

Soğan Yetiştiriciliğinde Soğan Sak Nematodunun (*Ditylenchus dipsaci*) Mücadelesi için Gerçekleştirilen Rotasyon Uygulamalarında Nematod Popülasyonlarının Değişimi*

Population Dynamics of Nematodes Under Rotation Treatments Applied for Management of Stem and Bulb Nematode (*Ditylenchus dipsaci*)

Ahmet ÇETİNKAYA¹, Elif YAVUZASLANOĞLU^{2*}

Öz

Soğan bitkisi gerek ekonomik değeri gerekse insan beslenmesi açısından önemli bir bitki türüdür. Soğanda verim kaybına neden olan etmenlerin en önemlilerinden biri soğan sak nematodu (*Ditylenchus dipsaci*)'dur. Konukçu sayısı 500'den fazla olan soğan sak nematodu birçok ülkede karantina listesinde bulunmaktadır. Soğan bitkisinin tohum çimlenmesi aşamasında soğan sak nematodunun enfeksiyonunun gerçekleşmesi durumunda tohumdan yetiştiricilikte önemli kayıplara neden olmaktadır. İlerleyen bitki gelişim aşamalarında nematod zararı yapraklarda ve soğanlarda şekil bozukluğu, çürümeler ve verim kaybı olarak kendini göstermektedir. Nematod mücadelesinde kullanılan kimyasal yöntemler çevrede oluşturdukları riskler nedeni ile yerini giderek çevre dostu mücadele yöntemlerine bırakmaktadır. Bu bağlamda, özellikle rotasyon uygulamalarının önemi artmaktadır. Bu çalışmada Karaman İlinde soğan sak nematodu ile bulaşık üretici tarlasında buğday (*Triticum aestivum*), kanola (*Brassica napus* L.), adi fiğ (*Vicia sativa*) ve soğan (*Allium cepa*) bitkilerini içeren farklı rotasyon uygulamaları 3 yıl süreyle uygulanmıştır. Denemenin 4. yılında bütün parsellere soğan ekimi gerçekleştirilmiştir. Çalışma süresince toprakta nematod popülasyon yoğunluğu takip edilmiştir. Deneme alanında bitki paraziti, fungivor, bakteriovor ve omnivor nematodlar tespit edilmiştir. Tespit edilen en yaygın bitki paraziti nematod türleri; *Ditylenchus dipsaci* ve *Pratylenchus* spp.'dir. Genel olarak, denemenin birinci yılında nematod popülasyonları yüksek bulunmuştur. İkinci ve üçüncü yıllarda düşüş göstermiştir. Dördüncü yılda ise yüksek seyretmiştir. Nematod popülasyonları yıl içinde, Nisan ayından Haziran ayına kadar yükselmiş, daha sonra düşüş göstermiştir. Denemenin 4. yılında *D. dipsaci*'nin başlangıç popülasyonları uygulamalar arasında farklılık göstermemiştir. Ancak, buğday-kanola-fiğ (ortalama 53.7 nematod/ 100 g toprak) ve fiğ-buğday-kanola (ortalama 60.5 nematod/ 100 g toprak) uygulamalarında daha düşük nematod popülasyonları elde edilmiştir. Çalışma sonucunda buğday, fiğ ve kanola bitkilerinin ekim nöbetine dâhil edilmesinin *D. dipsaci*'nin mücadelesine katkı sağladığı gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bitki paraziti nematodalar, Buğday, Fiğ, *Ditylenchus dipsaci*, Kanola, Konukçu, Rotasyon, Soğan

¹Ahmet Çetinkaya, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karaman, Biyomühendislik Ana Bilim Dalı, Türkiye. E-mail: ahmet.cetinkaya@kmu.edu.tr ORCID: [0000-0001-9794-4363](https://orcid.org/0000-0001-9794-4363)

²*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Elif Yavuzaslanoglu, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Karaman, Türkiye. E-mail: eyavuzaslanoglu@kmu.edu.tr ORCID: [0000-0002-5836-7011](https://orcid.org/0000-0002-5836-7011)

Atıf: Çetinkaya, A., Yavuzaslanoglu, E. (2026). Soğan sak nematodunun (*Ditylenchus dipsaci*) mücadelesi için gerçekleştirilen farklı rotasyon uygulamalarında nematod popülasyonlarının değişimi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(2): 384-399.

Citation: Çetinkaya, A., Yavuzaslanoglu, E. (2026). Population dynamics of nematodes under different rotation treatments applied for management of stem and bulb nematode (*Ditylenchus dipsaci*). *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 23(2): 384-399.

*Bu Çalışma Ahmet Çetinkaya'nın Doktora tezinin bir kısmını oluşturmaktadır.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2026

Abstract

Onion is an important plant species in terms of both its economic value and human nutrition. One of the most important factors causing yield loss in onion is the stem and bulb nematode (*Ditylenchus dipsaci*). Stem and bulb nematode, which has more than 500 hosts, is on the quarantine list in many countries. If the stem and bulb nematode infection occurs during the seed germination stage of the onion plant, it causes significant losses in cultivation from seed. In later plant development stages, symptoms are deformity, rotting and loss of yield in leaves and bulbs. Chemical methods used in nematode control are increasingly being replaced by environmentally friendly control methods due to the risks they pose to the environment. In this context, the importance of rotation practices is increasing. In this study, different rotation practices including wheat (*Triticum aestivum*), canola (*Brassica napus* L.), common vetch (*Vicia sativa*) and onion (*Allium cepa*) plants were applied for 3 years in a producer's field infested with stem and bulb nematode in Karaman Province. Onion planting was carried out in all parcels in the 4th year of the experiment. Nematode population density in the soil was monitored throughout the study. Plant parasitic, fungivorous, bacteriovorous and omnivorous nematodes were detected in the experiment area. The most common plant parasitic nematode species were; *Ditylenchus dipsaci* and *Pratylenchus* spp. In general, nematode populations were high in the first year of the trial. It decreased in the second and third years. In the fourth year, it remained high. Nematode populations increased throughout the year, from April to June, and then decreased. In the 4th year of the experiment, the initial populations of *D. dipsaci* did not differ among rotation treatments. However, lower nematode populations were obtained in wheat-canola-vetch (average 53.7 nematodes/100 g soil) and vetch-wheat-canola (average 60.5 nematodes/100 g soil) applications. Crop rotations including wheat, vetch and canola plants would contribute to the management of *D. dipsaci*.

Keywords: Canola, Common vetch, *Ditylenchus dipsaci*, Host, Plant parasitic nematodes, Onion, Rotation, Wheat

1. Giriş

İnsan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan soğan bitkisi ekonomik değeri yüksek bir bitkisel üründür. Dünyada yaklaşık 100 milyon ton soğan üretimi gerçekleştirilmekte, üretimde ilk üç sırada Hindistan, Çin ve Mısır yer almaktadır. Türkiye 2.3 milyon ton üretim ile dünyada Bangladeş' ten sonra 6. sırada yer almaktadır (FAO, 2022).

Ülkemizde Ankara ili 97 bin dekar alanda 510 bin ton üretim miktarı ile ilk sırada yer alırken; Ankara'yı sırasıyla Amasya, Çorum, Adana, Tokat, Bursa, Hatay, Eskişehir, Konya ve Gaziantep illeri izlemektedir (TÜİK, 2024). Türkiye' de soğan verimi 32.1 ton/ ha ile 23.1 ton/ ha olan dünya ortalamasının üzerindeyken, yıllara göre üretimde azalmalar olmakta ve talebi karşılamada sorunlar oluşmaktadır. Bu durum iklimsel koşullar, hastalıklar, ekim alanındaki azalmalar ve depolarda yaşanan çürümelerden kaynaklanmaktadır (Anonim, 2019a).

Ekonomik değeri yüksek olan bu ürünün yetiştiriciliğinde iklim değişiklikleri ve toprak özellikleri gibi abiyotik streslerin yanı sıra biyotik stres etmenleri de zamanında uygun şekilde tedbir alınmadığında yüksek oranda verim kayıplarına neden olabilmektedir. Soğan sak nematodu, soğan sineği ve soğan mildiyözü ülkemizde soğan yetiştirme alanlarında yaygın olarak görülen biyotik stres etmenleridir (Anonim, 2011).

Dünya genelinde yayılış gösteren soğan sak nematodu (*Ditylenchus dipsaci*) (Kühn, 1857) Filipjev, 1936) 500'den fazla konukçuya sahip olup; ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Sturhan ve Brzeski, 1991; Abd-Elgawad ve Askary, 2015; Mitiku, 2018). Bitki dokularında göç eden endoparazit nematodlardan olan *D. dipsaci* türü ürünlerin kalitesini de etkileyerek market değerini düşürmektedir (Jones ve ark., 2013).

Ülkemizde soğan sak nematodu ilk defa soğan bitkisinde Yüksel (1958) tarafından tespit edilmiştir. Sonrasında gerçekleştirilen çalışmalar ile Orta Anadolu Bölgesi'nde Aksaray, Ankara, Eskişehir, Karaman ve Konya İllerinin, Marmara Bölgesi'nde Tekirdağ, Bursa ve İstanbul illerinin, Karadeniz Bölgesinde Amasya, Çorum, Kastamonu ve Tokat İllerinin ve Doğu Akdeniz Bölgesi'nde Adana, Hatay ve Mersin illerinin bulaşık olduğu tespit edilmiştir (Alkan, 1962; Saltukoglu, 1974; Öztürk, 1990; Mennan ve Ecevit, 2002; Yavuzaslanoglu ve ark., 2015a, Yavuzaslanoglu ve ark., 2019).

Ekonomik zarar eşiği çok düşük olan soğan sak nematodu için 100 gram toprakta 1 adet dördüncü dönem infektif larvasının bulunması ekonomik zarar eşiği olarak kabul edilmektedir. Bunun yanında 500 g toprakta 10 nematod bulunduğunda soğan, şeker pancarı, havuç, çavdar ve diğer bitkilerde ciddi zararların oluştuğu bildirilmiştir (Seinhorst, 1956).

Dayanıklı çeşitler ve konukçu olmayan bitki türleri ile ürün rotasyonu bitki paraziti nematodların mücadelesinde önemli bir yere sahiptir. Ürün rotasyon uygulaması, toprak sürdürülebilirliğinin sağlanması ve ekonomik verimin artırılması için gerekli bir uygulamadır. Soğan sak nematodunun konukçusu olmayan bitkilerle 3-4 yıllık rotasyon uygulamasının, soğan sak nematodu popülasyon yoğunluğunu önemli oranda azalttığı bildirilmiştir (Hooper, 1984). Sarımsak yetiştiriciliğinde konukçusu olmayan bitkilerle yapılan 4 yıllık rotasyon mücadelesi sunucunda *D. dipsaci*' nin topraktaki popülasyon yoğunluğu kontrol altına alınmıştır (Roberts ve Grathhead, 1986). Adi yonca yetiştiriciliğinde *D. dipsaci*' nin yonca ırkı ile mücadelesinde 2-4 yıllık rotasyon uygulamasının nematod ile mücadelede kullanılabileceği bildirilmiştir (Jordan ve ark., 2016).

Bu çalışmada çiftçi tarlasında doğal olarak enfekte olan *D. dipsaci*' nin mücadelesine yönelik olarak rotasyon uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Rotasyon bitkileri olarak adi fiğ, buğday ve kanola ile kısmi dayanıklı bir soğan çeşidi seçilmiştir. Farklı rotasyon uygulamalarının soğan sak nematodu ve diğer nematod popülasyonlarının değişimine etkisi araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Deneme alanı

Deneme, Karaman ilindeki soğan sak nematodu ile bulaşık üretici tarlasında gerçekleştirilmiştir (Enlem: 37.0955, Boylam: 33.1052). Deneme alanında enfekte olan soğan sak nematodunun teşhisi Yavuzaslanoglu ve ark. (2018) göre PF1/PR1, PF2/PR2, 18S/26S, Dip1R/ DipUF, Dit2F/Dit2R ve Dit5F/Dit5R primerleri ile, PCR işlemi ile sırasıyla 327, 396, 967, 256, 325 ve 245 bp büyüklüğünde *D. dipsaci* türüne özgü bantların elde edilmesi ile gerçekleştirilmiştir.

2.2. Rotasyon uygulamaları

Bölge agroekolojik koşullarında soğan yetiştirme alanlarında tarlada yazlık olarak yetiştirilebilecek buğday (*Triticum aestivum* L.) İlkhan çeşidi (GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Urfa), kanola (*Brassica napus* L.) Süzer çeşidi (Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Edirne), adi fiğ bitkisi (*Vicia sativa*) Selçuklu99 çeşidi (Karaman), soğan Valenciana (İntfa Tarım, Konya) ve Beta Panko (Beta Tohum, Konya) çeşidi rotasyon uygulamalarında kullanılmıştır (Yavuzaslanoglu ve ark., 2015b; Yavuzaslanoglu, 2019). Bitki türleri *Tablo 1*'de belirtilen kombinasyonlarda 3 yıl süre ile yetiştirilmiştir. Dördüncü yıl bütün uygulama parsellerine soğan sak nematoduna hassas Beta Panko soğan çeşidi ekilmiştir.

Tablo 1. Denemede uygulanan rotasyon uygulamaları

Table 1. Rotation treatments in the experiment

Uygulama No	1. yıl	2. yıl	3. yıl	4. yıl
1	Kanola	Adi Fiğ	Buğday	Soğan (Beta Panko)
2	Buğday	Kanola	Fiğ	Soğan (Beta Panko)
3	Adi Fiğ	Buğday	Kanola	Soğan (Beta Panko)
4	Soğan (Valenciana)	Soğan (Valenciana)	Soğan (Valenciana)	Soğan (Beta Panko)
5	Soğan (Beta Panko)	Soğan (Beta Panko)	Soğan (Beta Panko)	Soğan (Beta Panko)

2.3. Deneme deseni

Denemede yer alan 5 rotasyon uygulaması tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak yerleştirilmiştir.

Sebzelerde toprak kökenli patojenler, nematodlar ve yabancı otlara karşı standart ilaç deneme talimatlarında parsel boyutlarının açık alanlarda en az 25 m² olması ve parsel aralarında 1 m emniyet şeridinin bırakılması gerektiği belirtilmektedir (Anonim, 2019b). Buna göre, deneme parsellerinin boyutları 4 m boy ve 7 m en olarak ayarlanmıştır. Kanola, adi fiğ ve buğday bitkilerinde sıra arası mesafe 17.5 cm, soğan bitkisinde 35 cm'dir. Denemenin parselleri 4 yıl boyunca aynı yere denk getirilmiştir.

2.4. Denemenin bakımı

Deneme damla sulama sistemi ile sulanmıştır. Bitkilerin gübrenlenmesinde dekara 10 kg fosfor isteği üzerinden her parselde göre hesaplanarak verilmiştir. Fosforlu gübrenin (Di Amonyum Fosfat; %18 N, %46 P) tamamı ve azotlu gübrenin bir kısmı ekimle birlikte, azotlu gübrenin (Amonyum Sülfat) geri kalanı ise gelişme döneminin ortasında damlama sisteminden verilmiştir. Deneme parsellerinde yabancı otların mücadelesi fiziksel olarak gerçekleştirilmiştir. Hastalık ve zararlılara karşı bir mücadele uygulaması yapılmamıştır.

2.5. Nematod popülasyon takibi

Nematod popülasyon takibi için bitkilerin ekiminden itibaren deneme boyunca aylık olarak örnekleme gerçekleştirilmiştir. Haziran ayından sonra toprak sıcaklığının yükselmesi ile nematodların alt tabakalara inmesi nedeniyle, haziran ayında elde edilen nematod sayıları son nematod popülasyonu olarak değerlendirilmiştir. Denemenin her bir yılı için nematod üreme oranı; son nematod popülasyonunun (Haziran popülasyonu) başlangıç nematod popülasyonuna (Nisan popülasyonu) bölünmesi ile elde edilmiştir.

Nematodların bitki ve toprak örneklerinden ekstraksiyonunda Hooper (1986) tarafından önerilen "Baermann Huni Yöntemi"nin modifiye edilmiş hali olan petri kabı tekniği kullanılmıştır. Toprak örneklerinden hareketli nematodların ayrılması için 100 g toprak örneği önceden peçete yerleştirilmiş elek üzerine yayılarak, petri kabının içi suyla doldurulmuştur. Nematodların suya geçmesi için 2 gün bekletilmiştir. İki gün sonunda içinde nematodların bulunduğu su bir mezür içerisine aktararak ağırlıkları ile dibe çökmeleri için 2 saat bekletilmiştir. Süre sonunda üst kısımdaki su uzaklaştırılarak alt kısımdaki su 15 ml'lik deney tüpüne aktarılmış ve bir gece bekletildikten sonra nematodların içinde bulunduğu suyun hacmi 1 ml'ye azaltılmıştır. Hazırlanan örneklerden 100 µL alınarak nematodların mikroskopta sayımları yapılmıştır. Elde edilen nematod sayıları 10 ile çarpılarak 1 ml örnek içindeki dolayısıyla 100 g taze topraktaki toplam nematod sayısı belirlenmiştir. Nematodlar morfolojik olarak cins düzeyinde teşhis edilmiştir (Siddiqi, 2000). Beslenme gruplarına göre ayrılarak gerçekleştirilen rotasyon uygulamalarındaki popülasyon değişimleri değerlendirilmiştir (Yeates ve ark., 1993).

2.6. Hasat ve bitki verim ölçümleri

Denemenin bütün yıllarında yetiştirilen rotasyon bitkileri olgunlaştığında hasat edilmiştir ve tohum verimleri alınmıştır. Uygulamalarda yetiştirilen rotasyon bitkilerinin verimi aynı parselden yıllar itibarıyla tekrarlı sonuçlar alınmadığından değerlendirilmemiştir.

2.7. İstatistiksel Analiz

Rotasyon denemesinin dört yılı boyunca aylık olarak gerçekleştirilen örneklemelerden elde edilen nematod popülasyon verilerinin tekerrür, örnekleme zamanı, rotasyon uygulamaları ve uygulamalar ile örnekleme zamanlarının interaksiyonlarında istatistiksel farklılık bulunup bulunmadığı iki yönlü varyans analizinde (İki Yönlü ANOVA) effect test ile belirlenmiştir.

Değişimi incelenen; *Ditylenchus dipsaci*, *Pratylenchus* spp., toplam bitki paraziti, fungivor, bakteriovor nematod popülasyonlarının normal dağılımı sağlaması için LN (x+1) transformasyonu gerçekleştirilerek gerektiğinde ekstrem veriler çıkarılmıştır. Normal dağılımın sağlandığı Shapiro-Wilk testi ile belirlenmiştir. İstatistiksel farklılıkların belirlenmesi için transforme verilere TUKEY HSD testi uygulanmıştır. Nematod popülasyon verileri; örnekleme zamanlarında ve uygulamalarda, tekerrürlerin ortalamaları olarak, 100 gram kuru toprakta nematod sayısı olarak sunulmuştur.

Denemenin son yılında *Ditylenchus dipsaci* ve *Pratylenchus* spp.'nin başlangıç popülasyonlarının (Nisan 2024) rotasyon uygulamaları arasında farklılık içerip içermediği TUKEY HSD testi ile ortaya konmuştur. Denemenin her yılı için *Ditylenchus dipsaci* ve *Pratylenchus* spp.'nin üreme oranlarının da uygulamalar arasında önemli farklılık içerip içermediği TUKEY HSD testi ile belirlenmiştir. İstatistiksel değerlendirmeler $P < 0,05$ anlamlılık düzeyinde gerçekleştirilmiştir. İstatistiksel analizlerin gerçekleştirilmesinde JMP 16.0 istatistiksel analiz programı kullanılmıştır (JMP, 2024).

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

3.1. Sıcaklık değişimi

Denemenin gerçekleştirildiği 2021-2024 yılları arasında Karaman İli'nde 20 cm derinlikte toprak sıcaklık verileri Karaman Meteoroloji İl Müdürlüğü'nden alınmış ve Şekil 1'de sunulmuştur. Deneme bitkilerinin aktif olarak geliştiği 2021-2024 yılları arasında Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında 20 cm derinlikte ölçülen toprak sıcaklıkları 12.3-26.2°C arasında değişmiştir. Temmuz-Ağustos aylarında ise 25.8-28.4°C arasında sıcaklıklar kayıt edilmiştir. Eylül ayından Nisan ayına kadar sıcaklıklar en düşük 2.7 °C, en yüksek ise 24.5 °C olarak kayıt edilmiştir.

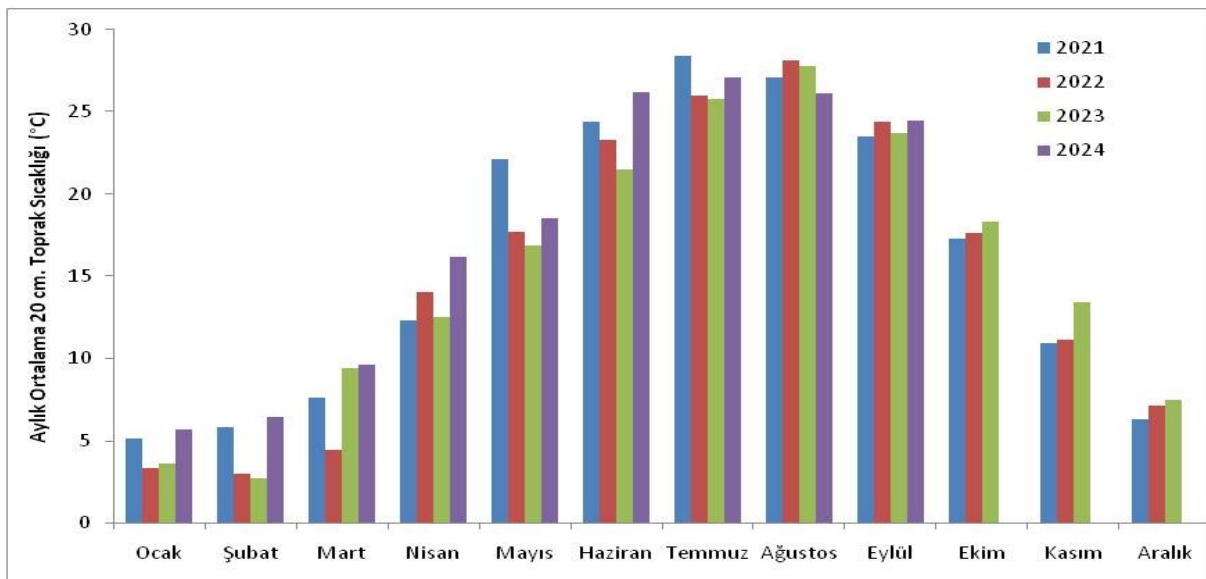


Figure 1. Temperature and humidity values at 20 cm soil depth in the experiment area

Şekil 1. Deneme alanında 20 cm toprak derinliğinde sıcaklık ve nem değerleri

3.2. Nematod popülasyonları

Deneme alanından deneme süresince aylık olarak gerçekleştirilen toprak örneklemelerinde nematod popülasyonlarının 4 besin grubunda yer aldığı belirlenmiştir. Bitki paraziti nematodlar, fungivor nematodlar, bakteriovor nematodlar ve omnivor nematodların deneme alanında dağılışı gösterdiği tespit edilmiştir.

Bitki paraziti nematodlardan *Ditylenchus*, *Pratylenchus*, *Heterodera*, *Paratylenchus*, *Geocenamus* ve *Helicotylenchus* cinslerine ait nematodlar belirlenmiştir. Deneme alanında *Ditylenchus* ve *Pratylenchus* cinslerinin popülasyon yoğunluğu en yüksek seviyede olduğu tespit edilmiştir.

Bitki paraziti nematodların toplam popülasyon yoğunlukları, örnekleme tarihleri, rotasyon uygulamaları ve bunların interaksiyonlarında önemli farklılık göstermiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Bitki paraziti nematodların farklı rotasyon uygulamalarında deneme süresince toplam popülasyon yoğunluklarının istatistiksel değerlendirmesi

Table 2. Statistical evaluation of total population densities of plant parasitic nematodes during the experiment in different rotation treatments

Değişkenler	Nparm	DF	Kareler toplamı	F Oranı	Olasılık> F
Uygulama	4	4	21.77429	4.8146	0.0009
Tekerrür	3	3	8.04448	2.3717	0.0711
Örnekleme zamanı	15	15	674.986	39.8001	<.0001
Uygulama*örnekleme zamanı	60	60	103.1027	1.5198	0.0151

Genel olarak, bitki paraziti nematod popülasyonlarının yoğunlukları denemenin ikinci ve üçüncü yıllarında düşük seyretmiş, dördüncü yılında artış göstermiştir. Her bir yıl içinde bitki paraziti nematod popülasyon yoğunluğunun, bitki yetiştiriciliğinin yapıldığı toprak sıcaklığı ve nemin yüksek olduğu, nisan ile haziran ayları arasında yüksek olduğu görülmektedir. En yüksek bitki paraziti nematod yoğunluğu Mayıs 2024 örneklemeğinde fiğ-buğday-kanola uygulamasında 476.7 nematod/ 100 g kuru toprak olarak kayıt edilmiştir (Şekil 2).

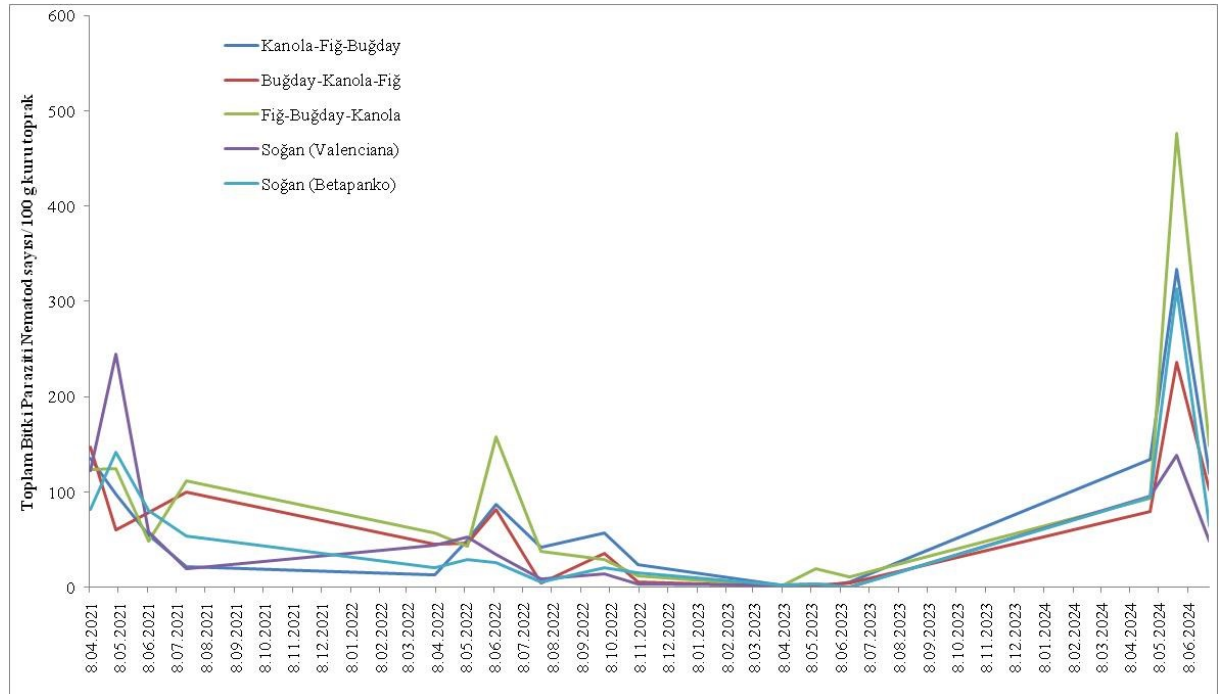


Figure 2. Change in total population densities of plant parasitic nematodes during the experiment in different rotation treatments

Şekil 2. Bitki paraziti nematodların farklı rotasyon uygulamalarında deneme süresince toplam popülasyon yoğunluklarının değişimi

Ditylenchus dipsaci'nin popülasyon yoğunluğu rotasyon uygulamaları arasında farklılık göstermemiştir. Sadece örnekleme zamanları arasında farklılık arz etmiştir. Uygulamaların örnekleme zamanı ile interaksyonu da önemli farklılıklar göstermemiştir (Tablo 3).

Tablo 3. *Ditylenchus dipsaci*'nin farklı rotasyon uygulamalarında deneme süresince popülasyon yoğunluğunun istatistiksel değerlendirmesi

Table 3. Statistical evaluation of population densities of *Ditylenchus dipsaci* during the experiment in different rotation treatments

Değişkenler	Nparm	DF	Kareler toplamı	F Oranı	Olasılık> F
Uygulama	4	4	2.07361	0.3822	0.8213
Tekerrür	3	3	3.77594	0.9279	0.4279
Örnekleme zamanı	15	15	724.5544	35.611	<.0001
Uygulama*örnekleme zamanı	60	60	51.18277	0.6289	0.9829

Ditylenchus dipsaci'nin deneme süresince popülasyon değişimi Şekil 3' de sunulmuştur. Denemenin başında *D. dipsaci* popülasyonları 100 g kuru toprakta 23-75 nematod arasındadır. Valenciana soğan çeşidi hariç diğer bütün rotasyon uygulamalarında *D. dipsaci* popülasyonu Mayıs 2024 örneklemesinde en yüksek olarak tespit edilmiştir (164.4-421.6 nematod/ 100 g kuru toprak). Valenciana soğan çeşidi uygulamasında Mayıs 2021 yılında toprakta nematod popülasyonun diğer rotasyon uygulamalarındakinden önemli oranda yüksek olduğu belirlenmiştir (165.5 nematod/ 100 g kuru toprak). Diğer örnekleme tarihlerinde uygulamalar arasında önemli bir farklılık gözlemlenmemiştir.

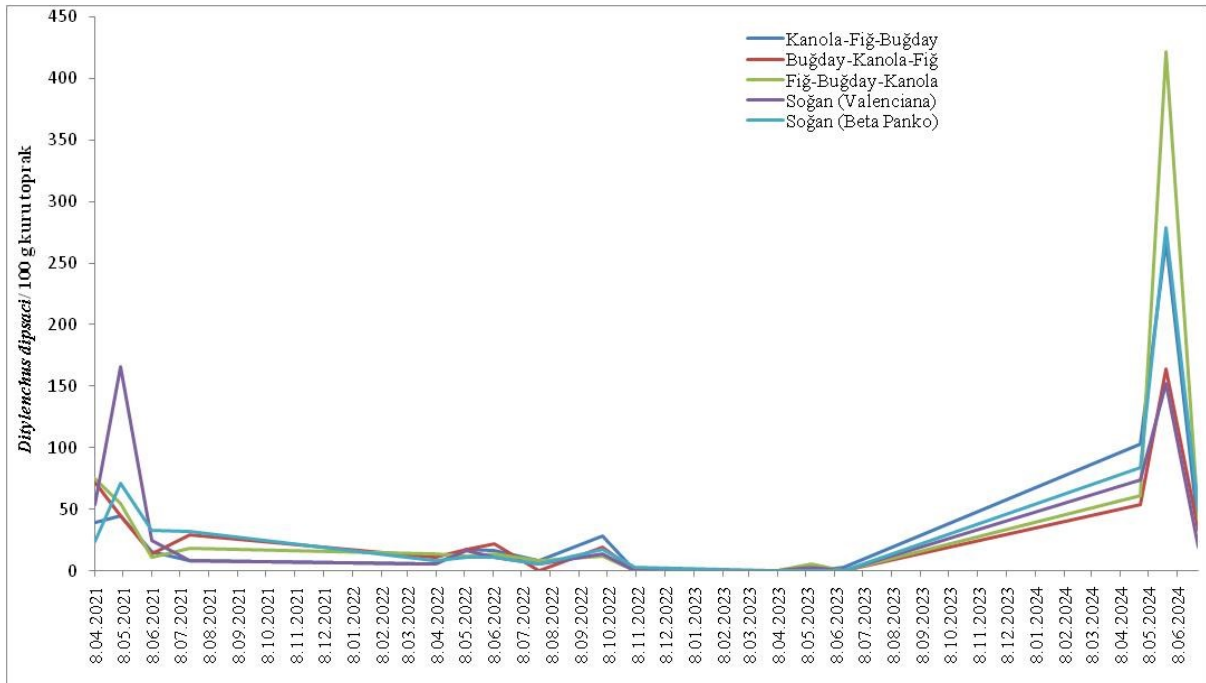


Figure 3. Population changes of *Ditylenchus dipsaci* in different rotation practices duration of the experiment

Şekil 3. *Ditylenchus dipsaci*'nin deneme boyunca farklı rotasyon uygulamalarında popülasyon değişimi

Ditylenchus dipsaci üreme oranları rotasyon uygulamaları arasında önemli bir farklılık gözlemlenmemiştir. Birinci yıl yetiştirilen Kanola bitkisinde 0.9 kat, Buğday ve fiğ bitkisinde 0.1 kat, dayanıklı soğan çeşidi Valenciana' da 0.3 kat, hassas soğan çeşidi Beta Panko' da 1.3 kat nematod üremesi gerçekleşmiştir. Denemenin ikinci yılında kanola sonrasında ekilen fiğ parsellerinde ortalama olarak; 0.4, Buğdaydan sonra kanola parsellerinde; 0.7, fiğden sonra buğday yetiştirilen parsellerinde; 1.3 kat nematod üremesi gerçekleşirken kısmi dayanıklı ve hassas soğan çeşitlerinde sırasıyla 0.9 ve 0.8 kat olarak belirlenmiştir. Denemenin 3. yılında nematod popülasyonu tespit edilmediğinden üreme oranı hesaplanmamıştır. Denemenin son yılında ekili bulunan Beta Panko çeşidinde uygulamalarda üreme oranları 0.2-1.7 arasındadır (Şekil 4).

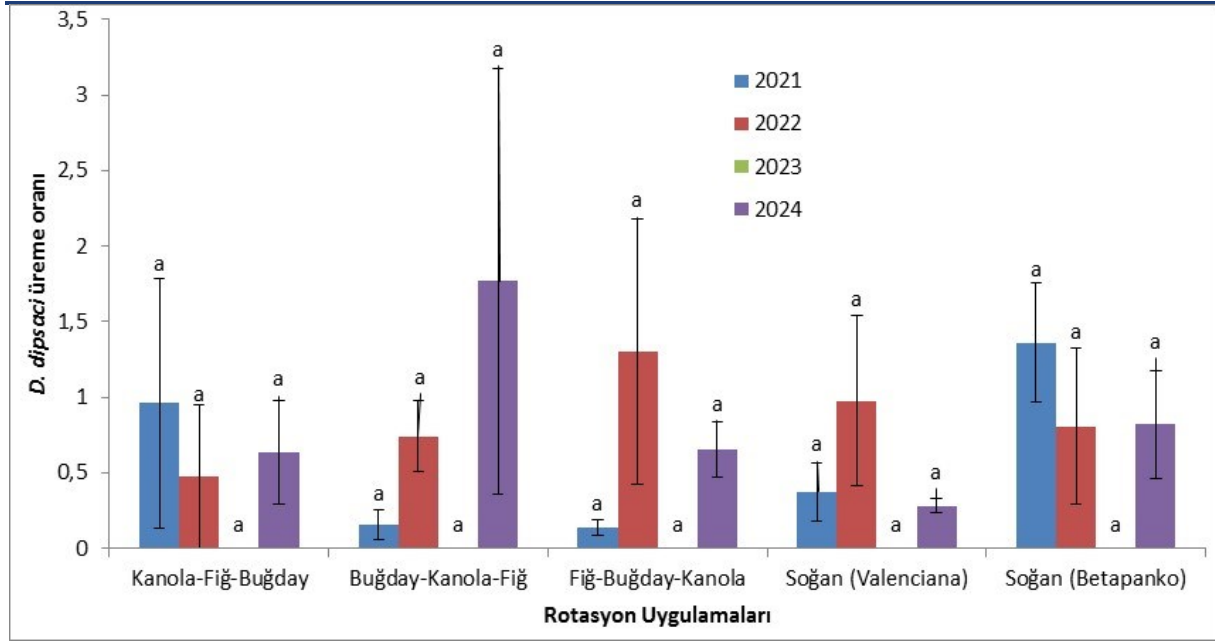


Figure 4. *Ditylenchus dipsaci* reproduction rates in rotation treatments in each year of the experiment (Data were evaluated among treatments for each year separately, data is in the form of mean±standard error)

Şekil 4. Denemenin her bir yılında rotasyon uygulamalarında gerçekleşen *Ditylenchus dipsaci* üreme oranları (Veriler uygulamalar arasında her yıl için ayrı ayrı değerlendirilmiştir, Veriler ortalama ±standart hata formatındadır)

Nisan 2024' de *D. dipsaci* başlangıç popülasyonu değerleri kanola-fiğ-buğday yetiştirilmiş olan parsellerde 100 g kuru toprakta ortalama 103.1, buğday-kanola-fiğ parsellerinde 53.7, fiğ-buğday-kanola parsellerinde 60.5, Valenciana yetiştirilen parsellerde 73.8 ve Beta Panko yetiştirilen parsellerde 83.5 nematod/ 100 g kuru toprak olarak belirlenmiştir (Şekil 5). Rotasyon uygulamaları arasında önemli bir farklılık bulunmamakla birlikte buğday-kanola-fiğ ve fiğ-buğday-kanola uygulamalarında *D. dipsaci* popülasyonlarının daha düşük olduğu görülmüştür.

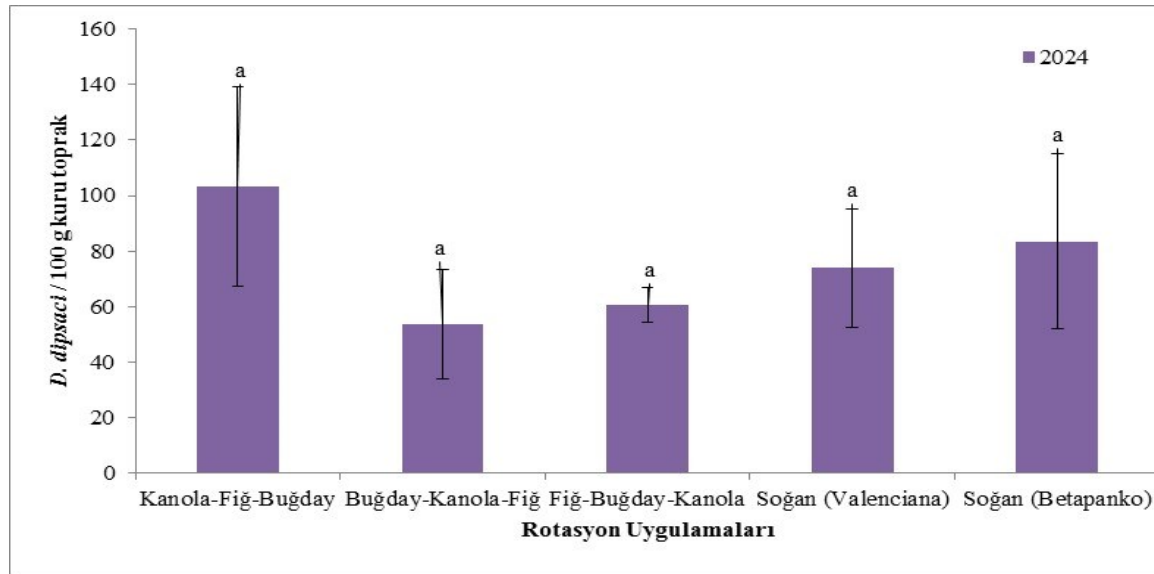


Figure 5. *Ditylenchus dipsaci* initial populations in rotation treatments in the fourth year of the experiment (Data is in the form of mean±standard error)

Şekil 5. Denemenin dördüncü yılında rotasyon uygulamalarında *Ditylenchus dipsaci* başlangıç popülasyonları (Veriler ortalama±standart hata formatındadır)

Kök yara nematodları (*Pratylenchus* spp.) popülasyon yoğunluğu deneme süresince gerçekleştirilen uygulamalar ve örnekleme zamanları önemli farklılık göstermiştir. Ancak bunların interaksiyonları arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır (Tablo 4).

Tablo 4. *Pratylenchus* spp.'nin farklı rotasyon uygulamalarında deneme süresince popülasyon yoğunluğunun istatistiksel değerlendirmesi

Table 4. Statistical evaluation of population densities of *Pratylenchus* spp. during the experiment in different rotation treatments

Değişkenler	Nparm	DF	Kareler toplamı	F Oranı	Olasılık> F
Uygulama	4	4	52.07952	8.2615	<.0001
Tekerrür	3	3	3.18052	0.6727	0.5695
Örnekleme zamanı	15	15	263.6266	11.152	<.0001
Uygulama*örnekleme zamanı	60	60	115.0085	1.2163	0.1553

Kanola-fiğ-buğday uygulamasında en yüksek nematod popülasyonu Haziran 2024 tarihinde kayıt edilmiştir. Buğday-kanola-fiğ uygulamasında Temmuz 2021 tarihinde, fiğ-buğday-kanola uygulamasında Temmuz 2021' de, Valenciana uygulamasında Mayıs 2024 tarihinde, Beta Panko uygulamasında Nisan 2021 tarihinde kayıt edilmiştir. Uygulamalar arasında en yüksek *Pratylenchus* spp. popülasyonu fiğ-buğday-kanola uygulamasında gözlemlenmiştir (Şekil 6).

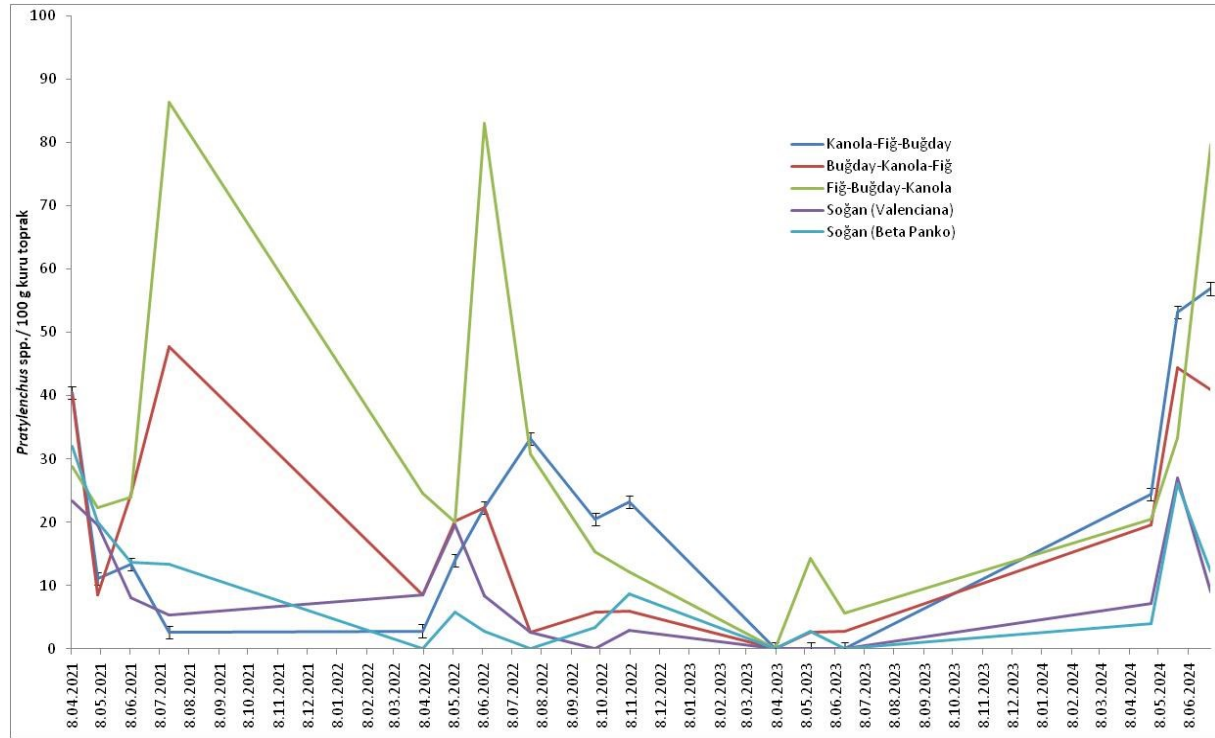


Figure 6. Population change of *Pratylenchus* spp. in different rotation treatments during the experiment

Şekil 6. *Pratylenchus* spp.'nin deneme boyunca farklı rotasyon uygulamalarında popülasyon değişimi

Denemenin her bir yılında rotasyon uygulamaları arasında *Pratylenchus* spp. üreme oranları önemli bir farklılık göstermemiştir. Denemenin birinci yılında *Pratylenchus* spp. üreme oranı kanola parsellerinde 0.5, buğday parsellerinde 0.5, fiğ parsellerinde 1.1, Valenciana parsellerinde 2.9 ve Beta Panko parsellerinde 0.4 olarak belirlenmiştir. İkinci yılda ise kanoladan sonra yetiştirilen fiğ parsellerinde 22.3, buğdaydan sonra yetiştirilen kanola parsellerinde 3.3, fiğden sonra yetiştirilen buğday parsellerinde 17.5, Valenciana parsellerinde 5.7 ve Beta Panko parsellerinde 2.8 kat üreme kayıt edilmiştir. Denemenin 3. yılında buğday ve soğan parsellerinde nematoda rastlanmadığından üreme oranı hesaplanamamıştır. Fiğ ve kanola yetiştirilen parsellerde ise sırasıyla 2.7 ve 5.6 kat nematod üremesi gerçekleşmiştir. Denemenin 4. yılında Beta Panko parsellerinde ortalama olarak 7.3 kat üreme oranı kayıt edilmiştir (Şekil 7).

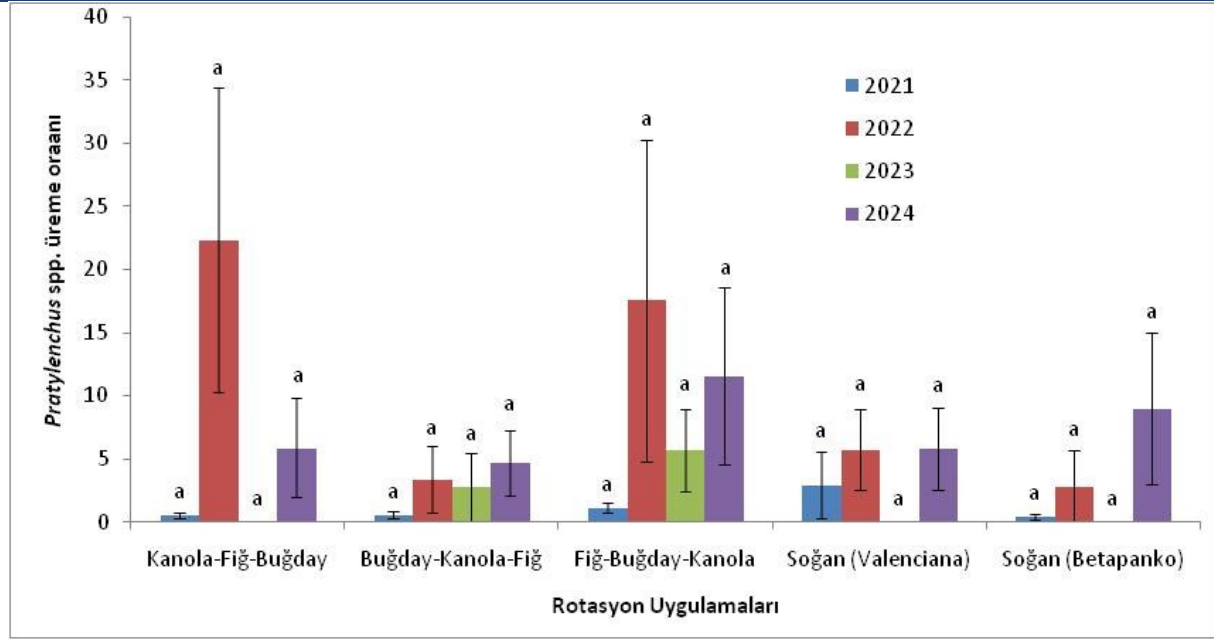


Figure 7. *Pratylenchus* spp. reproduction rates in rotation treatments in each year of the experiment (Data were evaluated among treatments for each year separately, data is in the form of mean $\pm$ standard error)

Şekil 7. Denemenin her bir yılında rotasyon uygulamalarında gerçekleşen *Pratylenchus* spp. üreme oranları (Veriler uygulamalar arasında her yıl için ayrı ayrı değerlendirilmiştir, veriler ortalama $\pm$ standart hata formatındadır)

Denemenin dördüncü yılında Beta Panko ekilmiş olan parsellerde Nisan 2024' de gerçekleştirilen toprak örneklemede elde edilen başlangıç popülasyonu değerleri uygulamalar arasında önemli bir farklılık göstermemiştir. Kanola-fiğ-buğday yetiştirilmiş olan parsellerde 100 g kuru toprakta ortalama 24, buğday-kanola-fiğ parsellerinde 19, fiğ-buğday-kanola parsellerinde 20, Valenciana yetiştirilen parsellerde 7 ve Beta Panko yetiştirilen parsellerde 4 *Pratylenchus* spp. bulunduğu belirlenmiştir (Şekil 8).

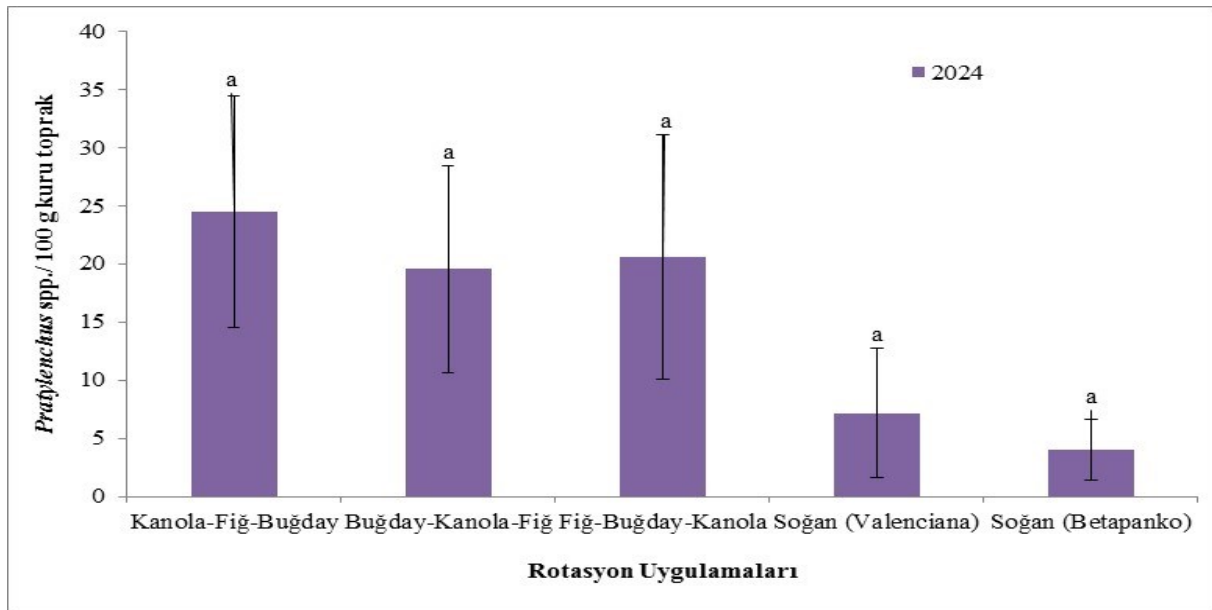


Figure 8. *Pratylenchus* spp. initial populations in rotation treatments in the fourth year of the experiment (Data is in the form of mean $\pm$ standard error)

Şekil 8. Denemenin dördüncü yılında rotasyon uygulamalarında *Pratylenchus* spp. başlangıç popülasyonları (Veriler ortalama $\pm$ standart hata formatındadır)

Rotasyon deneme parsellerinde *Tylenchus* (0-150.2 nematod/ 100 g kuru toprak), *Filenchus* (0-52,6 nematod/ 100 g kuru toprak), *Aphelenchus* (0-204.4 nematod/ 100 g kuru toprak) ve *Aphelenchoides* (0-396.9 nematod/ 100 g kuru toprak) cinslerine ait fungivor nematodlar tespit edilmiştir. En yaygın bulunan fungivor nematod cinsleri *Aphelenchus* ve *Aphelenchoides*' dir. Fungivor nematod popülasyonları rotasyon uygulamalarında önemli farklılık oluşturmamıştır. Ancak örnekleme tarihleri arasında önemli farklılıklar meydana gelmiştir. Örnekleme zamanı ve rotasyon uygulama interaksyonları önemli bir farklılık oluşturmamıştır (Tablo 5).

Tablo 5. Fungivor nematodların farklı rotasyon uygulamalarında deneme süresince toplam popülasyon yoğunluğunun istatistiksel değerlendirmesi

Table 5. Statistical evaluation of total population densities of fungivorous nematodes during the experiment in different rotation treatments

Değişkenler	Nparm	DF	Kareler toplamı	F Oranı	Olasılık> F
Uygulama	4	4	5.33892	0.8999	0.4647
Tekerrür	3	3	5.73117	1.288	0.2792
Örnekleme zamanı	15	15	500.3767	22.4908	<.0001
Uygulama*örnekleme zamanı	60	60	77.3857	0.8696	0.7364

Fungivor nematod popülasyonları rotasyon uygulamalarında Nisan ve Mayıs 2021 ile Mayıs 2024 tarihlerinde en yüksek değerlere ulaşmıştır (Şekil 9).

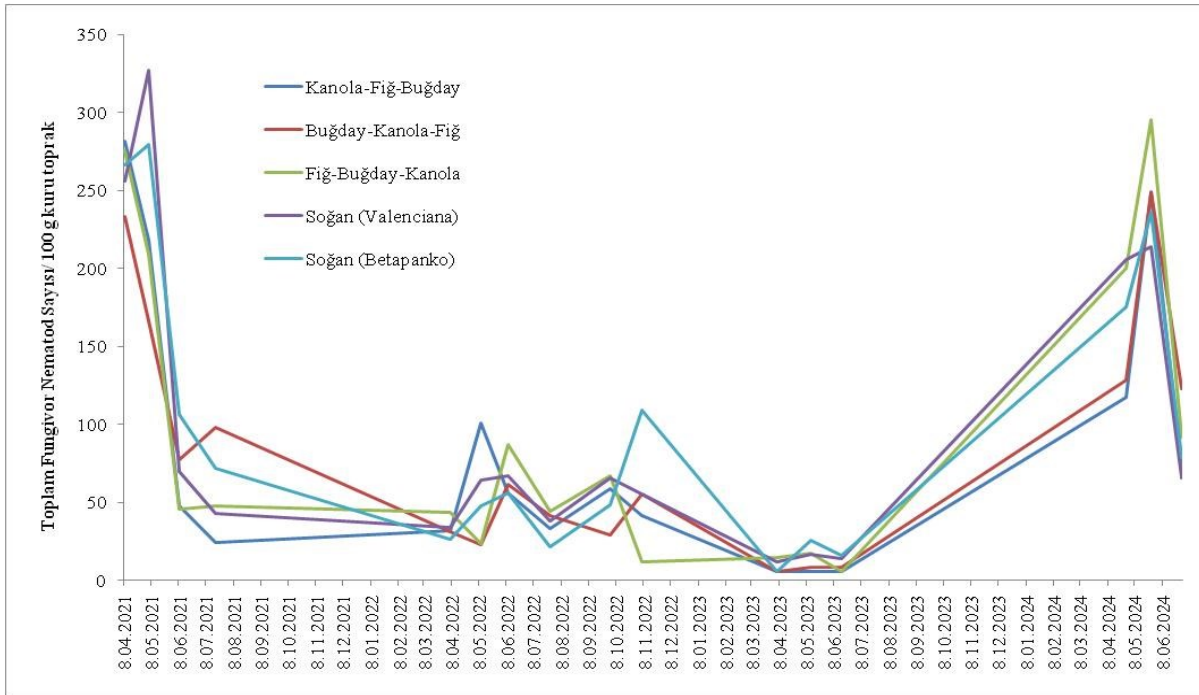


Figure 9. Population changes of total fungivorous nematodes in different rotation treatments during the experiment

Şekil 9. Toplam fungivor nematodların deneme boyunca farklı rotasyon uygulamalarında popülasyon değişimi

Rotasyon deneme parsellerinde *Cephalobus*, *Eucephalobus*, *Acrobeles*, *Acrobeloides*, *Rhabditus*, *Panagrolaimus*, *Wilsonema* ve *Monhystera* cinslerine ait bakteriovor nematodlar tespit edilmiştir. En yoğun bulunan bakteriovor nematod cinsleri *Eucephalobus* (0-1143.8 nematod/ 100 g kuru toprak) ve *Acrobeloides* (0-250 nematod/ kuru toprak)'dır. Deneme alanında genel olarak nematod besin gruplarından bakteriovor nematodların diğer nematod besin gruplarından ortalama 3 kat fazla oranda bulunmuştur. Bakteriovor nematod popülasyonları rotasyon uygulamalarında önemli farklılık oluşturmamıştır. Sadece örnekleme tarihleri arasında önemli farklılık görülmüştür. Uygulamalarla örnekleme tarihlerinin interaksyonları arasında önemli farklılık meydana gelmemiştir (Tablo 6).

Tablo 6. Bakteriovor nematodların farklı rotasyon uygulamalarında deneme süresince toplam popülasyon yoğunluğunun istatistiksel değerlendirmesi

Table 6. Statistical evaluation of total population densities of bacteriovorous nematodes during the experiment in different rotation treatments

Değişkenler	Nparm	DF	Kareler toplamı	F Oranı	Olasılık> F
Uygulama	4	4	4.24966	0.678	0.6078
Tekerrür	3	3	0.91483	0.1946	0.9
Örnekleme zamanı	15	15	417.3077	17.7533	<.0001
Uygulama*örnekleme zamanı	60	60	115.9322	1.233	0.1391

Bakteriovor nematod popülasyonları soğan uygulamalarında Nisan 2021 tarihinde en yüksek bulunmuştur (Valenciana: 305.2, Beta Panko: 302.2 nematod/ 100 g kuru toprak). Diğer rotasyon uygulamalarında ise Mayıs 2024 tarihlerinde en yüksek değerlere ulaşmıştır (355.8-412.8 nematod/ 100 g kuru toprak) (Şekil 10). Dorylaimida takımında yer alan omnivor nematodlar parsellerde düşük popülasyon yoğunluğunda tespit edilmiştir (0-87.1 nematod/ 100 g kuru toprak).

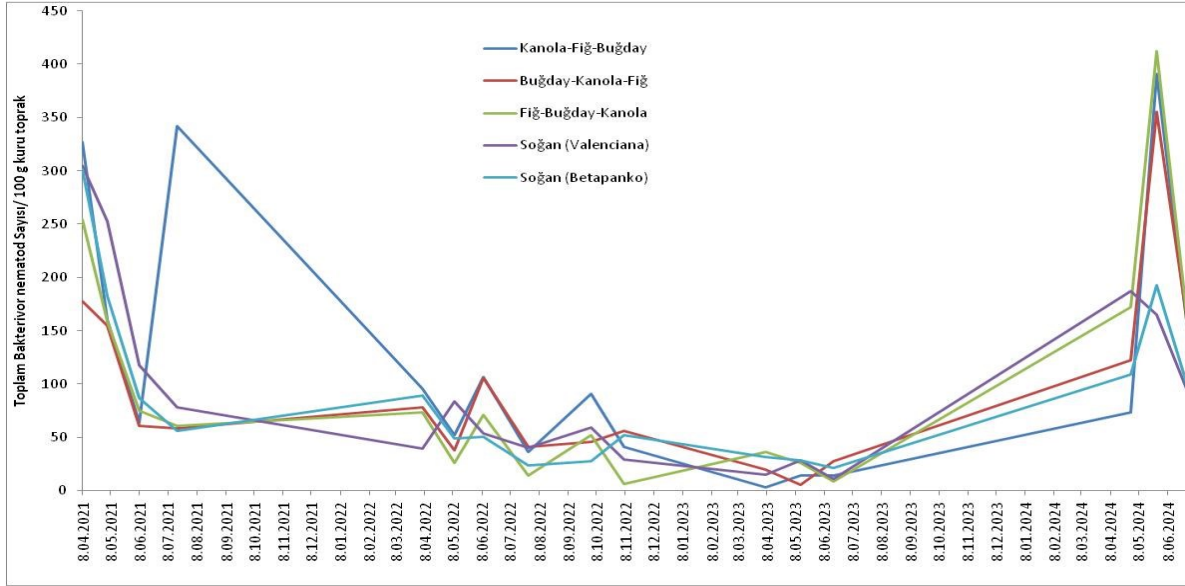


Figure 10. Population changes of total bacteriovorous nematodes in different rotation treatments during the experiment

Şekil 10. Toplam bakteriovor nematodların deneme boyunca farklı rotasyon uygulamalarında popülasyon değişimi

Rotasyonda yer alan bitkilerin bölge iklim koşullarına uygun ve ekonomik olarak soğan yetiştiriciliğine alternatif olabilecek bitki türleri olması gerekmektedir. Gül ve arkadaşları (2009) tarafından Türkiye’ de alternatif ürünlerin belirlenmesine yönelik yapılan bir çalışmada buğdaygil bitkilerinin üreticilerin ilk başvurduğu bitki türleri olduğu tespit edilmiştir. Diğer yandan kanola bitkisinin üretim uygunluğu ve ekonomik getirisi bakımından en iyi alternatif olduğu belirlenmiştir. Bizim çalışmamızda da ilave olarak soğan bitkisinde soğan sak nematodundan kaynaklanan zararın önlenmesi için iyi bir alternatif oluşturabileceği düşünülmektedir. Ayçiçeğin bitki çıkışı ve gelişim özelliklerinin rotatiller ile azaltılmış toprak işleme ile birlikte buğday-fiğ rotasyonunda en iyi en iyi sonuçları verdiği tespit edilmiştir (Çay ve ark., 2017). Bu çalışmada da soğan üretiminde yöre üreticileri tarafından benimsenebilecek olan buğday ve fiğ bitkileri soğan sak nematoduna da konukçuluk özellikleri göz önünde bulundurularak rotasyon bitkisi olarak tercih edilmiştir. Soğan sak nematodu ile enfekte bir alanda rotasyon uygulamalarının gerçekleştirilebilmesi için soğan sak nematoduna konukçuluk durumu ön plana çıkmaktadır. Yavuzaslanoglu ve Aksay (2021) tarafından kontrollü koşullarda gerçekleştirilen çalışmalar ile farklı bitki türlerinin soğan sak nematoduna karşı reaksiyonları araştırılmıştır. Yapay olarak nematod inokülasyonu ile gerçekleştirilen çalışmalar değişkenlik göstermekle birlikte nematoda konukçuluk durumları hakkında gerçekleştirilen tarla çalışması için ön bilgi oluşturmuştur.

Deneme alanında bitki paraziti nematodlardan ekonomik önemi yüksek olan 3 cins bulunduğu tespit edilmiştir (*Ditylenchus* spp., *Pratylenchus* spp. ve *Heterodera* spp.). Soğan bitkisinin *D. dipsaci*' nin ana konukçusu olması nedeniyle deneme alanında en zararlı nematod türü olarak bulunmuştur. Konukçu spektrumu geniş olan diğer hareketli endoparazitik nematod türü *Pratylenchus* spp.' de önemli bir zarar potansiyeline sahiptir. *Pratylenchus* türlerinin ana konukçusu buğdaygil ve baklagil bitki türleri olarak bildirilmiştir (Duncan ve Moens, 2006). Bu nedenle denemede soğanın ana zararlı nematod türü *D. dipsaci*' nin mücadelesi için önerilen rotasyon bitkilerinde gelişiminin belirlenmesi mücadele uygulamalarını etkinliği bakımından önem taşımaktadır.

Diğer sedanter endoparazitik bir bitki paraziti nematod türü olan *Heterodera* türlerine denemenin ilk yılında buğday parsellerinde rastlanmış ancak diğer yıllarda rastlanmadığından popülasyon değişimi bitki paraziti nematodların toplam popülasyon yoğunlukları içinde değerlendirilmiştir.

Deneme alanında ana zararlı nematod türü olan *D. dipsaci*' nin mücadelesi için gerçekleştirilen rotasyon uygulamalarında nematod popülasyonlarının değişimi genel itibarıyla değerlendirildiğinde bütün uygulamalarda; sıcaklık ve nem koşullarının en uygun olduğu Nisan-Haziran ayları arasında nematod yoğunlukları en fazla bulunmuştur. Temmuz ayından itibaren sıcaklıkların yükselmesi, toprak neminin azalması ve konukçu bitkinin hasat olgunluğuna gelmesi nedeniyle nematod popülasyonlarının toprağın derin tabakalarına geçiş yaptığı ve dolayısıyla örnekleme yapılan 0-30 cm'lik tabakada popülasyonlarının düştüğü görülmektedir. Benzer bulgular yurdumuzda *D. dipsaci*, *Pratylenchus* spp. ve *Heterodera* spp. ile gerçekleştirilen tarla popülasyon çalışmalarında da görülmektedir (Şahin ve ark., 2008; Dikici ve ark., 2014; Mansız ve Gözel, 2022). Denemenin gerçekleştirildiği yıllar karşılaştırıldığında çevre koşullarının etkisi daha baskın olarak görülmektedir. Sıcaklık ve su stresi bulunmayan birinci ve ikinci yıllarda nispeten nematod popülasyonları yüksek seyir ederken sıcaklık stresinin yaşandığı 2023 yılında nematod popülasyonları çok düşük bulunmuştur. Nispeten serin ve yağışlı geçen 2024 ilkbaharında nematod popülasyonlarının yine artış gösterdiği çalışmada kayıt edilmiştir. İklim koşullarından sıcaklığın ve toprak neminin nematod popülasyonları üzerinde çok büyük etkisinin bulunduğu önceki çalışmalarda da bildirilmiştir (Turner ve Rowe, 2006).

Rotasyon denemesinde 3 yıl süreyle kanola-fiğ-buğday, buğday-kanola-fiğ ve fiğ-buğday-kanola ekimleri sonucunda denemenin 4. yılında toprakta başlangıç *D. dipsaci* popülasyonlarında önemli bir farklılık olmamasına rağmen buğday-kanola-fiğ (2. uygulama) ve fiğ-buğday-kanola (3. uygulama) uygulamalarında soğan uygulamalarına göre nispeten düşük nematod popülasyonu elde edildiği görülmektedir. Turpgil ve baklagil bitkilerinin köklerinden salgılanan siyanojenik kök salgılarının nematod popülasyonları üzerinde etkili olduğuna dair raporlar, denemede üçüncü yılda 2. ve 3. uygulamada ekili bulunan fiğ ve kanola bitkilerinin bu etkiyi oluşturabileceğini destekler niteliktedir (Vetter, 2000; Kruger ve ark., 2013). Denemenin birinci ve ikinci yıllarında da nematod üreme oranları rotasyon uygulamalarında istatistiksel olarak önemli olmamakla beraber düşük bulunmuştur. Soğan sak nematoduna karşı mücadelede rotasyonun etkisinin araştırılmasında 2-4 yıl konukçu olmayan bitkilerin yetiştiriciliği tavsiye edilmiştir (Hooper, 1984; Roberts ve Grathhead, 1986; Jordan ve ark., 2016).

Diğer bir rotasyon uygulaması olarak konukçu bitkinin dayanıklı çeşitlerinin kullanımı buğdaygillerde tahıl kist nematodlarına karşı yaygın olarak kullanılan bir mücadele yöntemidir (Dababat ve ark., 2014). Ancak dayanıklılığın bitkideki genetik kalıtımı ve nematod türünün patolojisi dayanıklılık yönteminin mücadelede etkinliğini belirleyen en önemli faktörlerdir. Buğday bitkisinde kist nematodlarına karşı dayanıklılık tek genle sağlanmaktadır (Dababat ve ark., 2014). Bu nedenle kist nematodlarına karşı buğdayda dayanıklılık daha kuvvetli bir etki göstermektedir. Diğer yandan hareketli endoparazitik nematodlara karşı bitkilerde tam bir dayanıklılıktan ziyade kısmi dayanıklılık meydana gelmektedir. Buğday bitkisinde *Pratylenchus* türlerine karşı çoklu genler tarafından kısmi dayanıklılık sağlandığı gösterilmiştir (Zwart ve ark., 2005). Soğan bitkisinin soğan sak nematoduna dayanıklılığı üzerine henüz gerçekleştirilmiş genetik bir çalışma bulunmakla birlikte fenotipik çalışmalarda tam bir dayanıklılığın bulunmadığı tespit edilmiştir (Yavuzaslanoglu ve ark., 2019; Yavuzaslanoglu ve Özsoy, 2020). Önceki çalışmalarla kısmi dayanıklı olarak belirlenen Valenciana soğan çeşidinin projede gerçekleştirilen rotasyon denemesinde üreme oranının denemede hassas Beta Panko çeşidine göre düşük gerçekleştiği görülmüştür.

4. Sonuç

Deneme alanında konukçu soğan bitkisinin ana zararlı bitki paraziti nematodu olan soğan sak nematoduna karşı kültürel mücadele amacıyla etkinliği araştırılan rotasyon yönteminin tarla koşullarında uygulanabilir olduğu ve nematod popülasyonları üzerinde etkilerinin ümit var olduğu tespit edilmiştir. Rotasyon uygulaması sürdürülebilir bitkisel üretim için vazgeçilmez bir yöntem olmasının yanı sıra, bitki koruma açısından üretim biriminde bulunan ekonomik olarak zararlı bitki parazit nematod türlerinin popülasyonlarını üzerinde etkinliğinin ortaya konmuş olması, bilimsel araştırmalara ve pratik olarak bitkisel üretim faaliyetlerine önemli katkı sağlayacaktır. Üretime direkt aktarılabilecek mücadele yöntemi olması nedeniyle rotasyon uygulamalarının etkinliğinin artırılması için yeni araştırmaların yapılması faydalı olacaktır.

Teşekkür

Bu araştırma, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonunca kabul edilen 04-M-21 nolu proje kapsamında desteklenmiştir. Çalışmaya katkılarından dolayı Dr. Öğr. Üyesi Seyfi TANER (Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu)'e teşekkür ederiz.

Etik Kurul Onayı

Bu çalışma için etik kuruldan izin alınmasına gerek yoktur.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Yazarlık Katkı Beyanı

Planlama: Yavuzaslanoglu, E.; Materyal ve Metot: Çetinkaya, A., Yavuzaslanoglu, E.; Veri Toplama ve İşleme: Çetinkaya, A., Yavuzaslanoglu, E.; İstatistiki Analiz: Çetinkaya, A., Yavuzaslanoglu, E.; Literatür Tarama: Çetinkaya, A.; Makale Yazımı, İnceleme ve Düzenleme: Çetinkaya, A., Yavuzaslanoglu, E.

Kaynakça

- Abd-Elgawad, M. M. M. and Askary, T. H. (2015). Impact of Phytonematodes on Agriculture Economy. In: Biocontrol Agents of Phytonematodes, Ed(s): Askary T. H., Martinelli P. R. P., CAB International, London, U. K.
- Alkan, B. (1962). Türkiye'nin zararlı nematod faunası üzerinde ilk incelemeler. *Bitki Koruma Bülteni*, 2(12): 17-25.
- Anonim (2011). Soğan – Sarımsak Hastalık ve Zararlıları ile Mücadele. Koruma Kontrol Genel Müdürlüğü Yayınları, Türkiye.
- Anonim, (2019a). Tarım Ürünleri Piyasaları-Kuru Soğan. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE) Yayınları, Türkiye.
- Anonim, (2019b). Bitki Hastalıkları Standart İlaç Deneme Metodları, Toprak Kökenli Patojenler, Nematodlar ve Yabancı Otlara Karşı Solarizasyon Uygulaması İle Kombine Edilen Pestisitlere Ait Standart İlaç Deneme Metodu. Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı Yayınları, Türkiye.
- Çay, A., Özpinar, S. ve Aydın, A., (2017). Farklı ürün rotasyonlarında uzun dönem uygulanan azaltılmış toprak işleme ve yeşil gübrelemenin ayçiçeği gelişimi ve yabancı otlanmaya etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(3): 116-126.
- Dababat, A. A., Erginbaş-Orakçı G, Toktay H, İmren M, Akın B., Braun, H. J., Dreisigacker, S., Elekcioglu, H. İ. And Morgunov, A. I. (2014). Resistance of winter wheat to *Heterodera filipjevi* in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38:180-186.
- Dikici, A., Yavuzaslanoglu, E. ve Elekcioglu, İ. H., (2014). Soğan sak nematodu (*Ditylenchus dipsaci*) (Kühn, 1857) (*Tylenchida: Anguinidae*)' nun Karaman ilinde soğan (*Allium cepa* L.) bitkisinde popülasyon değişiminin araştırılması, *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5 (2): 71-76.
- Duncan, L. W. and Moens, M. (2006). Migratory Endoparasitic Nematodes, In: Plant Nematology, Ed(s): Perry, N. R., Moens, M., CAB International, London, U. K.
- FAO (2024). World Onion Production Statistics. <http://www.fao.org.tr> (Erişim Tarihi:12.08.2024).
- Gül, U., Arısoy, H., Sivük, H. ve Ataseven, Y., (2009). Alternatif ürün projesi kapsamında tütün ve bazı ürünler arasında kârlılık karşılaştırmaları. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(3): 215-226.
- Hooper, D. J. (1984). Observations on Stem Nematode, *Ditylenchus dipsaci*, Attacking Field Beans, *Vicia faba*, Report of Rothamsted Experimental Station for 1983, part 2, CAB International, London, U. K.
- Hooper, D. J. (1986). Extraction of Free-Living Stages from Soil. In: Laboratory Methods for Work with Plant and Soil Nematodes. Ed(s): Southey, J. F. London, U. K.: Her Majesty's Stationery Office.
- JMP (2024). Statistics. https://www.jmp.com/en_us/home.html (Erişim Tarihi: 17.12.2024).
- Jones, J. T., Haegeman, A., Danchin, E. G., Gaur, H. S., Helder, J., Jones, M. G., Kikuchi, Manzanilla-López, R., Palomares-Rius, J. E., Wesemael, W. M. L. and Perry, R. N. (2013). Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology*, 14(9): 946-961.
- Jordan, S, Nischwitz C, Ramirez R. and Gordillo, L. F. (2016). Managing the spread of alfalfa stem nematodes (*Ditylenchus dipsaci*): The relationship between crop rotation periods and pest reemergence, *Natural Resource Modeling*, 30: 1-9.
- Kruger, D. H. M., Fourie, J. C. and Malan, A. P. (2013). Cover crops with biofumigation properties for the suppression of plant parasitic nematodes: A review. *South African Journal for Enology and Viticulture*, 34(2): 287-295.
- Mansız, T. ve Gözel, U., (2022). Buğday-fığ rotasyonu ve farklı toprak işleme yöntemlerinin kök lezyon nematodları (*Pratylenchus* spp.)'nın popülasyon gelişimleri üzerine etkileri. *Lapseki Meslek Yüksekokulu Uygulamalı Araştırmalar Dergisi*, 3(5): 24-29.
- Mennan, S. and Ecevit, O. (2002). Farklı preparatların *Ditylenchus dipsaci* soğan ırkına karşı etkinliği üzerinde araştırmalar. *Journal of Ondokuz Mayıs University Faculty of Agriculture*, 17(16): 20-24.
- Mitiku, M. (2018). Plant-parasitic nematodes and their management: a review. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 8(1): 34-42.
- Öztürk, G. (1990). Konya, Karaman ve Nevşehir illeri soğan (*Allium cepa* L.) ekiliş alanlarında bulunan *Tylenchida* takımına ait bitki paraziti nematod türleri üzerinde taksonomik araştırmalar. (Doktora Tezi) Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Roberts, P. A. and Grathhead, S. A. (1986). Control of *Ditylenchus dipsaci* in infected cloves by nonfumigant nematicides. *Journal of Nematology*, 18: 66-73.
- Saltukoglu, M. E. (1974). *A taxonomical and morphological study of tylenchida (nematoda) from the Istanbul area (Turkey)*. (PhD. Thesis) Belgium State University of Gent, Gent, Belgium.
- Seinhorst, J. W. (1956). Population studies on stem eelworm *Ditylenchus dipsaci*. *Nematologica*, 1: 159-164.
- Siddiqi, M. R. (2000) *Tylenchida: parasites of plants and insects*. 2nd edition. CAB International, London, U. K.
- Sturhan, D. and Brzeski, M. W. (1991). Stem and Bulb Nematodes, *Ditylenchus* spp. In: Manual of Agricultural Nematology, Ed(s): Nickle W. R., Marcel Dekker Publications, New York, U. S. A.

- Şahin, E., Nicol, J. M., Yorgancılar, A., Elekçioğlu, İ. H., Tülek, A., Yıldırım, A. F. and Bolat, N. (2008). Seasonal variation of field populations of *Heterodera filipjevi*, *Pratylenchus thornei* and *P. neglectus* on winter wheat in Turkey. *Nematologia Mediterranea*, 36: 51-56.
- Turner, S. J. and Rowe, J. A. (2006). Cyst Nematodes, 92-121. In: Plant Nematology, Ed(s): Perry, N. R., Moens, M., CAB International, London, U. K.
- TÜİK (2024). Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 04.10.2024).
- Vetter, J. (2000). Plant cyanogenic glycosides. *Toxicon*, 38(1): 11-36.
- Yavuzaslanoglu, E., Dikici, A., Elekçioğlu, İ. and Aydoğdu, M. (2015a). Distribution of nematodes on onion and their relationship with soil physicochemical characteristics in Karaman province, Turkey. *Turkish Journal of Entomology*, 39: 251-259.
- Yavuzaslanoglu, E., Dikici, A. and Elekçioğlu, İ. H. (2015b). Effect of *Ditylenchus dipsaci* Kühn, 1857 (Tylenchida: Anguinidae) on onion yield in Karaman Province, Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 39: 227-233.
- Yavuzaslanoglu, E., Ates Sonmezoglu, O., Genç, N., Akar, Z. and Terzi, B. (2018). Molecular characterization of *Ditylenchus dipsaci* on onion in Turkey. *European Journal of Plant Pathology*, 151: 195-200.
- Yavuzaslanoglu, E. (2019). Resistance and tolerance of commercial onion cultivars to stem and bulb nematode, *Ditylenchus dipsaci*. *Journal of Agricultural Sciences*, 24(4): 409-416.
- Yavuzaslanoglu, E., Ates Sonmezoglu, O., Genc, N., Akar, Z. M., Ocal, A., Karaca, M. S., Elekcioglu, I. H., Ozsoy, V. S. and Aydogdu, M. (2019). Occurrence and abundance of nematodes on onion in Turkey and their relationship with soil physicochemical properties. *Nematology*, 21: 1063-1079.
- Yavuzaslanoglu, E. and 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.
- Yavuzaslanoglu, E. and Aksay, G. (2021). Susceptibility of different plant species to two populations of *Ditylenchus dipsaci* Kühn, 1857 (Tylenchida: Anguinidae) from Turkey. *Turkish Journal of Entomology*, 45(1): 77-86.
- Yeates, G. W., Bongers, T., De Goede, R. G., Freckman, D. W. and Georgieva, S. S. (1993). Feeding habits in soil nematode families and genera an outline for soil ecologists. *Journal of Nematology*, 25(3): 315.
- Yüksel, H. (1958). İç Anadolu'da soğanlarda ilk defa tesbit edilen sak ve soğan nematodu (*Ditylenchus dipsaci*). *Tomurcuk*, 77: 5-6.
- Zwart, R. S., Thompson, J. P. and Godwin, I. D. (2005). Identification of quantitative trait loci for resistance to two species of root-lesion nematode (*Pratylenchus thornei* and *P. neglectus*) in wheat. *Australian Journal of Agricultural Research*, 56(4): 345-352.