): 49-56.

Marek, M., Zouhar, M., Douda, O., Mazakova, J. ve Rysanek, P., 2010. Bioinformatics-Assisted Characterization of The ITS1-5-8S-ITS2 Segments of Nuclear rRNA Gene Clusters and Its Exploitation in Molecular Diagnostics of European Crop-Parasitic Nematodes of the Genus *Ditylenchus*. *Plant Pathology*, 59: 931-943.

Mennan, S., 2001. Amasya Suluova İlçesi Soğan Ekim Alanlarında Soğan Sak Nematodu *Ditylenchus dipsaci* (Kühn, 1857) (Nematoda: Tylenchida: Anguinidae) Popülasyonunun Bitki Koruma Yönünden Araştırılması. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Samsun.

Mennan, S., Ecevit, O., 2002. Farklı Preparatların *Ditylenchus dipsaci* (Kühn, 1857) (Nematoda: Tylenchida: Anguinidae) Soğan Irkına Karşı Etkinliği Üzerinde Araştırmalar. O. M. Ü. Zir. Fak. Dergisi, 17 (1): 20-24.

Mennan, S., 2005. “Soğan sak Nematodu (*Ditylenchus dipsaci*) (Kühn 1857) (Tylenchida:Anguinidae)’nun Soğan (*Allium cepa* L.)’daki Zararına, Ekim Zamanı ve Populasyon Yoğunluğunun Etkileri,” Türkiye Entomoloji Dergisi, 29 (3): 215-224

Miyagawa, S.T., Lear, B., 1970. Factors Influencing Survival of *Ditylenchus dipsaci* (Kühn, 1857) in Soil. Journal of Nematology, 2 (2): 139-142.

Mkrtchvan, R.S., 1983. Susceptibility of Various Crops to the Stem Nematode of Onion and Garlic in the Ararat Valley in the Armenian SSR. Steblevye Nematody Selskokhozyainstvennyk Kultur İ Mery Borbys Nimi. 143-147.

Mollow, D.S., Subbotin, S.A., Rosen, C., 2012. First report of Ditylenchus dipsaci on garlic in Minnesota, Plant Diseases, 96(11):1707.

Mwaura, P., Niere, B., Vidal, S., 2015. Resistance and Tolerance of Potato Varieties to Potato Rot Nematode (*Ditylenchus destructor*) and Stem Nematode. Annals of Applied Biology, 166 (2), 257-270. http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/aab.12180

Neher, D. A., Weicht, T.R., Savin, M., Görres, J. H. and Amador, J. A., 1999. Grazing in a Porous Environment. 2. Nematode Community Structure. Plant and Soil 212: 85-99.

Novak, F.J. 1990. Allium Tissue Culture. In: Rabinowitch HD. & Brewster JL (Eds) Onions and Allied Crops, Vol 1 (pp. 233-250). CRC press, Boca Raton, Florida, USA.

Ökten, M.E., Kepenekci, İ. ve Akgül, H.C. 2000. Distribution and host association of plant parasitic nematodes (Tylenchida) in Turkey. Pakistan Journal of Nematology, 18 (1-2): 79-106.

Öztürk, G., Ökten, M.E., 1996. The Species of Tylenchida (Nematoda), Found in the Onion Growing Areas of Central Anatolia, J. Turk. Phytopth., 25(1-2): 77-81.

Pang, W., Hafez, S.L., Sundararaj, P. 2009. Screening of onion cultivars for resistance and tolerance to *Prtylenchus penetrans* and *Meloidogyne hapla*. Nematropica 39: 47-55.

Pehlivan, E., 1994. Nematoloji. E.Ü. Ziraat Fak. Yay., Ders Notları No:35, 78

Plowright, R. A., Caubel, G., Mizen, K. A. 2002. *Ditylenchus* species, Plant resistance to parasitic nematodes. Eds: Starr, J.L., Cook, R., Bridge, J., Wallingford, UK, CABI Publishing, pp. 107-139

Roberts, P. A., and Grathead, S. A. 1986. Control of *Ditylenchus dipsaci* in infected cloves by nonfumigant nematicides. Journal of Nematology 18: 66-73.

Saeed, M.R.M., 2015. Plant-Parasitic Nematodes Associated with Garlic in Yemen. Egypt. J. Agronematol., 14 (1): 37-44

Saltukoğlu, M.E. 1974. Taxonomical and Morphological Study of Tylenchida (Nematoda) From the Istanbul Area (Turkey). State University of Gent, Belgium. (Doktora Tezi)

Sambrook, J., Fritsch, E.F. ve Maniatis, T., 1989. Molecular Cloning: A Laboratory Manual. New York, US: Cold Spring Harbor Laboratory Press.

Seinhorst, J.W., 1957. Some aspects of the biology and ecology of stem eelworms. Nematologica, II, 353-361.

Seinhorst, J.W., 1959. A rapid Method for the Transfer of Nematodes from Fixative to Anhydrous Glycerin. Nematologica, 4: 67-69.

Shavrov, G.N., 1983. *Ditylenchus* Infestation of Onion and Garlic in the Central Chernozem Zone. Steblevye Nematody Selskokhozyainstvennyk Kultur i Mery Borbys Nimi, pp:137-143.

Shubina, L.V.,1992. Study of host range of the onion and garlic strains of stem nematodes, depending on soil and climatic. Trudy Gelminologicheskoi Lab., No: 39, pp: 201-206.

Siddiqi, M.R. 2000. Tylenchida parasites of plants and insects. CABI Publishing, London, UK, 833 pp.

Silva, J.F.V., Carneiro, R.G., 1992. Survey of *Ditylenchus dipsaci* in Garlic Areas in the Parana State. Nematologia Brasileira, 16 (1-2): 1-5.

Southey, J.F., 1957. Obvervation of races of *Ditylenchus dipsaci* infesting bulbs. Journal of Helminthology, Vol: XXXI, No:112: 39-46.

Southey, J.F., 1986. Laboratory Methods for Work With Plant and Soil Nematodes, (Sixth edition) Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Reference Book 42, HMSO., London.

Sturhan D, Brzeski MW (1991) Stem and bulb nematodes, *Ditylenchus* spp. In: NickleWR (Ed) Manual of Agricultural Nematology, New York: Marcel Dekker Publications, pp: 423–465.

Subbotin, S.A., Madani, M., Krall, E., Sturhan, D., Moens, M., 2005. Molecular Diagnostics, Taxonomy, and Phylogeny of the Stem Nematode *Ditylenchus dipsaci* Species Complex Based on the Sequences of the Internal Transcribed Spacer-rDNA. Phytopathology, 95: 1308-1315.

Takagi, H., 1990. Garlic (*Allium sativum* L.) In: J.L. Brewster & H.D. Rabinowitch (Eds.), Onions and Allied Crops, III, pp. 109-146. Biochemistry, Food Science and Minor Crops. CRC Press Inc, Boca Raton, Florida.

Thomas, P.R., 1981. Migration of *Longidorus elongatus*, *Xiphinema diversicaudatum* and *Ditylenchus dipsaci* in Soil. Nematologia Mediterranea, 9: 75-81.

Thorne, G., 1961. Principles of Nematology, New York, 553 pp.

Trudgill, D.L., 1998. Management Of Plant Parasitic Nematodes. SCRI Annual Report, pp: 66-82.

Tunçdemir, Ü. 1983. Samsun Bölge Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Bölgesi Kenevir (*Cannabis sativa* L.)'lerinde Zarar Yapan Önemli Bitki Paraziti Nematodları, Tanımları, Zararları, Bulaşma Yolları, Yayılışları ve Konukçuları Üzerinde Araştırmalar. Samsun Böl. Zirai. Müc. Arş. Ens. Araştırma Eserleri Serisi, No: 29,40s.

TÜİK, 2020. www.tuik.gov.tr (Erişim Tarihi: 06.07.2020)

Uzmay, A., Durmaz, S., Örümlü, A.E., 2001. Mordoğan'da Nergis (*Narcissus poeticus*) Yetiştiriciliği Sorunları Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 38(1): 39-46.

Viglierchio, D. R. 1971. Race genesis in *Ditylenchus dipsaci*. Nematologica 17: 386-392.

Vovlas, N., Troccoli, A., Palomares-Rius, J. E., De Luca, F., Liébanas, G., Landa, B. B.ve Castillo, P., 2011. *Ditylenchus gigas* n. sp. Parasitizing Broad Bean: A New Stem Nematode Singled out from the *Ditylenchus dipsaci* Species Complex Using a Polyphasic Approach with Molecular Phylogeny. *Plant Pathology*, 60 (4): 762-775.

Vrain, T.S., Wakarchuk, D.A., Levesque, A.C. ve Hamilton, R.I., 1992. Interspecific rDNA Restriction Fragment Length Polymorphism in the *Xiphinema americanum* Group. *Fundamental and Applied Nematology*,16, 563-573.

Weischer, B. 1993. Nematode-Virus İnteractions, In Nematode Interactions (ed. Khan, M.W.), Chapman and Hall, London, Glasgow, New York, Tokyo, Melbourne, Madnas. 217-231 p.

Whitehead, A. G., 1994. Effects of Cultivar, Carbofuran and Row Spacing on the Incidence of Stem and Leaf Nematodes (*Ditylenchus dipsaci* and *Aphelenchoides ritzema-Bosi*) in Lucerne (*Medicago Sativa*) and on Lucerne Herbage Yield. Journal of Agricultural Science, 122: 255-230.

Williams, T. A., Cook, R., Mizen, K. A., Abberton, M. T., 2005. Evaluation of a White Clover Variety with Increased Resistance to Stem Nematode (*Ditylenchus dipsaci*) Under Sheep Grazing and Cutting. Page 74 In: O'Mara, F. P., Wilkins, R. J., 'T Mannetje, L., Lovett, D. K., Rogers, P. A. M., Boland, T. M. (Eds). Proceedings of the XX International Grassland Congress, Dublin, 26th June-1st July 2005. 978-90-76998-81-7

Wright D.J., Perry R.N., 2006. Reproduction, Physiology and Biochemistry. In Plant Nematology, pp. 187-209. Eds R.N. Perry and M. Moens. Wallingford, UK: CABI.

Yavuzaslanoğlu, E., Dikici, A., Elekcioğlu, İ.H., 2015. Effect of *Ditylenchus dipsaci* (Kühn, 1857), (Tylenchida: Anguinidae) on Onion field in Karaman Province, Turkey. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 39: 227-233

Yavuzaslanoğlu, E., Ateş Sönmezoğlu, Ö., Genç N., Akar, Z.M, Terzi, B., 2018. Molecular characterization of *Ditylenchus dipsaci* on Onion in Turkey. European Journal of Plant Pathology, 151, 195-200., Doi: 10.1007/s10658-017-1366-7 (Yayın No: 4611631)

Yavuzaslanoğlu, E., 2019. Resistance and Tolerance of Commercial Onion Cultivars to Stem and Bulb Nematode *Ditylenchus dipsaci*. Tarım Bilimleri Dergisi-Journal of Agricultural Sciences, 25, 409-416. Doi: 10.15832/ankutbd.440179 (Yayın No: 5873300)

Yavuzaslanoğlu, E., Ateş Sönmezoğlu, Ö., Genç, N, Akar, Z.M., Öcal, A., Karaca, M.S., Elekcioğlu, İ.H., Özsoy, V.S., Aydoğdu M., 2019. Occurrence and abundance of nematodes on onion in Turkey and their relationship with soil physicochemical properties. Nematology, 21(10): 1063-1079.

Yavuzaslanoğlu, E., Özsoy, V. S., 2020.Resistance reactions of onion landraces collected from Turkey to the stem and bulb nematode *Ditylenchus dipsaci*, *Mediterranean Agricultural Sciences*, 33, 2: 195-199.

Yu, Q., Tenuta, M. and Sun, Fengcheng, S., 2017. The Genus *Ditylenchus* (Tylenchida: Anguinidae) in Canada, 32nd ESN Symposium, p. 167, 28 August - 1 September, Braga, Portugal.

Yüksel, H., 1958. İç Anadolu Soğanlarında İlk Defa Tespit Edilen Sak ve Soğan Nematodu (*Ditylenchus dipsaci*), Tomurcuk, 77: 5-6.

Zouhar, M., Marek, M., Douda, O., Mazakova, J. and Rysanek, P., 2007. Conversion of Sequence-Characterized Amplified Region (SCAR) Bands into High-

Throughput DNA Markers Based on RAPD Technique for Detection of the Stem Nematode *Ditylenchus dipsaci* in Crucial Plant Hosts. *Plant Soil Environment*, 53(3): 97-104.

ÖZGEÇMİŞ

Diyarbakır ili Ergani ilçesinde 1979 yılında doğdu. İlk ve orta öğrenimini Ergani'de, lise öğrenimini ise 1997 yılında Aydın Söke Ziraat Teknik Lisesinde tamamladı. Gaziantep İl Tarım Müdürlüğünde 1998 yılında ziraat teknisyeni olarak göreve başladı. Muğla Üniversitesi Ortaca MYO Bahçe Ziraatı proğramından 2002 yılında mezun oldu. Diyarbakır Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü emrine 2003 yılında naklen geçti. Lisans eğitimini Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümünde 2006 yılında, Yüksek Lisans eğitimini ise Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim dalında 2012 yılında tamamladı. Aynı yıl Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne naklen atandı. Doktora eğitimine Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim dalında 2014 yılında başladı. Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsüne 2016 yılında atandı. Halen Enstitünün Bitki Sağlığı Bölümü Nematoloji Laboratuvarında Mühendis olarak çalışmaktadır.

EKLER

EK-1. Soğan sak nematodu (*D. dipsaci*) KAS9 popülasyonunun 44 sarımsak genotipi üzerindeki üreme durumu ve genotiplerin nematodlu ve nematodsuz uygulamalarında bitki boyu, baş boyu, baş çapı, yaş ağırlık ve kuru ağırlıkları

Sıra	Genotipler	Bitki Boyu (cm)		Baş Boyu (cm)		Baş Çapı (cm)		Yaş Ağırlık (g)		Kuru Ağırlık (g)		Üreme Faktörü (RF)	
1	2-39/6	41,9±0,8	mn*[1,2]	46,1±0,3	n-s	35,9±1,2	b*	40,5±1,6	b-d	34,7±0,6	c-e*	41,1±1,1	cd	20,8±0,8	c*	29,7±0,5	cd	07,8±0,3	g-ı*	11,5±0,4	c-g	09,2±0,9	b-d
2	2-78/11	46,7±0,9	jk*	52,0±1,2	lm	30,5±1,3	e-j*	36,0±1,4	d-ı	38,9±1,7	b	42,2±1,2	bc	19,6±0,4	c-e*	22,6±1,0	fg	07,9±0,6	f-ı*	10,8±0,7	e-g	07,5±0,9	b-j
3	2-01/6	55,6±0,9	e-g*	59,4±0,8	ef	35,3±0,7	b*	38,7±0,6	c-e	35,2±0,4	cd*	41,9±0,7	bc	20,3±0,3	c*	24,7±0,3	f	08,6±0,5	e-h*	11,9±0,4	c-e	07,6±0,9	b-ı
4	1-27/6	37,0±0,6	q*	40,9±0,7	t	31,7±0,6	ef*	34,9±0,6	e-k	30,1±0,7	ı-l*	34,9±0,7	f-k	16,5±0,7	g*	21,9±1,1	fg	07,9±0,7	f-ı*	11,8±0,6	c-f	07,1±1,3	c-k
5	2-6/12	36,9±0,6	q*	40,8±1,0	t	31,9±0,7	d-f*	35,6±1,1	e-j	33,0±0,9	ef*	36,7±0,9	e-g	16,1±0,7	g*	20,4±0,9	gh	07,9±0,7	g-ı*	11,6±0,8	d-f	05,9±1,5	e-m
6	2-20/4	51,6±0,9	hı*	58,9±1,5	e-h	34,9±0,8	b*	40,3±0,6	c	36,1±0,8	c*	40,7±1,2	cd	19,5±1,1	cd*	24,7±1,6	f	09,1±0,2	d-f*	12,3±0,6	c-e	10,0±1,2	ab
7	2-65/5	46,2±0,8	jk*	53,4±0,9	j-l	31,5±1,0	e-g*	36,8±1,2	c-g	30,6±0,7	g-k*	33,8±0,6	h-m	17,5±1,2	d-g	24,9±3,6	ef	08,4±0,7	e-h*	11,7±0,8	c-f	09,4±2,4	b-d
8	3-64/3	42,5±0,5	mn*	48,1±0,9	n-p	32,4±0,7	c-e*	34,8±0,6	e-k	33,3±0,6	d-f*	36,5±1,2	e-g	16,7±1,0	fg*	21,6±1,0	g	08,9±0,5	d-g*	11,7±0,7	c-f	08,0±2,8	b-h
9	2-34/9	39,8±0,9	op*	45,3±0,7	q-s	34,8±1,5	bc	38,0±1,1	c-f	34,8±0,3	c-e	38,0±1,5	e	19,0±0,9	c-e*	27,9±1,2	de	07,6±0,4	hı*	11,7±1,0	c-f	07,0±1,8	c-l
10	2-34/2	41,8±0,9	m-o*	49,0±0,9	m-o	34,9±0,9	b-d	37,8±1,1	c-g	34,9±0,6	c-e	37,7±1,1	d-f	17,0±0,3	d-g*	22,8±0,5	fg	07,9±0,2	f-ı*	10,0±0,0	f-h	06,7±1,1	b-m
11	Reis 10	55,5±0,8	e-g*	62,5±1,0	cd	31,2±0,5	e-h*	35,7±0,6	e-ı	32,3±0,4	fg*	36,1±0,6	e-h	12,9±0,7	hı*	17,5±0,5	h-k	06,9±0,6	ıj*	09,0±0,5	hı	08,5±0,6	b-f
12	Kütahya Beyazı 2017	57,6±0,6	d*	66,0±0,5	b	25,6±0,5	m-o*	29,3±0,7	no	28,8±0,6	j-o*	31,6±0,4	l-o	10,5±0,8	k-p*	13,8±0,7	l-p	05,7±0,5	kl*	07,8±0,7	ı-m	03,2±0,4	mn
13	Seleksiyon 13	46,5±0,9	jk*	55,1±0,6	ı-k	29,1±1,3	g-k	32,1±0,9	ı-o	29,2±1,0	ı-n*	32,8±0,6	j-n	12,5±0,9	3h-k	14,4±0,8	l-p	05,5±0,5	lm*	07,1±0,3	k-r	05,6±0,7	g-n
14	Muğla 6	46,0±0,7	jk*	55,8±1,1	ıj	35,2±1,1	b	38,4±1,1	c-f	33,3±0,9	d-f*	36,7±1,1	e-g	12,2±1,2	h-m	14,0±0,8	l-p	05,3±0,6	l-o	07,1±0,7	k-r	04,1±0,5	k-n
15	Muğla 3	56,8±0,3	d-f*	65,9±0,5	b	29,2±0,6	g-k*	31,3±0,6	k-o	25,8±0,5	p-s*	28,2±0,5	qr	10,9±0,6	ı-p	12,2±0,3	op	05,1±0,3	l-o*	07,3±0,3	j-q	05,8±0,5	e-m
16	Seleksiyon 10	47,2±0,8	j*	54,9±0,7	ı-k	29,7±0,5	f-k*	34,9±0,7	e-k	29,9±0,6	ı-l*	32,4±0,8	k-n	11,5±0,8	ı-p*	14,8±0,7	j-o	05,2±0,2	l-o*	07,3±0,2	j-r	07,1±0,4	c-k
17	Kahraman maraş	46,0±0,5	jk*	55,1±0,4	ı-k	30,2±1,0	e-j	32,1±0,6	ı-o	21,1±0,7	u*	28,4±1,4	qr	07,7±0,5	q*	13,1±0,6	m-p	04,2±0,3	nop*	06,5±0,6	k-s	04,8±1,2	ı-n
18	Muğla 1	55,9±0,5	d-f*	64,3±0,8	bc	37,1±1,0	b	38,2±0,8	c-f	33,1±0,4	d-f*	35,5±0,4	e-h	16,4±1,1	g	18,6±1,1	hı	07,5±0,5	hı*	09,9±0,7	gh	09,6±0,9	bc
19	Germencik	55,0±0,7	fg*	61,5±0,9	de	31,8±0,5	ef*	35,9±0,6	d-ı	32,2±0,6	f-h*	35,4±0,8	f-ı	17,3±0,7	e-g*	21,9±0,9	fg	07,6±0,5	hı*	09,7±0,5	gh	06,6±1,1	d-l
20	Sabahattin Ufuk	47,4±0,5	j*	54,8±0,7	ı-l	29,0±1,2	g-k*	33,9±0,5	f-n	28,4±0,8	k-o	30,8±0,5	m-r	10,6±0,4	j-p	13,2±1,2	l-p	04,9±0,3	l-p	06,2±0,7	l-s	05,5±0,4	f-n
21	Kütahya Pembesi 2017	57,3±0,6	de*	65,7±1,1	b	22,1±0,6	p*	28,3±1,2	o	30,9±0,8	g-ı*	34,7±0,5	f-k	09,5±0,5	pq*	14,7±0,5	j-o	04,1±0,5	n-p*	05,9±0,3	q-s	03,2±0,9	mn
22	Gaziantep/ Araban	59,5±0,9	c*	66,7±0,9	ab	28,7±0,7	ı-k*	30,9±0,7	l-o	29,2±0,5	ı-n*	32,1±0,7	l-n	11,9±0,7	h-o	14,4±1,0	l-p	04,8±0,3	l-p*	06,6±0,3	k-s	07,7±0,9	b-ı
23	Muğla 7	42,9±0,7	m*	47,6±0,8	n-q	30,7±0,6	e-ı*	33,8±1,0	g-l	27,5±0,6	n-p	29,1±0,7	o-r	10,1±0,5	m-p*	13,1±0,9	m-p	04,7±0,5	l-p	06,3±0,6	o-s	04,1±0,8	lmn
24	Seleksiyon 4	41,9±0,7	mn*	45,9±0,8	o-r	27,5±0,9	k-m	30,2±0,8	l-o	28,8±0,8	jk-o	30,9±0,5	n-p	09,6±0,9	pq	11,5±0,9	p	03,7±0,4	p*	05,1±0,4	s	05,7±0,4	f-m
25	Burgaz 3	50,6±0,8	ı*	59,3±1,2	e-g	25,1±0,7	no*	28,7±0,7	o	30,7±0,8	g-j*	35,1±0,7	f-j	11,6±0,5	ı-p*	14,9±0,4	j-o	04,7±0,2	l-p*	06,3±0,2	m-s	04,3±0,8	k-n
26	Muğla 4	52,9±0,5	h*	59,5±1,2	e	31,2±1,2	e-h*	35,5±1,1	e-j	26,9±0,7	o-r*	29,4±0,7	o-q	11,5±0,8	ı-p	13,3±0,6	l-p	05,7±0,3	j-l*	07,8±0,7	ı-n	05,0±0,7	h-n
27	Adıyaman Beşir	47,6±0,5	j*	54,5±0,4	ı-l	29,0±1,5	g-k	31,8±1,5	j-o	24,7±1,1	st*	28,7±0,9	p-r	09,9±0,4	op*	13,9±0,9	l-p	04,2±0,2	n-p*	05,8±0,3	rs	05,5±0,7	g-n
28	Seleksiyon 11	36,9±0,6	q*	44,3±0,8	rs	25,9±1,2	l-o	29,8±1,3	no	25,2±1,0	q-t	28,4±1,2	qr	10,2±0,5	l-p*	12,9±0,7	m-p	04,2±0,2	n-p*	05,4±0,2	s	05,5±0,7	g-n
29	Seleksiyon 137	36,8±0,5	q*	44,4±0,5	rs	29,2±0,6	g-k*	33,7±0,6	g-m	28,9±1,1	ı-o*	33,0±1,1	ı-n	09,9±0,5	n-p*	12,6±0,5	n-p	04,5±0,3	l-p*	06,3±0,4	n-s	05,9±0,8	e-m

(EK 1'in devamı)

30	Seleksiyon 8	40,9±0,6	n-p*	46,6±0,4	n-r	28,9±0,8	h-k*	32,8±0,8	h-n	29,5±0,7	ı-m*	34,1±0,7	h-l	10,2±0,5	m-p*	14,9±0,5	j-o	04,4±0,4	m-p*	05,8±0,4	rs	05,9±0,4	e-m
31	Seleksiyon 3	39,0±0,5	p*	45,4±0,6	q-s	30,9±0,6	e-ı*	35,6±0,5	e-j	30,7±0,7	g-j*	35,3±0,7	f-j	10,9±0,6	ı-p*	15,0±0,6	j-o	05,3±0,6	l-n*	07,9±0,8	ı-l	06,9±0,8	c-l
32	Adil Alay	39,3±1,1	p*	45,5±1,2	p-s	25,7±0,7	l-o*	29,6±0,4	m-o	27,4±0,4	m-q*	30,8±0,4	n-q	10,8±0,3	ı-p*	14,3±0,7	k-p	05,3±0,5	l-o*	07,6±0,5	ı-p	08,3±0,9	b-g
33	Seleksiyon 40	39,8±0,5	op*	43,3±1,0	st	28,0±0,5	j-m*	32,7±1,5	ı-n	28,9±0,7	ı-o*	33,8±0,7	h-m	18,8±0,5	c-f*	23,3±0,7	fg	09,9±0,5	b-d*	13,0±0,9	b-d	12,7±1,8	a
34	Germiyan	42,4±0,9	mn*	49,1±0,4	n	24,1±0,7	op	21,6±6,4	p	24,9±0,6	r-t*	27,9±0,9	r	12,8±0,7	h-j*	16,1±0,6	ı-m	06,8±0,7	ı-k	08,7±0,5	h-j	08,7±1,8	b-e
35	K-6 Taşköprü	45,1±0,7	kl*	52,7±2,5	kl	30,0±1,4	e-j*	36,6±1,4	c-h	30,8±0,7	g-j*	35,2±0,9	f-j	25,4±0,9	b*	34,8±1,8	b	09,5±0,3	c-e*	11,7±0,6	c-f	07,8±0,6	b-h
36	Muğla 5	46,4±0,9	jk*	56,8±0,7	g-ı	32,3±0,8	de	35,7±1,3	e-ı	28,5±0,9	l-o*	32,8±0,9	j-n	10,1±0,6	m-p*	13,1±0,8	m-p	04,9±0,3	l-p*	06,6±0,3	l-s	04,4±0,4	j-n
37	A. Karahisar	53,6±0,9	gh*	60,9±0,8	de	29,6±0,4	f-k*	33,3±0,7	g-n	30,0±0,5	h-l*	34,1±0,4	g-l	12,5±0,9	h-l*	16,1±0,7	ı-m	05,0±0,0	m-o*	06,6±0,2	k-s	06,3±0,5	d-m
38	Balıkesir	50,9±0,6	ı*	56,9±0,6	f-ı	24,4±0,7	op*	30,1±0,6	l-o	23,3±0,9	t*	28,8±0,5	p-r	09,9±0,9	op*	13,9±0,9	l-p	04,1±0,3	op*	06,1±0,4	p-s	03,6±0,9	mn
39	Seleksiyon 63	46,1±0,6	jk*	56,7±0,5	hı	29,8±0,4	f-k*	33,7±0,9	g-l	29,4±0,6	ı-n	32,8±1,4	j-n	12,0±0,9	h-n*	15,5±1,2	j-n	05,2±0,3	l-o*	08,1±0,2	ı-k	05,8±0,4	e-m
40	Kula	46,9±0,4	jk*	55,9±1,5	ıj	41,9±0,8	a*	45,3±0,7	a	38,5±0,9	b*	42,5±1,0	bc	25,1±0,8	b*	27,9±0,6	d	10,6±0,3	bc*	14,5±0,4	b	08,9±0,9	b-d
41	Taşköprü 56	47,0±0,3	j*	56,8±0,7	g-ı	40,4±0,8	a*	44,8±0,5	ab	39,9±0,9	b*	44,4±0,9	b	24,9±0,9	b*	33,1±2,2	bc	10,7±0,7	b*	13,1±0,7	bc	09,6±0,4	bc
42	Alata 1	75,5±0,5	a	77,8±1,1	a	34,9±0,7	b*	39,7±0,8	cd	46,2±0,4	a*	50,1±1,1	a	37,2±0,9	a*	47,0±0,9	a	15,9±0,6	a*	18,8±0,7	a	04,3±0,3	k-n
43	Tunceli Sarımsağı	43,4±0,8	lm*	48,4±1,1	no	28,2±1,4	jkl	30,8±1,9	l-o	14,5±0,8	v	16,2±1,4	s	10,9±1,0	ı-p	12,6±0,9	n-p	05,1±0,1	l-o*	07,6±0,3	ı-p	02,6±0,3	n
44	Kaya Sarımsağı	69,7±0,5	b*	77,1±0,6	a	42,9±1,4	a	45,4±1,0	4a	39,5±0,8	b	42,2±1,0	bc	13,9±0,7	h*	17,6±0,5	h-j	10,6±0,2	bc*	17,7±0,6	a	08,4±1,1	b-g

1 Her çeşit ve karakter kendi içerisinde değerlendirilmiştir ($p<0.05$)

2 Aynı sütundaki ortalamaları takip eden farklı harfler, ortalamaların genotipler arasında istatistiksel olarak önemli derecede farklılığın olduğunu gösterir(Anova $p<0,05$, LSD)

*: İncelenen karakterde genotipin nematodlu ve nematodsuz uygulamaları arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmaktadır (Anova $p<0,05$, LSD test).