

T.C.
BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİTLİS İLİNDE TARIMSAL FAALİYETLERDE KULLANILAN BAZI PESTİSİTLERİN
TOPRAK NEMATODLARI VE MİKROORGANİZMALARİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN
ARAŞTIRILMASI

Ayşenur GÜVEN

MAYIS 2020

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİTLİS İLİNDE TARIMSAL FAALİYETLERDE KULLANILAN BAZI PESTİSİTLERİN
TOPRAK NEMATODLARI VE MİKROORGANİZMALARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN
ARAŞTIRILMASI

Hazırlayan
Ayşenur GÜVEN

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi İbrahim KOÇ

Jüri Üyeleri
Doç. Dr. Şenol YILDIZ
Dr. Öğr. Üyesi İbrahim KOÇ
Dr. Öğr. Üyesi Erdal ÖĞÜN

MAYIS 2020

ONAY

Ayşenur GÜVEN tarafından hazırlanan “**Bitlis İlinde Tarımsal Faaliyetlerde Kullanılan Bazı Pestisitlerin Toprak Nematodları ve Mikroorganizmaları Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması**” adlı tez çalışması 13/05/2020 tarihinde yapılan sınavla aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Şenol YILDIZ

(Başkan)

Dr. Öğr. Üyesi İbrahim KOÇ

(Danışman)

Dr. Öğr. Üyesi Erdal ÖĞÜN

(Üye)

İmza

S. Yıldız

İbrahim Koç

Bu tezin kabulü, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun .../.../...gün ve .../... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Zeki ARGUNHAN

Enstitü Müdürü

BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI
ETİK BEYANI

Bitlis Eren Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre hazırlamış olduğum “**Bitlis İlinde Tarımsal Faaliyetlerde Kullanılan Bazı Pestisitlerin Toprak Nematodları ve Mikroorganizmaları Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması**” adlı tezimin özgün bir çalışma olduğunu, tez hazırlanırken tüm aşamalarda bilimsel etik ilkelerine uygun davrandığımı, tez kapsamında sunulan tüm verileri bilimsel etik ilkelerine uygun elde ettiğimi, tezde faydalandığım tüm eserlere atıf yaptığımı ve kaynaklar kısmında bu eserleri gösterdiğimi beyan ederim. 13.05.2020

Ayşenur GÜVEN



ÖZET

BİTLİS İLİNDE TARIMSAL FAALİYETLERDE KULLANILAN BAZI PESTİSİTLERİN TOPRAK NEMATODLARI VE MİKROORGANİZMALARİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Ayşenur GÜVEN

Yüksek Lisans Tezi

Bitlis Eren Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi İbrahim KOÇ

Mayıs 2020, 35 sayfa

Bu çalışma, Bitlis İli'nde tarımsal alanlarda yaygın bir şekilde kullanılan Pyridaben (%20, akarisit), Pendimethalin (330 g/l, herbisit), Penconazole (100 g/l, fungusit) ve Chlorpyrifos-methyl (227 g/l, insektisit) etkili pestisitlerinin hedef olmayan toprak nematod, aerob mezofil bakteri ile mikrofungus komüniteleri ve pH'sına etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışma, *in-vitro* şartlarında tekrarlı ölçümlerde varyans analizi yöntemine göre altı tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Belirlenen pestisitler, birer kg'lık toprak numunelerine, enjektör yardımıyla, önerilen dozda muamele edilmiştir. Yapılan varyans analizlerine göre Periyot×Muamele interaksiyonlarının sırasıyla pH, bitki paraziti ve fungivor nematodlar için önemli olduğu ($P=0.007$; $P=0.008$; $P=0.000$), omnivor-avcı, bakterivor ve toplam nematodlar için hem Periyot ($P=0.000$; $P=0.000$; $P=0.000$) hem de muamelelerin ana etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu ($P=0.046$; $P=0.017$; $P=0.009$) bulunmuştur. Profil analizlerine göre; pH'sın, özellikle Pyridaben muamelesinde artış gösterdiği; aerob mezofil bakteri sayısının, kontrol muamelesinde artmasına karşın tüm pestisit muamelelerinde azalma gösterdiği; mikrofungus sayısının, Penconazole muamelesinde artış göstermesine karşın diğer muamelelerde azaldığı; bitki paraziti, fungivor ve toplam nematod sayılarının tüm pestisit muamelelerinde azaldığı; omnivor-avcı ve bakterivor nematodların kısmen etkilendiği görülmüştür. Sonuç olarak; kullanılan pestisitlerin, çalışılan hedef dışı toprak parametreleri üzerinde, ilacın çeşidi ve dikkate alınan parametrelere göre az veya çok, olumlu veya olumsuz etkili olduğu saptanmıştır.

Ek olarak, pestisit toksisite testlerinin mümkün olduğunca geniş kapsamda yapılması, üreticilerin kullandıkları pestisitlerin hedef dışı canlı ve faktörleri de etkileyebileceği hassasiyet ve bilincinde kullanılması gerektiği düşünölmekte ve önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Aerob mezofil bakteri, Bitlis, Nematod, Pestisitler, Toprak.



ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF SOME PESTICIDES USED IN AGRICULTURAL ACTIVITIES IN BİTLİS ON SOIL NEMATODES AND MICROORGANISMS

Ayşenur GÜVEN

Master Thesis

Bitlis Eren University Graduate Education Institute

Department of Environmental Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Dr. İbrahim KOÇ

May 2020, 35 pages

This study was conducted to determine the effects of Pyridaben (%20, acaricide), Pendimethalin (330 g/l, herbicide), Penconazole (100 g/l, fungicide) and Chlorpyrifos-methyl (227 g/l, insecticide) pesticides, which are widely used in agricultural fields of Bitlis, on non-target soil nematodes, aerobic mesophilic bacteria, microfungi communities and pH. The study was repeated (six times) according to variance analysis method (under *in-vitro* conditions). Selected pesticides were treated to soil samples (one kg per pots) using a sprayer at a recommended dose with the injector. According to the variance analysis, the Period×Treatment interactions are important for pH, plant-parasitic and fungivore nematodes respectively ($P=0.007$; $P=0.008$; $P=0.000$), for omnivore-predatore, bacterivore and total nematodes, on the other hand, ($P=0.000$; $P=0.000$; $P=0.000$) both period and the main effect of the treatments were statistically significant ($P=0.046$; $P=0.017$; $P=0.009$). Based on the profile analysis; pH increased especially in Pyridaben treatment, although the number of aerobic mesophilic bacteria increased in the control treatment, it decreased in all pesticide treatments; the number of microfungi increased in Penconazole treatment but decreased in other treatments; plant-parasitic, fungivore and total nematode count decreased in all pesticide treatments; omnivore-predatore and bacterivore nematodes were found to be partially affected. As a result, it has been determined that the used pesticides have positive or negative effects at different degree on the non-target studied soil parameters, depending on the type of pesticide and the parameters considered. In addition, it is recommended that pesticide toxicity tests should be carried out as widely as

possible, and the pesticides used by the farmers should be applied carefully since they may affect non-target organisms and factors.

Keywords: Aerobic mezophilic bacteria, Bitlis, Nematode, Pesticides, Soil.



TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasında, bana her konuda destek olan, zengin bilgi ve birikimiyle her zaman yol gösteren, güler yüzünü ve hoşgörüsünü hiçbir zaman esirgemeyen kıymetli danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi İbrahim KOÇ'a teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

İstatistik analizlerimde yardımcı olan Sayın Prof. Dr. Mehmet MENDEŞ hocama, toprak analizleri konusunda yardımcı olan Sayın Doç. Dr. Erdal SAKİN hocama, toprak mikrofunguslarının teşhisinde yardımcı olan Sayın Dr. Öğr. Üyesi Emre DEMİRER DURAK hocama, bilgileri ve tecrübeleri ile yardımcı olan Sayın Dr. Öğr. Üyesi Mehmet YILMAZ ve Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem ÖZER hocalarıma teşekkür ediyorum. Laboratuvar çalışmamın her aşamasında bana yardımcı olan yüksek lisans arkadaşlarım Emrullah URGAN ve Demet BAL'a teşekkürü borç bilirim. Çalışmamda bilgi ve veri desteği sağlayan Bitlis İl Tarım ve Orman Müdürlüğü çalışanlarına teşekkür ederim.

Beni bugünlere getiren, maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemedi, her zaman ve her koşulda yanımda olan, eğitim hayatım boyunca inanç ve dualarını esirgemeyen aileme çok teşekkür ederim.

ÖNSÖZ

İnsanlar, yaşam standartlarını artırmak uğruna çevreye olan etkileri gün geçtikçe artış göstermektedir. Bu etkilerden bir tanesi de tarımsal faaliyetlerde bitki koruma amaçlı kullandıkları kimyasal pestisitlerdir. Pestisitler, istenilmeyen hedef canlıyı etkilediği gibi arasında insanların da olduğu mikrodan makroya diğer canlıları da etkilemekte, toprağın, havanın ve suyun kirlenmesine de sebep olmaktadır. Agro-ekosistemler, insan faaliyetlerinin yoğun olduğu kompleks ortamlardır. Bu alanlardaki verim ve süreklilik, biyotik ve abiyotik faktörlerin dengesine bağlıdır. Şüphesiz kullanılan pestisitlerin, çeşidi, dozu, kullanım şekli ve zamanı gibi faktörler pestisit hedef canlı üzerindeki etkisinin yanı sıra hedef dışı canlı ve cansız faktörleri de etkilemektedir.

Bu bağlamda, Bitlis ili örnekleminde yaygın kullanılan pestisit gruplarını temsilen birer pestisit önerilen dozu hedef olmayan bazı toprak canlıları üzerindeki etkileri çalışılmış olup, ileride konu ile ilgili yapılacak olan çalışmalara da katkı sağlayacağı beklenmektedir.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
SİMGELER DİZİNİ	xi
KISALTMALAR DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. MATERYAL VE YÖNTEM	8
2.1. Materyal	8
2.1.1. Denemede Kullanılan Pestisitler ve Besiyerleri	8
2.1.2. Kullanılan Cihazlar	9
2.2. Yöntem	10
2.2.1. Denemenin Kurulması ve Pestisit Muamelesi	10
2.2.2. Toprak Tekstürü, Reaksiyonu (pH) ve Nem Miktarlarının Ölçümü (%)	10
2.2.3. Besiyeri ve Çözeltilerin Hazırlanışları	11
2.2.3.1. Plate Count Agar Besiyeri (PCA)	11
2.2.3.2. Rose-Bengal Kloramfenikol Agar Besiyeri (RBC)	11
2.2.3.3. Fizyolojik Su	12
2.2.4. Aerob Mezofil Bakteri Sayımı	12
2.2.5. Mikrofungus Sayımı	13
2.2.6. Nematodların Ekstraksiyonu ve Sayımı	14
2.2.7. Verilerin Analizi	15

3. BULGULAR VE TARTIŞMA	17
3.1. Pestisit Muamelelerinin Toprak pH Değerine Etkisi	17
3.2. Pestisit Muamelelerinin Toprak Aerob Mezofil Bakteri Sayısına Etkisi.....	18
3.3. Pestisit Muamelelerinin Toprak Mikrofungus Sayısına Etkisi	19
3.4. Pestisit Muamelelerinin Bitki Paraziti Nematod Sayısına Etkisi	21
3.5. Pestisit Muamelelerinin Fungivor Nematod Sayısına Etkisi	23
3.6. Pestisit Muamelelerinin Omnivor-Avcı Nematod Sayısına Etkisi.....	24
3.7. Pestisit Muamelelerinin Bakterivor Nematod Sayısına Etkisi	26
3.8. Pestisit Muamelelerinin Toplam Nematod Sayısına Etkisi.....	27
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	30
5. KAYNAKLAR.....	31
ÖZGEÇMİŞ	35

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>ÇİZELGE</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. Bitlis ilinde 2017 ve 2018 yıllarında kullanılan pestisit miktarları.....	3
2.1. Plate count agar.....	11
2.2. Rose bengale chloramphenicol agar.....	12
2.3. Fizyolojik su.....	12
3.1. Pestisit muamele edilmiş toprakların pH değerleri bakımından tanıtıcı istatistikler.....	17
3.2. Pestisit muamele edilmiş toprakların bakteri sayısı bakımından tanıtıcı istatistikler.....	18
3.3. Pestisit muamele edilmiş toprakların mikrofungus sayısı bakımından tanıtıcı istatistikler.....	21
3.4. Pestisit muamele edilmiş toprakların bitki paraziti nematod sayısı bakımından tanıtıcı istatistikler.....	22
3.5. Pestisit muamele edilmiş toprakların fungivor nematod sayısı bakımından tanıtıcı istatistikler.....	23
3.6. Pestisit muamele edilmiş toprakların omnivor-avcı nematod sayısı bakımından tanıtıcı istatistikler.....	25
3.7. Pestisit muamele edilmiş toprakların bakterivor nematod sayısı bakımından tanıtıcı istatistikler.....	26
3.8. Pestisit muamele edilmiş toprakların toplam nematod sayısı bakımından tanıtıcı istatistikler.....	27

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>SEKİL</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. Pestisitler (kimyasal ilaçlar).	2
1.2. Türkiye’de yıllar itibariyle toplam tarım ilacı (pestisit) kullanım miktarları	3
2.1. Toprakların iki mm’lik elekten geçirilmesi (a), poşetlenen toprak örnekleri (b).....	8
2.2. Denemede kullanılan pestisitler (a), denemede kullanılan besiyerleri (b)	9
2.3. Etüv (a), pH metre ölçüm cihazı (b), hassas terazi (c), mikroskop (d).....	9
2.4. Pestisit muamelesinin yapılması (a), deneme görüntüsü (b)	10
2.5. Toprak örneklerinin pH ölçümü	11
2.6. Bakteri ekimi (a), bakterilerin inkübasyonu (b), bakterilerin besi yeri görüntüsü (c), bakterilerin sayımı (d)	13
2.7. Mikrofungusların sayıma hazırlanması (a), mikrofungus sayımı (b).....	14
2.8. Hazırlanmış elek düzenekleri (a), ekstraktların mezürlere alınması (b), örneklerin mezürlerde bekletilmesi (c), nematodların sayımı (d).....	15
2.9. Nematodlarda besine göre özelleşmiş baş yapıları; herbivor (bitki paraziti) (a), bakterivor (b), fungivor (c), predatör (d), omnivor (e)	15
3.1. Pestisit muamele edilmiş toprakların pH değerleri bakımından profil analizi	18
3.2. Pestisit muamele edilmiş toprakların aerob mezofil bakteri sayısı bakımından profil analizi.....	19
3.3. Teşhis edilen mikrofungusların mikroskop görüntüleri	20
3.4. Pestisit muamele edilmiş toprakların mikrofungus sayısı bakımından profil analizi.....	21
3.5. Pestisit muamele edilmiş toprakların bitki paraziti nematod sayısı bakımından profil analizi.....	22
3.6. Pestisit muamele edilmiş toprakların fungivor nematod sayısı bakımından profil analizi.....	24
3.7. Pestisit muamele edilmiş toprakların omnivor-avcı nematod sayısı bakımından profil analizi.....	25
3.8. Pestisit muamele edilmiş toprakların bakterivor nematod sayısı bakımından profil analizi....	27
3.9. Pestisit muamele edilmiş toprakların toplam nematod sayısı bakımından profil analizi	28

SİMGELER DİZİNİ

cm	Santimetre
CO ₂	Karbondiyoksit
g	Gram
g ⁻¹	Santigram
ml	Mililitre
kg	Kilogram
µg	Mikrogram
mm	Milimetre
l	Litre
NaCl	Sodyum Klorür
%	Yüzde
°C	Santigrat derece
\$	Dolar

KISALTMALAR DİZİNİ

EC	Elektriksel iletkenlik
vd.	Ve diğerleri
Enl.	Enlem
Boy.	Boylam
Ort.	Ortalama



1. GİRİŞ

Toprak, yeryüzünün dörtte birini kapsayan, insanlar, bitkiler, hayvanlar ve mikroorganizmalar gibi birçok canlı çeşitliliğine ev sahipliği yapan, organik ve anorganik maddelerin birleşiminden ortaya çıkan bir oluşumdur. Toprak, başka kullanım alanı olmayan, kirletilen ve bilinçsiz şekilde kullanımından dolayı yok edilen bölgesinin yeri doldurulamayan bir karışım olarak da nitelendirilebilmektedir (Taşçıoğlu ve Aydın, 2017). Yeryüzünün farklı bölgelerinde yer alan değişik toprak grupları, bulundukları ekosistem parçaları içerisinde bünyelerinde farklı canlı bileşenlerini barındırabilirler. Bu toprak canlılarının birbirleriyle olan karmaşık ilişkilerinde cansız ortamla yaptıkları etkileşimleri sonucunda toprak özelliklerini oluşturarak gelişim sağlamaktadırlar. Toprak, sadece minerallerden oluşmamakta, içerisinde çok sayıda mantar, virüs, bakteri ve alg gibi organizmalar bulunmakla beraber, omurgalı ve omurgasız canlılar da bulunmaktadır (Haktanır ve Arcak, 1997). Canlıların yaşamsal döngüsü için en önemli faktörlerden biri olan toprağın değeri çok geç anlaşılmaya başlanmıştır. Yakın tarihe kadar sadece üzerinde tarımsal ve ekonomik faaliyetlerin yapıldığı bir doğal kaynak olarak görülmüş ve hak ettiği değeri görememiştir. Toprak kirliliği, toprakta birikim yapan atıkların ve diğer kirletici maddelerin toprağın yapısını bozup, verimini düşürerek, canlıların doğal yaşam alanına zarar verecek ciddi bir boyuta ulaşması olarak adlandırılmaktadır. Toprak kirlenmesi, ekolojik olaylarla beraber tarım arazilerinde yoğun kimyasal gübre kullanımı, tarım tekniklerinin yanlışlığı ve zehirli maddelerin toprağa bırakılmasıyla oluşabilmektedir (Özdemir, 1997). Toprağın kalitesinin ve varlığının sürdürülmesi çevre sağlığı açısından büyük önem arz etmektedir. Doğadan kaynaklanan nedenler haricinde insan kaynaklı birçok etmen toprağın kirlenmesine yol açarken, canlılara ciddi zararlar vermektedir. Toprakların kirlenmesiyle beraber önce bitkiler zarar görmekte, ardından bu kirleticiler hayvanlara ve insanlara geçiş yaparak hastalıklara sebep olabilmektedir. Kirlenen topraklar gün geçtikçe kullanılamaz hale gelerek, yok olma tehlikesiyle karşı karşıya gelmektedir. Bu tarz toprakların geri dönüştürülmesi, iyileştirilmesi oldukça zor olmakta, birçok sebeple kirlenip yok olan toprağın tekrardan oluşumu yüzyıllarca sürmektedir (Taşçıoğlu ve Aydın, 2017). Toprağın kirlenmesine neden olabilecek etmenleri şöyle sıralayabiliriz:

- a. Endüstri kuruluşlarından çıkan atıkların toprağa bırakılması,
- b. Yapay gübre ve pestisitlerin bilinçsiz kullanılması,
- c. Tarımsal faaliyetlerde toprağın bilinçsiz bir şekilde kullanılması,
- d. Arıtma tesislerinden çıkan çamur vb. atıkların direkt toprağa dökülmesi,
- e. Belediyelerin oluşturmuş olduğu çöp sahaları,

- f. Aşırı sulama sonucunda topraktaki tuz miktarının artması ve
- g. İnsanların doğayı bilinçsiz kullanması (Karpuzcu, 2010).

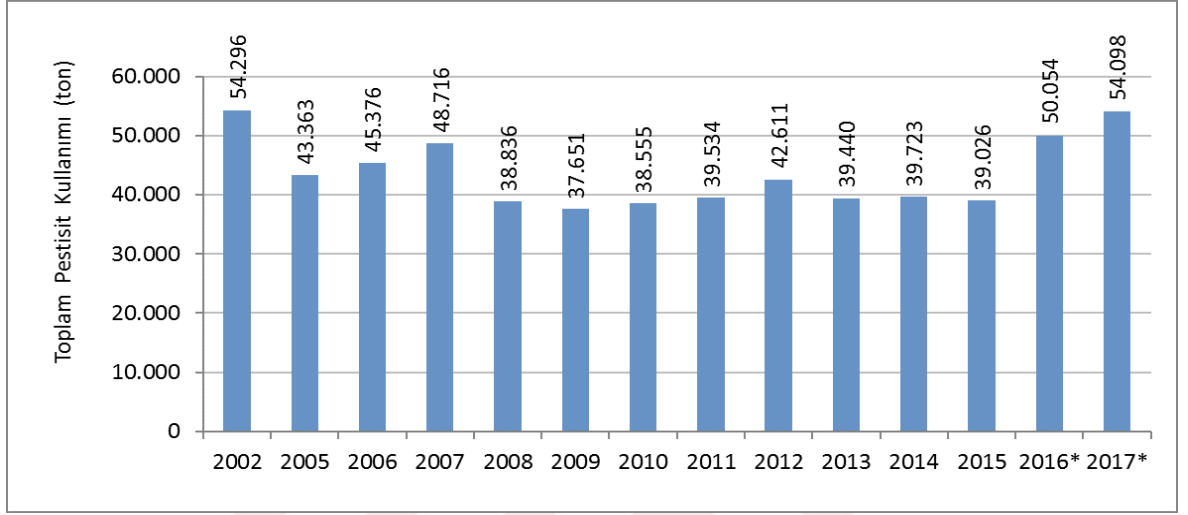
Toprağı kirleten unsurlar organik ve anorganik kirleticiler olarak ikiye ayrılmaktadır. Petrol atıkları ve pestisitler organik kirleticiler; radyoaktif atıklar, ağır metal, azot ve fosfor kirleticiler ise anorganik kirleticiler olarak gruplandırılabilir. Bahçe ya da arazilerdeki yabancı otlar, nematod, böcek, kuş, fare ve diğer istenmeyen zararlı canlıları kontrol etmek ya da yok etmek amacıyla kullanılan organik kimyasal maddelere pestisit (Şekil 1.1.) denilmektedir (Çınar, 2013).



Şekil 1.1. Pestisitler (kimyasal ilaçlar) (Anonim, 2020a)

Pestisitler, yapılarının toksik olması nedeniyle hedef canlılar haricinde insanlara ve çevreye doğrudan ya da dolaylı yollarla zarar verebilmektedir. Bu toksik maddeler; ağızdan (oral), deriden (dermal) ve solunum (inhalasyon) yoluyla insan vücuduna girmektedir. Pestisitlerin çevredeki sirkülasyonu karmaşık bir yapıya sahip olduğu için bahçelerin ya da tarlaların ilaçlanması sonucunda havaya ve toprağa oradan da yağmur sularıyla yer altı sularına ve dolaylı olarak su ekosistemine karışarak olumsuz etkiler göstermektedir. Pestisitler, bu toksik etkilerle ciddi sağlık problemlerine yol açarak kanser hastalığına ve hatta vücutta birikim yaparak ölümlere yol açmaktadır (Anonim, 2020b). Dünya çapında ve ülkemizde pestisit kullanımı yaygındır. Dünya çapında pestisit (tarım ilacı) üretimi 3 milyon tona kadar ulaşarak yıllık satış tutarı ise 25-30 milyar \$ arasında değişim göstermektedir (Tiryaki vd., 2010; Serpi vd., 2011). Türkiye’de pestisit kullanımı durumuna bakıldığında, 2017 yılında toplam kullanılan pestisit miktarı 54.098 tona kadar ulaşmıştır. İlaç kullanım miktarları, gruplar bazında incelendiğinde ise dünyada olduğu gibi ülkemizde de en çok kullanılan grubu fungusitler oluşturmaktadır. 2017’de toplam ilaç kullanımının gruplara göre dağılımında ise %44’unu

fungusitler, %23.5'ini herbisitler, %22.8'ini insektisitler, %4.9'unu akarisitler, %0.5'ini rodentisitler ve %12.4 ile diğer pestisitler oluşturmaktadır. Son on dört yılda Türkiye'de kullanılan toplam tarım ilacı (pestisit) miktarına bakıldığında en fazla tüketim 2017 yılında 54.098 ton iken en az tüketim ise 2009 yılında 37.651 ton olarak tespit edilmiştir (Şekil 1.2.) (Anonim, 2019a).



Şekil 1.2. Türkiye’de yıllar itibariyle toplam tarım ilacı (pestisit) kullanım miktarları

Güven ve Koç (2019), Bitlis İl Tarım ve Orman Müdürlüğü ile Çevre ve Şehircilik Bakanlığı verilerine atfen Bitlis’te 2017 ve 2018 yıllarında en çok kullanılan pestisitleri sırasıyla; herbisit, insektisit, fungusit ve rodentisit olarak tespit etmişlerdir (Çizelge 1.1.).

Çizelge 1.1. Bitlis ilinde 2017 ve 2018 yıllarında kullanılan pestisit miktarları

Yıllar	İnsektisit (kg-lt)	Fungusit (kg-lt)	Herbisit (kg-lt)	Akarisit (kg-lt)	Rodentisit (kg-lt)	Diğer (kg-lt)	Gen. Top. (kg-lt)
2017	4.320	2.151	7.537	200	250	17	14.475
2018	4.224	2.434	10.485	296	401	500	18.340

Heinonen-Tanski vd. (1989), şeker pancarı tarımında birçok kez kullanılan insektisitlerin toprak mikroorganizmaları üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Thiram, Hymexazol, Dimethoate, Phenmedipham, Metamitron ve Alloxidim-Na pestisitlerini ya normal doz ya da normal dozun %150'sinde kullanmışlardır. Toprak mikroorganizmalarının bazı durumlarda pestisitlerden etkilendiğini, ancak her durumda etkilenmediğini ifade etmişlerdir.

Yardim ve Edwards (1998), tarla denemesinde Carbaryl, Endosulfan, Esfenvalerate, Chlorothalonil, Trifluralin ve Paraquat pestisitlerinin toprak nematodlarına etkilerini araştırmışlardır. Sonuç olarak; bitki paraziti nematod sayısının, tam spektrum pestisit ve

insektisit uygulamalarında kontrole oranla daha yüksek olduğunu; fungivor nematod sayısının, bütün muamelelerden olumsuz etkilendiğini; bakterivor nematod sayısının, tam spektrum pestisit-fungusit ve herbisit uygulamalarında en düşük seviyede ölçüldüğünü; predatör nematod sayısının da tam spektrum pestisit muamelesinde kontrole göre daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir.

Dığrak vd. (1999), tarımsal alanda yaygın kullanılan pestisitlerden Platoon, Pomarsol WB 80, Rubigan 12 EC ve Mitikol'un aktinomiset, toplam canlı bakteri, anaerob bakteriler, aerob endosporlar, proteolitik bakteriler, selülitik bakteriler ve maya-küflere etkisini araştırmışlardır. Sonuç olarak; Platoon ile muamele edilen toprakta, toplam mikroorganizma sayısının inkübasyon süresince kontrolden fazla olduğunu ve bu muamelenin diğer canlı parametrelerinin gelişmesine olumsuz etkisinin görülmediğini; Rubigan 12 EC, Pomarsol WB 80 ve Mitikol ile muamele edilen örneklerdeki mikrofloranın pestisit gruplarına göre farklı derecede etkilendiklerini bildirmişlerdir.

Çolak (2001), tarımsal alanda yaygın kullanılan Tefralin, Dimethenamid, Akrifol, Marchal, Diazinon, Deltametrin, Vitavax ve Dikotom'un toprakta mevcut toplam canlı bakteri, aerop endospor oluşturan bakteri, anaerob, proteolitik bakteri ve maya-küflere olan etkilerini araştırmışlardır. Sonuç olarak; pestisit çeşidi, örneklem zamanı ve dikkate alınan parametrelere göre pozitif, negatif ve nötr gibi farklı etkiler tespit etmişlerdir.

Uçan ve Dığrak (2001), tarımda yaygın kullanılan Trifluralin benzaniline'i sera ve saksılarda tarla kapasitesi, tarla kapasitesinden %20-40 ve 50 kısıntı yapılan farklı nem koşullarındaki etkisini bitki kök rizosferindeki mikroflora üzerindeki etkisini belirlemek için toprağa muamele etmişlerdir. Sonuç olarak, tarla kapasitesi ve %20 kısıntı yapılan toprakta, genel olarak mikrofloranın olumsuz etkilenmediği ve hatta bazı mikroorganizma gruplarının gelişmelerinin teşvik edildiğini; tarla kapasitesinden %40 kısıntı yapılan toprakta, özellikle inkübasyon süresinin 5. ve 10. günü toplam canlı bakteri gelişmesinin kontrole göre daha az olduğu, ancak diğer günlerde mikroorganizma sayılarının kontrol grubu ile benzerlik gösterdiğini; nem miktarı tarla kapasitesinden %50 kısıntı yapılan toprakta genel olarak mikroorganizma sayıları diğer uygulamalara göre daha az bulunmuş, bu dönemde Trifluralin uygulanan toprak ile kontrol grubu arasında belirgin bir fark olduğunu ifade etmişlerdir.

Ekundayo (2003), bahçe toprağına bazı pestisitleri muamele ederek topraktaki bakteri, aktinomiset, fungi ve protozoa popülasyonundaki etkisini araştırmıştır. Sonuç olarak; araştırdığı on bir pestisitten, 50 μg^{-1} yoğunluktaki Fenilmerkürük asetat (Agrosan)'ın bakteri yoğunluğunu en çok olumsuz etkileyen çeşit olduğunu; 240.000 μg^{-1} yoğunluktaki pestisitlerden, Tetrametiltiyuram disülfür (Thiram), Pentakloronitrobenzen (PCNB), 1-naftil metilkarbamat

(Vetox 85), 1,2,3,4,5,6- Heksaklorosikloheksan (Gammalin 20), Tetraklorotereftalik asit (Dacthal), 4-nitrofenil-2-nitro-4-triflorometilfenil eter (Preforan), 2-etil-6-metil-N-2-metoksi-1-metil etil-kloroasetanit (Dual), Fenilmerkürük asetat (Agrosan), Benlate, Brestan ve Gramoxone: bakteri sayısını 4600000 g^{-1} 'den 2100 g^{-1} azalttığını tespit etmiştir.

Hussain vd. (2009), bu çalışmalarında pestisitlerin toprak mikrobiyal popülasyonların, toprağın biyokimyasal reaksiyonlarını ve toprak enzimleri üzerindeki etkilerini analiz etmişlerdir. Ksenobiyotik özellikleri nedeniyle, pestisitlerin yararlı toprak mikroorganizmalarının çoğalmasını ve toprakta ilişkili biyotransformasyonu olumsuz yönde etkileyebileceğini ifade etmişlerdir. Pestisitle kontamine olmuş topraklarda, azot ve fosfor fikse eden mikroorganizmaların inaktivasyonunun olduğunu; son çalışmalarda bazı pestisitlerin bitkiler ve rizobakteriler arasındaki moleküler etkileşimlerini bozduğunu ifade etmişlerdir.

Ören vd. (2009), tarımsal alanlarda yaygın kullanılan Safomyl 50 WP, Decis EC 25 ve Tefralin EC'in toprakta mevcut toplam canlı bakteri, aktinomiset ve maya-küfler üzerine etkisini araştırmışlardır. Sonuç olarak; Safomyl uygulanan toprakta, maya-küf sayısının arttığını; Decis uygulanan toprakta, toplam bakteri sayısının azaldığını ve Tefralin uygulanan toprakta toplam maya-küf ile canlı bakteri sayısının azaldığını saptamışlardır.

Radová (2010), laboratuvar ortamında entamopatojenik nematod *Steinernema feltiae*'nın (Rhabditida: Steinernematidae)'un bazı pestisitlere (Kinoprene, Lufenuron, Methomyl, Metoxyfenozide, Oxamyl, Piperonyl-butoxide, Pyriproxyfen, Tebufenozide, Azocyclotin, Clofentezin, Diafenthiuron, Etoxazole, Fenbutatinoxide, Fenpyroximate, Tebufenpyrad, Captan, Fenhexamid, Kresoxim-methyl ve Nuarimol) maruz bırakılmak suretiyle, enfekte edici juvenillerinin hayatta kalması ve enfekte ediciliğini saptamaya çalışmışlardır. *S. feltiae*'nin test edilen bütün insektisitlere ve fungusitlere toleranslı olduğunu; Fenpyroximate ile Tebufenpyrad içeren akarisitlerin, larvaların enfekte edebilme özelliğini önemli derecede etkilediğini ve sırasıyla %95 ve %85 oranında *S. feltiae*'nin virülanslığını azalttığını bildirmişlerdir.

Römbke vd. (2009), otlak alanda Benomyl ile Chlorpyrifos (etil) karışımı ve yeni kullanılan bir pestisit toprak organizmalarına etkisini belirlemeye çalışmışlardır. Sonuç olarak; nematod sayısının en çok %48 oranında azaldığını beyan etmişlerdir.

Chelinho vd. (2011), toprak örneklerini Carbofuran pestisitinin dört dozuna 14 ve 28 gün maruz bırakmışlardır. Sonuç olarak; Carbofuran'ın en yüksek konsantrasyonda, total nematod sayısını önemli ölçüde durdurduğunu ve çeşitlilik yapısında da önemli değişimlere neden olduğunu ortaya koymuşlardır.

Soltani vd. (2012), bir mikrokozmos deneyi ile Permethrin pestisitinin farklı konsantrasyonlarındaki kontaminasyonunun nematod yoğunluğu ve çeşitliliğine etkisini

araştırmışlardır. Tek değişkenli ve çok değişkenli analizlerden elde ettikleri sonuçlara göre; dikkate aldıkları parametreler ışığında kontrole kıyasla pestisit muamelelerinin yapıldığı örneklemeler arasında önemli farklılıklar görmüşlerdir.

Küçük vd. (2016), 40 gün süren inkübasyon boyunca Karbendazim, Mankozeb ve Tebukonazolün toprağın mikrobiyal popülasyonu, toprak solunumu, katalaz ve üreaz enzim aktiviteleri üzerindeki etkilerini laboratuvar şartlarında araştırmışlardır. Sonuç olarak; fungusit muamelelerinin toprak solunumunu, toprak mikrobiyal popülasyonunu, üreaz ve katalaz aktivitesini etkilediğini belirlemişlerdir.

Arora ve Sahni (2016), toprağa uyguladıkları Glyphosate'tan 14 gün sonra dokuz toprak örneğindeki mikrobiyal biyokütle karbonunun %17 ve mikrobiyal biyokütle azotunun %76 oranında arttığını; toprak mikrobiyal biyokütle karbonunun, Chlorpyrifos ve ayrıca Cartap hydrochloride ile muamele edilmiş toprakta 30 güne kadar önemli ölçüde arttığını ancak daha sonra zamanla azaldığını saptamışlardır. Sonuç olarak yaptıkları çalışmada, toprak mikroorganizmalarının farklı pestisitlere farklı tepkileri verdiğini ve toprak nematodları, solucanlar ve protozoalar'ın, fungusit Fenpropimorf ve diğer herbisitlerin tarla uygulama oranlarından etkilendiğini ortaya koymuşlardır.

Arora vd. (2019), kimyasal pestisitlerin gelişigüzel kullanımı sonucunda toprak ortamını, dolayısıyla florayı ve toprak mikroflorası dahil fauna ve ayrıca toprağın fiziko-kimyasal özelliklerini (pH, tuzluluk ve alkalinite) olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir. Pestisit muameleleri sonucunda; toprak mikrobiyal biyokütlesinin karbon içeriği ve dehidrogenaz aktivitesinin etkilendiğini tespit etmişlerdir.

Al-Ani vd. (2019), yaygın kullanılan pestisitlerin toprak mikroorganizma sayıları ve mikrobiyal aktiviteler üzerindeki etkisini (CO₂ üretimi şeklinde) değerlendirmeye çalışmışlardır. Herbisit (Glyset I.P.A, Glyphosate %48) ve Miraj (Alphacypermethrin %10) ve Malathion (%50 WP)'un 0, 50, 100 ve 200 ppm'lik toprağa etkilerini laboratuvarında 30°C'de inkübe ederek araştırmışlardır. Bakteri, fungus, aktinomiset sayıları ve CO₂ üretimini art arda 7 hafta boyunca haftalık olarak incelemişlerdir. Sonuç olarak; çalıştıkları her üç pestisitin toprak bakterileri, fungusları ve aktinomisetlerin mikrobiyal aktivitelerini ve sayısını önemli ölçüde azalttığını gözlemlemişlerdir.

Koç ve Yardım (2019), buğday agro-ekosistemde BERCE Alparslan Tarım işletmesinin zararlı ile mücadelede kullandığı pestisitleri (fungusit ve herbisit) toprakta mevcut mezofil bakteri ve mikrofungus sayıları ile pH ve EC değerlerine etkilerini iki yıl boyunca araştırmışlardır. Sonuç olarak; kullandıkları pestisitlerin belirlenen parametreler üzerinde olumsuz etki göstermediği sonucuna varmışlardır.

Koç vd. (2020a), buğday agro-ekosistemde BERCE Alparslan Tarım işletmesinin zararlı ile mücadelede kullandığı pestisitleri (fungisit ve herbisit) toprakta serbest yaşayan nematodlara etkilerini iki yıl boyunca araştırmışlardır. Sonuç olarak; yaptıkları basit uyum analizlerine göre, pestisit muameleleri ile ölçülen özellikler ve trofik düzeyindeki nematod grupları arasında genel olarak anlamlı ilişkiler tespit ettiklerini bildirmişlerdir.

Koç vd. (2020b), laboratuvarında Muş ili tarımsal alanlarda yaygın kullanılan Demond EC 2.5 (insektisit), Granland DF (herbisit) ve Safacol 70 WP (fungisit) pestisitlerinin hedef dışı toprak mezofilik bakteri ve mikrofungus popülasyonlarına etkilerini belirlemeye çalışmışlardır. Pestisitleri, önerilen ve bir üst dozda birer kg toprak konulmuş saksılara enjektör yardımı ile püskürterek uygulamışlardır. Sonuç olarak; kullanılan pestisitlerin, mikrofungus popülasyonu üzerinde az ya da çok olumlu etki gösterirken, bakteri popülasyonu üzerinde olumsuz etki gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Koç vd. (2020c), laboratuvarında Muş ili tarımsal alanlarda yaygın kullanılan Demond EC 2.5, Granland DF ve Safacol 70 WP pestisitlerinin hedef dışı canlılardan toprak nematod popülasyonlarına etkilerini tespit etmeye çalışmışlardır. Pestisitleri, önerilen ve bir üst dozda birer kg toprak konulmuş saksılara enjektör yardımı ile püskürterek uygulamışlardır. Sonuç olarak; kullanılan pestisitlerin, toprak için önemli olan hedef dışı canlılardan trofik düzeylerine göre toprak nematodlarını kısmen olumlu kısmen olumsuz etkilediğini ortaya koymuşlardır.

Bu çalışma, Bitlis ilinde yaygın kullanılan pestisit gruplarını temsilen Pyridaben (%20, akarisit), Pendimethalin (330 g/l, herbisit), Penconazole (100 g/l, fungusit) ve Chlorpyrifos-methyl (227 g/l, insektisit) etkili pestisitlerinin toprak ortamında hedef olmayan serbest yaşayan nematodlar, aerob mezofil bakteri, mikrofungus komüniteleri ve pH'a etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Bu çalışma, 2019 yılında laboratuvar şartlarında (ort. sıcaklık: 22.4°C) yapılmıştır. Çalışmada kullanılan toprak Bitlis'te tarımsal faaliyetlerde kullanılmamış mera ortamından (Enl.: 38°23'47.6'', Boy.: 42°06'52.4'') ve 0-30 cm derinlikten (Koç vd., 2020a), 12 Mayıs 2019'da alınmıştır. Alınan toprak örnekleri, 2 mm'lik elekten geçirilerek deneme kuruluncaya kadar buzdolabında +4°C'de temiz polietilen plastik poşetlerde muhafaza edilmiştir (Şekil 2.1.).



Şekil 2.1. Toprakların iki mm'lik elekten geçirilmesi (a), poşetlenen toprak örnekleri (b)

2.1.1. Denemede Kullanılan Pestisitler ve Besiyerleri

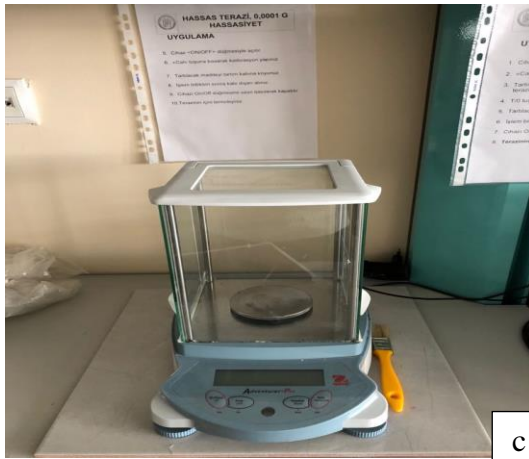
Bitlis'te yaygın olarak kullanılan pestisitlerin belirlenmesinde; Bitlis İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, zirai ilaç bayii ve çiftçilerden bilgi alınmasıyla tespit edilmiştir. Yaygın olan ilaç gruplarından [insektisitlerden Chlorpyrifos-methyl (227 g/l), herbisitlerden Pendimethalin (330 g/l), fungusitlerden Penconazole (100 g/l) ve akarisitlerden Pyridaben (%20) etkili pestisitler] temsilen birer tanesi zirai ilaç bayilerinden satın alınmıştır (Şekil 2.2. (a)). Bakteri sayımı için Plate Count Agar (PCA), mikrofungus sayımı için Rose Bengal Kloramfenikol Agar (RBC) besiyerleri kullanılmıştır (Şekil 2.2. (b)).



Şekil 2.2. Denemede kullanılan pestisitler (a), denemede kullanılan besiyerleri (b)

2.1.2. Kullanılan Cihazlar

Çalışmada kullanılan cihazlar aşağıda verilmiştir (Şekil 2.3.).



Şekil 2.3. Etüv (a), pH metre ölçüm cihazı (b), hassas terazi (c), mikroskop (d)

2.2. Yöntem

2.2.1. Denemenin Kurulması ve Pestisit Muamelesi

Deneme tekrarlı ölçümlerde varyans analizi yöntemine göre altı tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Belirlenen pestisitler enjektör yardımı ile önerilen dozda Pyridaben (0.045 ml+100 ml saf su), Pendimethalin (0.060 ml+100 ml saf su), Penconazole (0.030 ml+100 ml saf su) ve Chlorpyrifos-methyl (0.045ml+100 ml saf su)] birer kg toprak konulmuş saksılara 10 ml’lik ilaç çözeltisi verilmiştir (Şekil 2.4.(a)). Kontrol grubuna sadece saf su verilmiştir. Toprağın nemini korumak için, saksılara ikişer gün ara ile 75 ml’lik şebeke suyu verilmiştir. Deneme 9 Ekim - 10 Aralık 2019 tarihleri arasında toplamda iki ay sürmüştür (Şekil 2.4.(b)). Bu çalışma Bitlis Eren Üniversitesi’nin Çevre Mühendisliği Laboratuvarı ve Yahya Eren İleri Araştırma Merkezi Laboratuvarı’nda yürütülmüştür.



Şekil 2.4. Pestisit muamelesinin yapılması (a), deneme görüntüsü (b)

2.2.2. Toprak Tekstürü, Reaksiyonu (pH) ve Nem Miktarlarının Ölçümü (%)

Denemede kullanılan toprak örneğinin, tekstürü; Bouyoucos (1951)’e göre (kil oranı; %3, silt oranı; %27, kum oranı; %70, kireç oranı; %1.84, pH; 8.1, EC; 291 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$), pH (toprak reaksiyonu)’ı; Jackson (1958)’a göre (1:2.5-toprak:su oranında sulandırılıp karıştırılarak, cam elektrodlu pH metre ile ölçülerek tespit edilmiştir) (Şekil 2.5.) ve nem miktarları (%) ise Craze (1990)’e göre muamele öncesi ve sonrası sırasıyla (%11.11, %16.04) belirlenmiştir.



Şekil 2.5. Toprak örneklerinin pH ölçümü

2.2.3. Besiyeri ve Çözeltilerin Hazırlanışları

2.2.3.1. Plate Count Agar Besiyeri (PCA)

Besiyeri içeriği (Çizelge 2.1.), 121⁰C’de 15 dakika otoklavlanarak steril edilmiştir. 45-50⁰C'e kadar soğuduktan sonra ise steril petri kaplarına dağıtılmıştır. Seyreltme plaka yöntemi kullanılarak toplam bakteri sayımında kullanılmıştır (Halkman ve Sağdaş, 2011).

Çizelge 2.1. Plate count agar (Merck 1.05463)

Kullanılan Maddeler	Miktarlar
Kazein	5.0 g
Maya ekstraktı	2.5 g
Glukoz	1.0 g
Agar	14.0 g
Distile su	1000 ml

2.2.3.2. Rose Bengal Kloramfenikol Agar Besiyeri (RBC)

Besiyeri içeriği (Çizelge 2.2.), 121⁰C'de 15 dakika otoklavlanarak steril edilmiştir. 45-50⁰C'e kadar soğuduktan sonra ise steril petri kaplarına dağıtılmıştır. Bu besiyeri Seyreltme plaka yöntemi kullanılarak toplam mikrofungus sayımında kullanılmıştır (Halkman ve Sağdaş, 2011).

Çizelge 2.2. Rose bengal kloramfenikol agar (Merck 1.00467)

Kullanılan Maddeler	Miktarlar
Glukoz	10.0 g
Mikolojik pepton	5.0 g
KH ₂ PO ₄	1.0 g
MgSO ₄	0.5 g
Rose-bengal	0.05 g
Agar agar	15.5 g
Kloramfenikol	0.1 g
Distile su	1000 ml

2.2.3.3. Fizyolojik Su

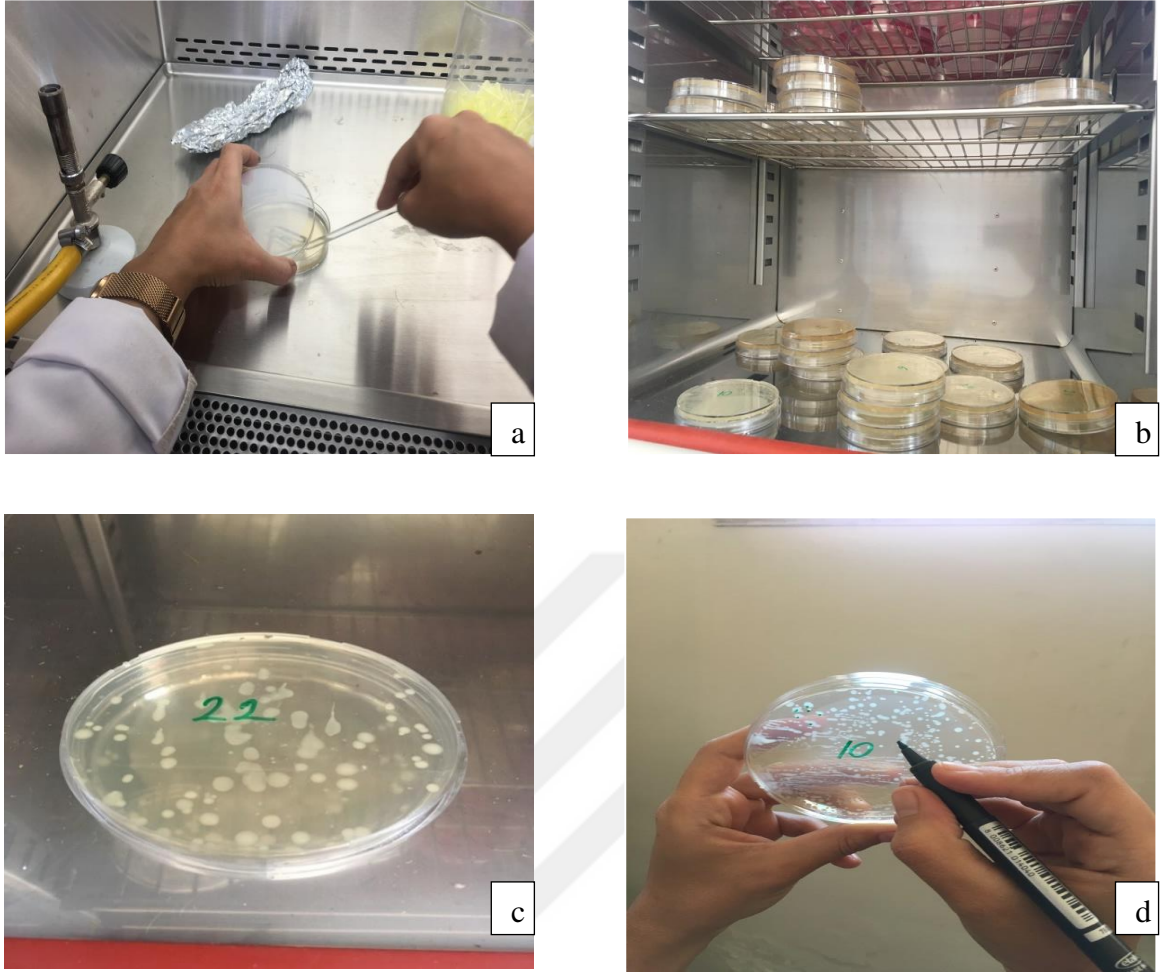
İçerisinde 9 ml %0.9 oranında fizyolojik tuzlu su (Çizelge 2.3.) bulunan tüpler otoklavda 121°C’de 15 dakika sterilize edilmiştir. Seyreltme işleminde kullanılmıştır (Temiz, 2010).

Çizelge 2.3. Fizyolojik su

Kullanılan Maddeler	Miktarlar
NaCl	9 g
Distile su	1000 ml

2.2.4. Aerob Mezofil Bakteri Sayımı

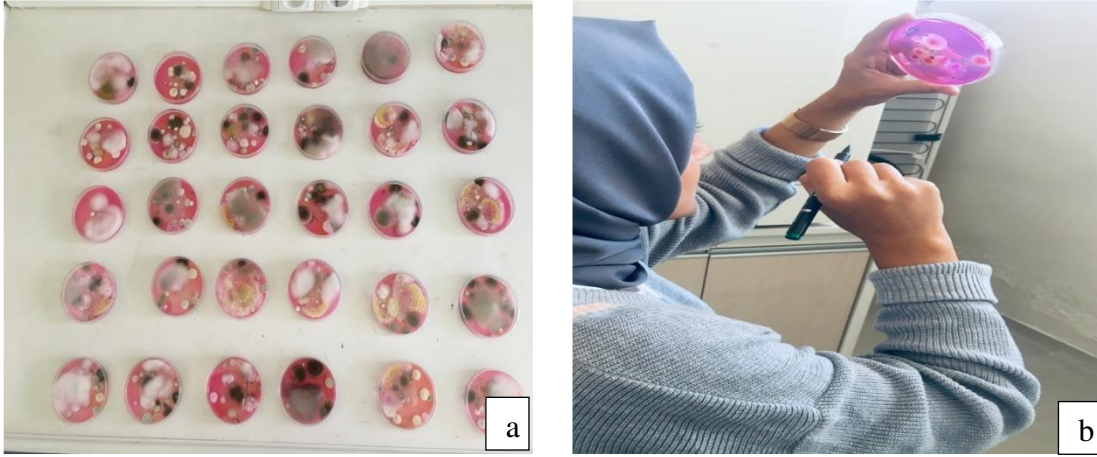
Toprak örneklerinin nem oranı belirlendikten sonra 10 g kuru toprağı verecek yaş toprak miktarları hesaplanmıştır. Tartılan numuneler, içerisinde 100 ml fizyolojik su bulunan 250 ml’lik erlenlere ilave edilerek iyice homojenize edilmiştir. Toprak örneklerinden Ringer Solusyonu içerisinde 1/10’luk toprak çözeltisi hazırlanmıştır. Hazırlanan toprak çözeltisinden dilüsyon yöntemi ile seyreltmeler yapılmıştır. 10⁴’lük seyreltmeden 100 µl, PCA içeren petri plaklarının yüzeyine eğri cam çubuk yardımıyla yayılmıştır. Petri kapları 30°C’de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyonu müteakip üreyen kolonilerin sayısı (Şekil 2.6.) belirlenmiştir (Benson, 2001).



Şekil 2.6. Bakteri ekimi (a), bakterilerin inkübasyonu (b), bakterilerin besi yeri görüntüsü (c), bakterilerin sayımı (d)

2.2.5. Mikrofungus Sayımı

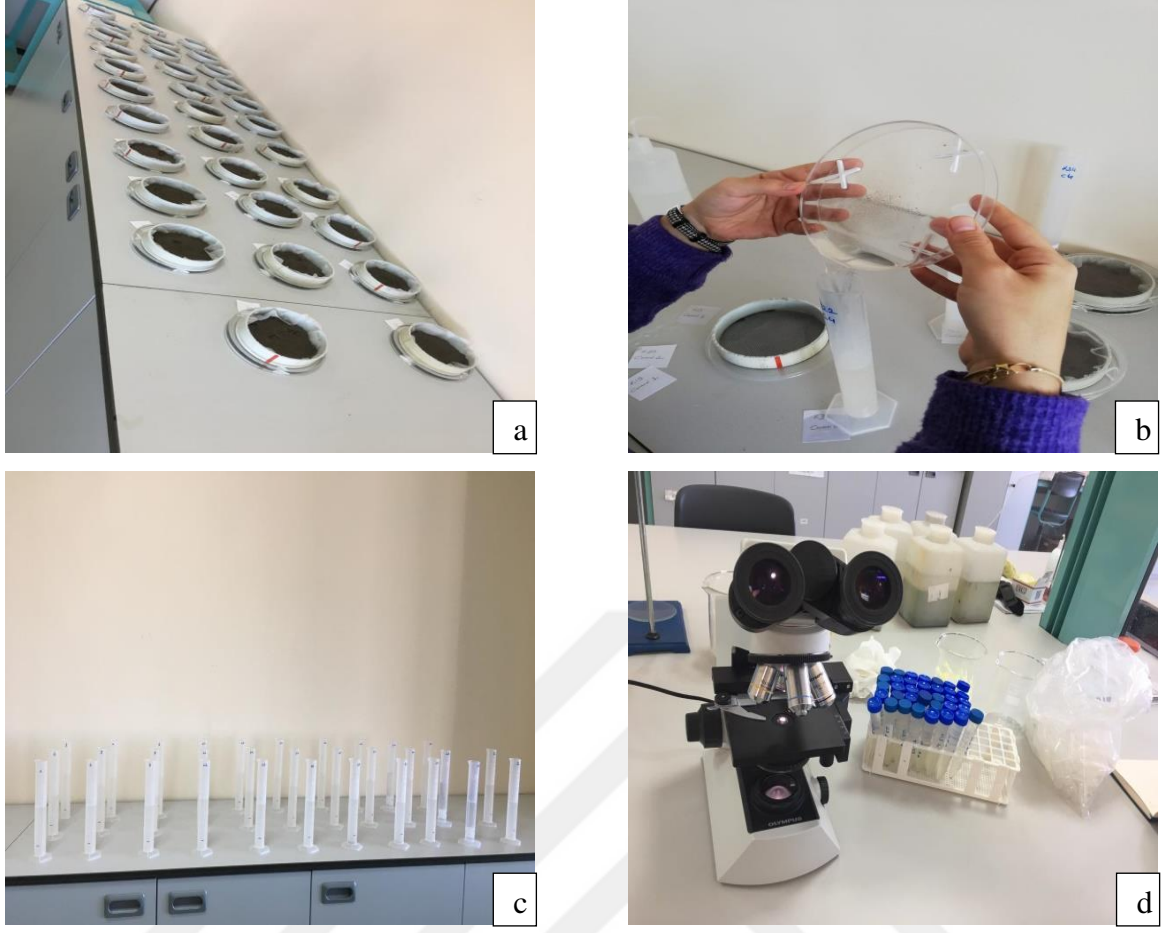
Toprak örneklerinin nem oranı belirlendikten sonra 10 g kuru toprağı verecek yaş toprak miktarları hesaplanmıştır. Tartılan numuneler, içerisinde 100 ml fizyolojik su bulunan 250 ml'lik erlenlere ilave edilerek iyice homojenize edilmiştir. Toprak örneklerinden Ringer Solusyonu içerisinde 1/10'luk toprak çözeltisi hazırlanmıştır. Hazırlanan toprak çözeltisinden dilüsyon yöntemi ile seyreltmeler yapılmıştır. 10^4 'lük seyreltmeden 100 µl, Rose Bengal Kloramfenikol Agar besiyeri içeren petri plaklarının yüzeyine eğri cam çubuk yardımıyla yayılmıştır. Petri kapları 27°C'de 7-10 gün inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyonu müteakip üreyen kolonilerin sayısı (Şekil 2.7.) belirlenmiştir (Benson, 2001).



Şekil 2.7. Mikrofungusların sayıma hazırlanması (a), mikrofungus sayımı (b)

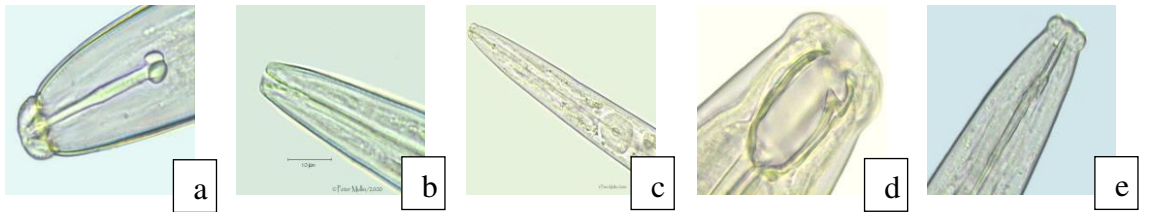
2.2.6. Nematodların Ekstraksiyonu ve Sayımı

Torak örneklerinden nematodları elde etmek için “Geliştirilmiş-Baermann Huni Yöntemi” kullanılmıştır (Baermann, 1917; Whitehead ve Hemming, 1965; Southey, 1986). Nematodların ekstraksiyonu sırası ile şu şekilde yapılmıştır; elek düzeneği kurulmuş, her toprak örneğinden 100 g’lık numuneler alınıp bu düzeneklere bırakılmış, örnekler piset yardımı ile temiz şebeke suyu verilmiş ve 2 gün (48 saat) suda bekletilmiştir. Düzenekteki petrilerde biriken su, mezürlere alınmış ve 6 saat bekletildikten sonra, mezürün dibinde 14 ml’lik su numunesi kalıncaya kadar hortum yardımı ile üstteki su boşaltılmış, kalan örnek iyice çalkalandıktan sonra 15 ml’lik plastik tüplere alınmıştır. Tüplerde en az 2 saat bekletildikten sonra, plastik tüplerdeki suyun üst kısmı plastik tek kullanımlık steril pipetler yardımı ile tüplerin dibinde 1 ml’lik yoğunlaşmış örnek kalıncaya kadar alınmış, yoğunlaştırılmış örnek mikropipet yardımı ile iyice karıştırıldıktan sonra, örneğin 100 μ l’si steril lam üzerine iyice yaydırılmış ve mikroskopun objektifinde ($\times 10$) trofik düzeylerine göre (Şekil 2.8.) sayımları yapılmıştır (Yıldız vd., 2017).



Şekil 2.8. Hazırlanmış elek düzenekleri (a), ekstraktların mezürlere alınması (b), örneklerin mezürlerde bekletilmesi (c), nematodların sayımı (d)

Nematodlar Yeates (1971) ve Yeates vd. (1993)'e göre baş yapılarındaki farklı morfolojik özelliklerinden yararlanılarak trofik gruplarına göre sayımları yapılmıştır (Şekil 2.9.).



Şekil 2.9. Nematodlarda besine göre özelleşmiş baş yapıları; herbivor (bitki paraziti) (a), bakterivor (b), fungivor (c), predatör (d), omnivor (e) (Anonim, 2019b)

2.2.7. Verilerin Analizi

Yapılan pestisit muamelelerinin (muamele öncesi ve sonrası) etkilerinin araştırılmasında Tekrarlanan Ölçümlü Varyans Analizi ve Profil Analizi Tekniklerinden yararlanılmıştır (Mendeş

vd., 2007; Mendeş, 2012). İstatistik analizlerin yapılmasında SPSS (ver. 22.0) istatistik paket programı kullanılmıştır.



3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Pestisit Muamelelerinin Toprak pH Değerine Etkisi

Yapılan tekrarlanan ölçümlü varyans analizi sonucunda Periyot×Muamele interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P=0.007$). Dolayısıyla yapılan muamelelerin pH değerlerine etkisi periyotlara göre önemli düzeylerde değişmiştir (Çizelge 3.1.).

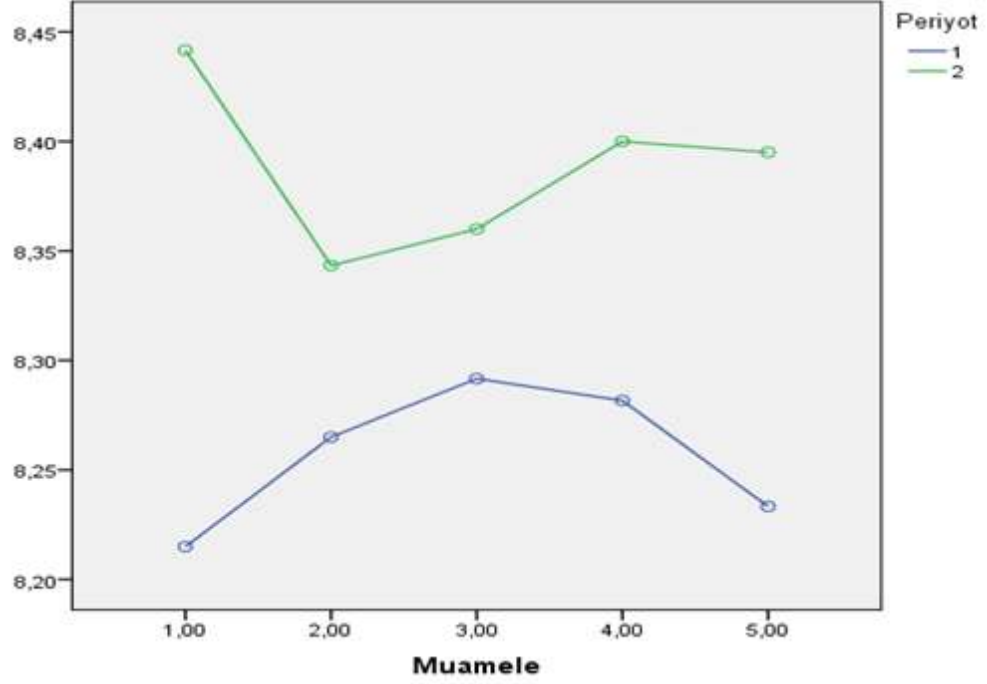
Çizelge 3.1. Pestisit muamele edilmiş toprakların pH değerleri bakımından tanıtıcı istatistikler

Pestisit Muameleleri	N	Muamele Öncesi	Muamele Sonrası
		Ort. $\pm$ SH	Ort. $\pm$ SH
Pyridaben	6	8.215 $\pm$ 0.039 Ba	8.441 $\pm$ 0.022 Aa
Pendimethalin	6	8.265 $\pm$ 0.019 Aab	8.343 $\pm$ 0.020 Aa
Penconazole	6	8.291 $\pm$ 0.011 Ab	8.360 $\pm$ 0.018 Aa
Chlorpyrifos-methyl	6	8.281 $\pm$ 0.010 Aab	8.400 $\pm$ 0.017 Aa
Kontrol	6	8.233 $\pm$ 0.017 Bab	8.395 $\pm$ 0.016 Aa
Toplam	30	8.257 $\pm$ 0.023	8.388 $\pm$ 0.022 Aa

Not 1: Aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen muamele ortalamaları arasındaki farklar önemlidir.

Not 2: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen muamele ortalamaları arasındaki farklar önemlidir.

Profil analizi sonuçları incelendiğinde genel olarak 2. periyotta (muamele sonrası) ölçülen pH değerlerinin daha yüksek olduğu görülüyorsa da, 1., 4., ve 5. muamelelerin pH değerleri arasında önemli farkların bulunduğu, ancak 2. ve 3. muamelelerin pH değerleri arasında önemli farkların bulunmadığı görülmektedir (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. Pestisit muamele edilmiş toprakların pH değerleri bakımından profil analizi

*Periyot 1: Muamele öncesi, Periyot 2: Muamele sonrası

*Muamele 1: Pyridaben, Muamele 2: Pendimethalin, Muamele 3: Penconazole, Muamele 4: Chlorpyrifos-methyl, Muamele 5: Kontrol

3.2. Pestisit Muamelelerinin Toprak Aerob Mezofil Bakteri Sayısına Etkisi

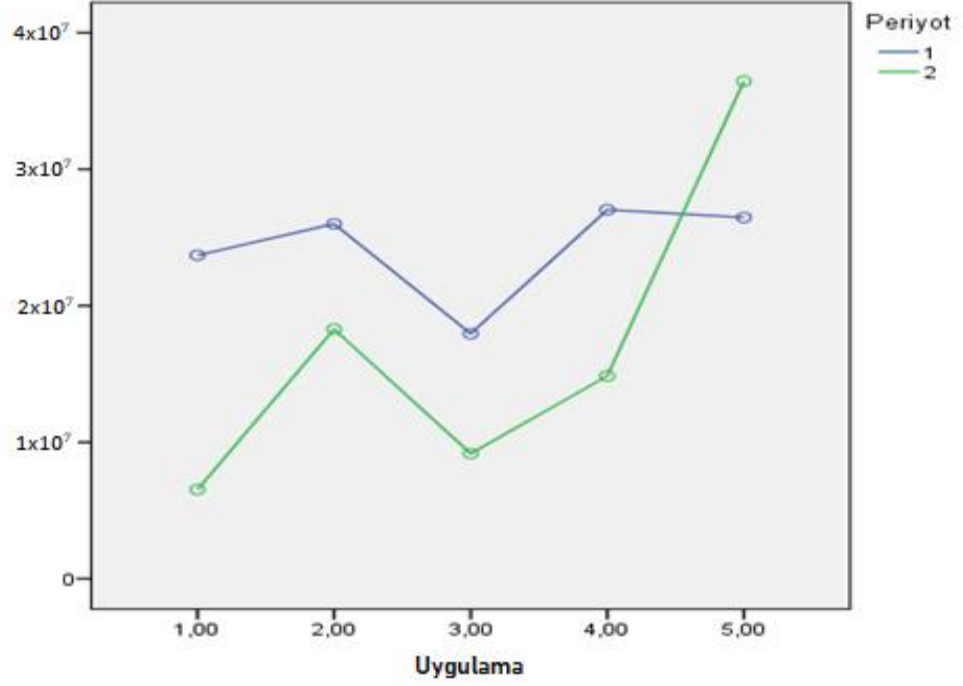
Yapılan tekrarlanan ölçümlü varyans analizi sonucunda ne Periyot×Muamele interaksiyon etkisi ($P=0.302$), ne de Periyot ve muamelelerin ana etkileri ($P=0.089$; $P=0.069$) istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 3.2.).

Çizelge 3.2. Pestisit muamele edilmiş toprakların bakteri sayısı bakımından tanıtıcı istatistikler

Pestisit Muameleleri	N	Muamele Öncesi	Muamele Sonrası
		Ort. $\pm$ SH	Ort. $\pm$ SH
Pyridaben	6	$2370.0 \times 10^4 \pm 426.0 \times 10^4$	$653.3 \times 10^4 \pm 431.7 \times 10^4$
Pendimethalin	6	$2703.3 \times 10^4 \pm 218.6 \times 10^4$	$1828.3 \times 10^4 \pm 1127.5 \times 10^4$
Penconazole	6	$1795.0 \times 10^4 \pm 225.2 \times 10^4$	$916.6 \times 10^4 \pm 310.2 \times 10^4$
Chlorpyrifos-methyl	6	$2703.3 \times 10^4 \pm 513.3 \times 10^4$	$1485.0 \times 10^4 \pm 1033.7 \times 10^4$
Kontrol	6	$2646.6 \times 10^4 \pm 288.3 \times 10^4$	$3645.0 \times 10^4 \pm 902.5 \times 10^4$
Toplam	30	$2423.0 \times 10^4 \pm 356.7 \times 10^4$	$1705.6 \times 10^4 \pm 885.5 \times 10^4$

Not: Bakteri sayısı bakımından farklar önemli bulunmadığından harflendirme yapılmamıştır.

Her ne kadar yapılan varyans analizlerinde yapılan muameleler arasında fark görülmesi de Profil analizi sonuçları incelendiğinde, 5. muamelenin (kontrol) aksine özellikle 1. muamele (Pyridaben) başta olmak üzere diğer tüm muamelelerde mezofilik bakteri sayısının azaldığı görülmüştür (Şekil 3.2.).



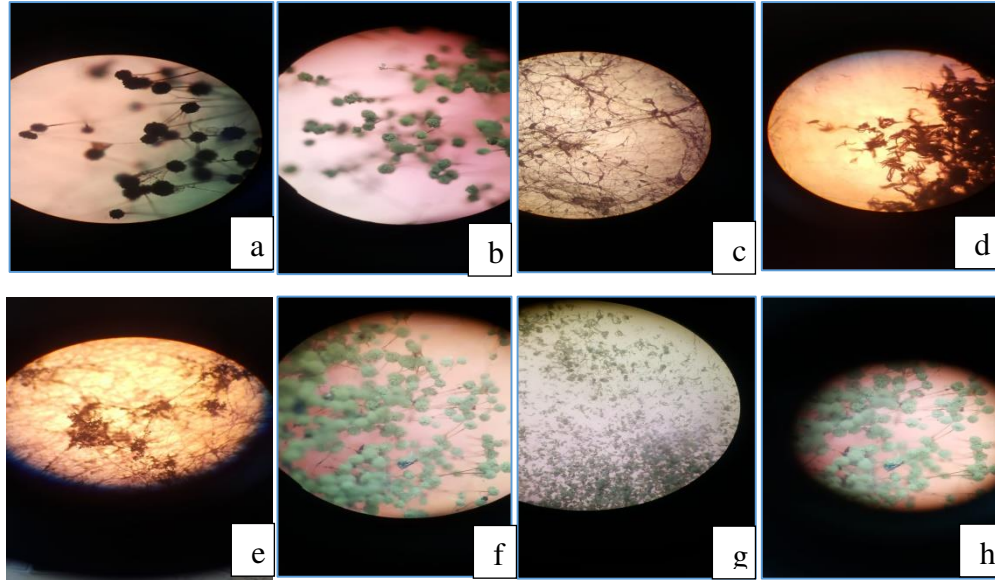
Şekil 3.2. Pestisit muamele edilmiş toprakların aerob mezofil bakteri sayısı bakımından profil analizi

*Periyot 1: Muamele öncesi, Periyot 2: Muamele sonrası

*Muamele 1: Pyridaben, Muamele 2: Pendimethalin, Muamele 3: Penconazole, Muamele 4: Chlorpyrifos-methyl, Muamele 5: Kontrol

3.3. Pestisit Muamelelerinin Toprak Mikrofungus Sayısına Etkisi

Deneme toprak örneklerinde altısı tür (*Trichoderma harzianum*, *Aspergillus niger*, *Penicillium italicum*, *Fusarium oxysporum*, *Penicillium digitatum* ve *Rhizopus stolonifer*) ikisi cins düzeyinde (*Mucor spp.*, ve *Alternaria spp.*) olmak üzere toplamda sekiz mikrofungus izolatu tespit edilmiştir (Şekil 3.3.).



Şekil 3.3. Teşhis edilen mikrofungusların mikroskop görüntüleri

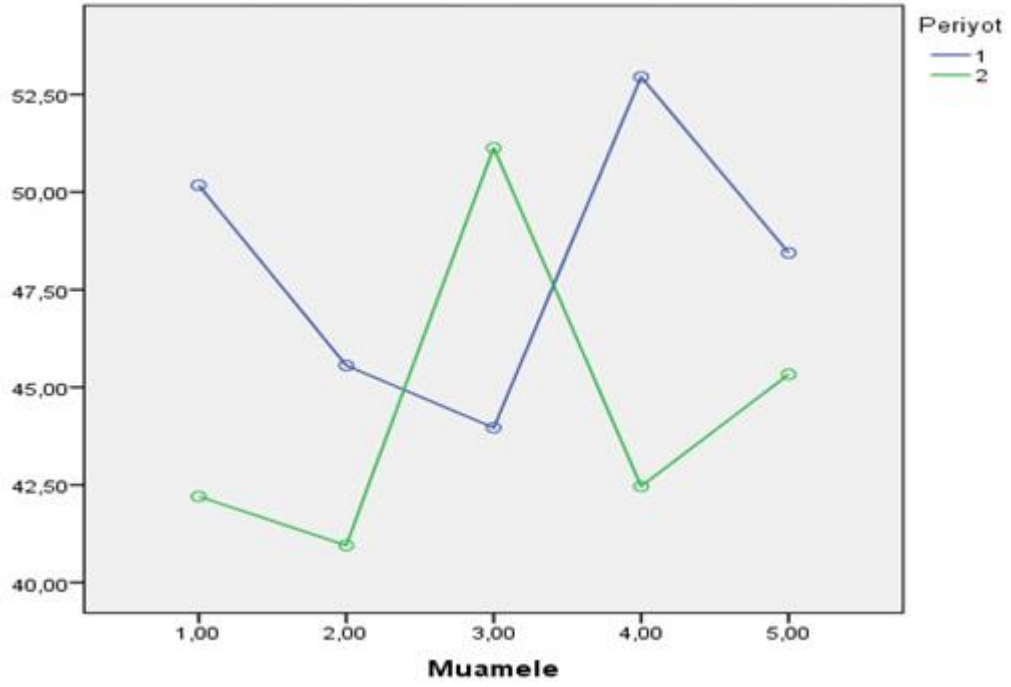
Tekrarlanan ölçümlü varyans analizi sonucunda ne Periyot×Muamele interaksiyon etkisi ($P=0.309$), ne de Periyot ve muamelelerin ana etkileri ($P=0.171$; $P=0.884$) istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 3.3.).

Çizelge 3.3. Pestisit muamele edilmiş toprakların mikrofungus sayısı bakımından tanıttıcı istatistikler

Pestisit Muameleleri	N	Muamele Öncesi	Muamele Sonrası
		Ort. $\pm$ SH	Ort. $\pm$ SH
Pyridaben	6	2 750.000 $\pm$ 698.450	1 833.333 $\pm$ 275.277
Pendimethalin	6	2 150.000 $\pm$ 332.415	1 700.000 $\pm$ 182.574
Penconazole	6	1 966.666 $\pm$ 245.854	3 083.333 $\pm$ 1 334.520
Chlorpyrifos-methyl	6	2 850.000 $\pm$ 341.320	1 816.666 $\pm$ 147.007
Kontrol	6	2 400.000 $\pm$ 323.522	2 083.333 $\pm$ 221.233
Toplam	30	2 423.333 $\pm$ 414.074	2 103.333 $\pm$ 618.162

Not: Mikrofungus sayısı bakımından farklar önemli bulunmadığından harflendirme yapılmamıştır.

Profil analizi sonuçları incelendiğinde, varyans analizleri sonucuna göre fark görülmemiş olsa da 3. muamele (Penconazole) hariç tüm muamelelerde mikrofungus sayısının azaldığı ve 5. muameleye (kontrol) göre özellikle 1. ve 4. muamelelerde azalmanın daha çok olduğu saptanmıştır (Şekil 3.4.).



Şekil 3.4. Pestisit muamele edilmiş toprakların mikrofungus sayısı bakımından profil analizi

*Periyot 1: Muamele öncesi, Periyot 2: Muamele sonrası

*Muamele 1: Pyridaben, Muamele 2: Pendimethalin, Muamele 3: Penconazole, Muamele 4: Chlorpyrifos-methyl, Muamele 5: Kontrol

3.4. Pestisit Muamelelerinin Bitki Paraziti Nematod Sayısına Etkisi

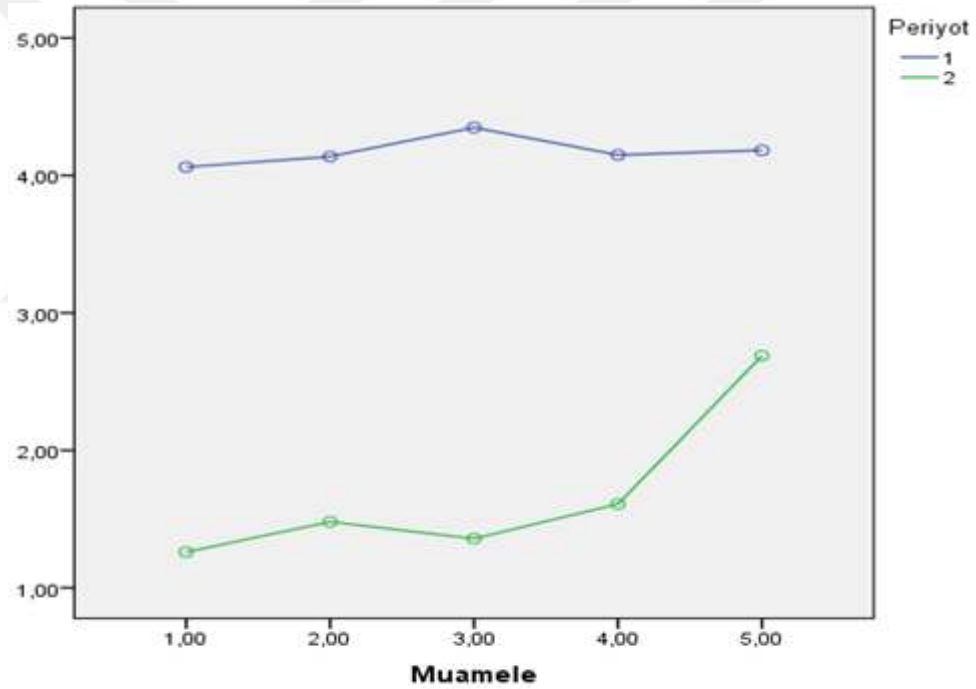
Yapılan tekrarlanan ölçümlü varyans analizi sonucunda Periyot×Muamele interaksiyon etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P=0.008$). Dolayısıyla uygulanan muamelelerin Bitki paraziti nematod sayısına etkisi periyotlara göre önemli düzeylerde değişmiştir (Çizelge 3.4.).

Profil analizi sonuçları incelendiğinde 1. ve 2. periyotlar arasında farkın olduğu, 5. muameleye (kontrol) oranla diğer muamelelerin (pestisit uygulamaları) bitki paraziti nematodlar üzerinde olumsuz etkide bulunduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.5.).

Çizelge 3.4. Pestisit muamele edilmiş toprakların bitki paraziti nematod sayısı bakımından tanıtıcı istatistikler

Pestisit Muameleleri	N	Muamele Öncesi	Muamele Sonrası
		Ort. $\pm$ SH	Ort. $\pm$ SH
Pyridaben	6	17.000 $\pm$ 2.463 Aa	1.666 $\pm$ 0.333 Bb
Pendimethalin	6	17.333 $\pm$ 1.837 Aa	2.333 $\pm$ 0.494 Bb
Penconazole	6	19.000 $\pm$ 1.125 Aa	2.000 $\pm$ 0.516 Bb
Chlorpyrifos-methyl	6	17.333 $\pm$ 1.229 Aa	3.000 $\pm$ 1.095 Bb
Kontrol	6	18.000 $\pm$ 2.683 Aa	7.333 $\pm$ 0.802 Ba
Toplam	30	17.733 $\pm$ 1.853	3.266 $\pm$ 1.082

Not 1: Aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen muamele ortalamaları arasındaki farklar önemlidir.
Not 2: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen muamele ortalamaları arasındaki farklar önemlidir.



Şekil 3.5. Pestisit muamele edilmiş toprakların bitki paraziti nematod sayısı bakımından profil analizi

*Periyot 1: Muamele öncesi, Periyot 2: Muamele sonrası

*Muamele 1: Pyridaben, Muamele 2: Pendimethalin, Muamele 3: Penconazole, Muamele 4: Chlorpyrifos-methyl, Muamele 5: Kontrol

3.5. Pestisit Muamelelerinin Fungivor Nematod Sayısına Etkisi

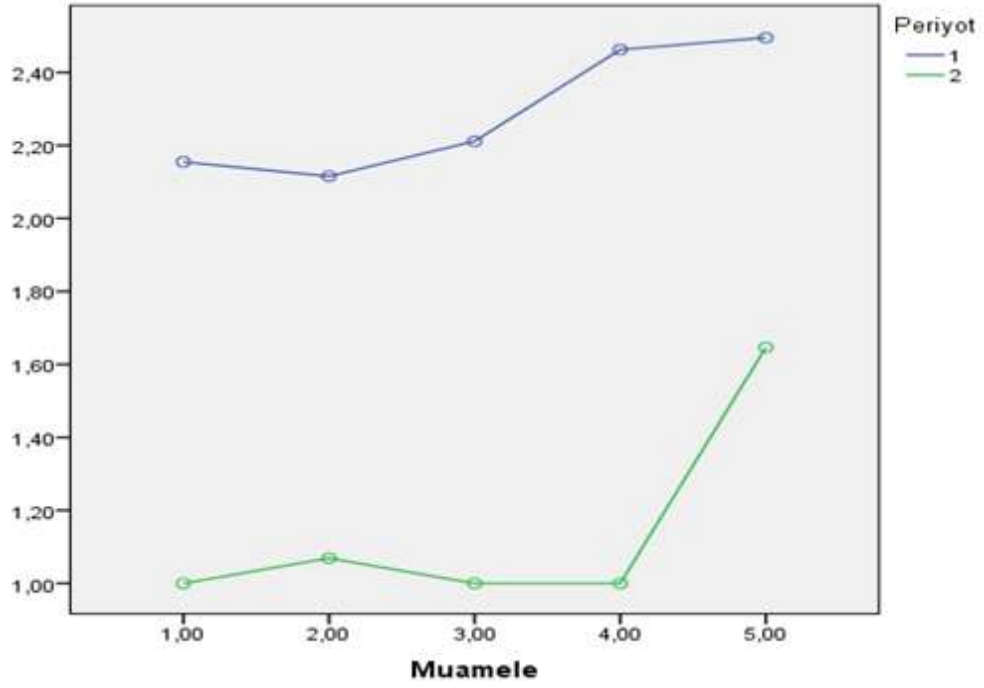
Yapılan tekrarlanan ölçümlü varyans analizi sonucunda sadece Periyot etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu ($P=0.000$), görülmüştür (Çizelge 3.5.).

Çizelge 3.5. Pestisit muamele edilmiş toprakların fungivor nematod sayısı bakımından tanıtıcı istatistikler

Pestisit Muameleleri	N	Muamele Öncesi	Muamele Sonrası
		Ort. $\pm$ SH	Ort. $\pm$ SH
Pyridaben	6	4.833 $\pm$ 0.833 A	1.000 $\pm$ 0.001 B
Pendimethalin	6	4.666 $\pm$ 0.843 A	1.166 $\pm$ 0.166 B
Penconazole	6	5.333 $\pm$ 1.333 A	1.000 $\pm$ 0.000 B
Chlorpyrifos-methyl	6	6.333 $\pm$ 1.201 A	1.000 $\pm$ 0.000 B
Kontrol	6	7.166 $\pm$ 2.372 A	2.833 $\pm$ 0.477 B
Toplam	30	5.666 $\pm$ 1.386	1.400 $\pm$ 0.365

Not: Aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen muamele ortalamaları arasındaki farklar önemlidir.

Varyans analizleri sonucuna göre sadece periyotlar (muamele öncesi ve sonrası) arasında fark görülse de, yapılan profil analizi sonuçları incelendiğinde; kontrole (5. muamele) göre tüm pestisit muamelelerinin fungivor nematodlar üzerinde olumsuz etkide bulunduğu görülmüştür (Şekil 3.6.).



Şekil 3.6. Pestisit muamele edilmiş toprakların fungivor nematod sayısı bakımından profil analizi

*Periyot 1: Muamele öncesi, Periyot 2: Muamele sonrası

*Muamele 1: Pyridaben, Muamele 2: Pendimethalin, Muamele 3: Penconazole, Muamele 4: Chlorpyrifos-methyl, Muamele 5: Kontrol

3.6. Pestisit Muamelelerinin Omnivor-Avcı Nematod Sayısına Etkisi

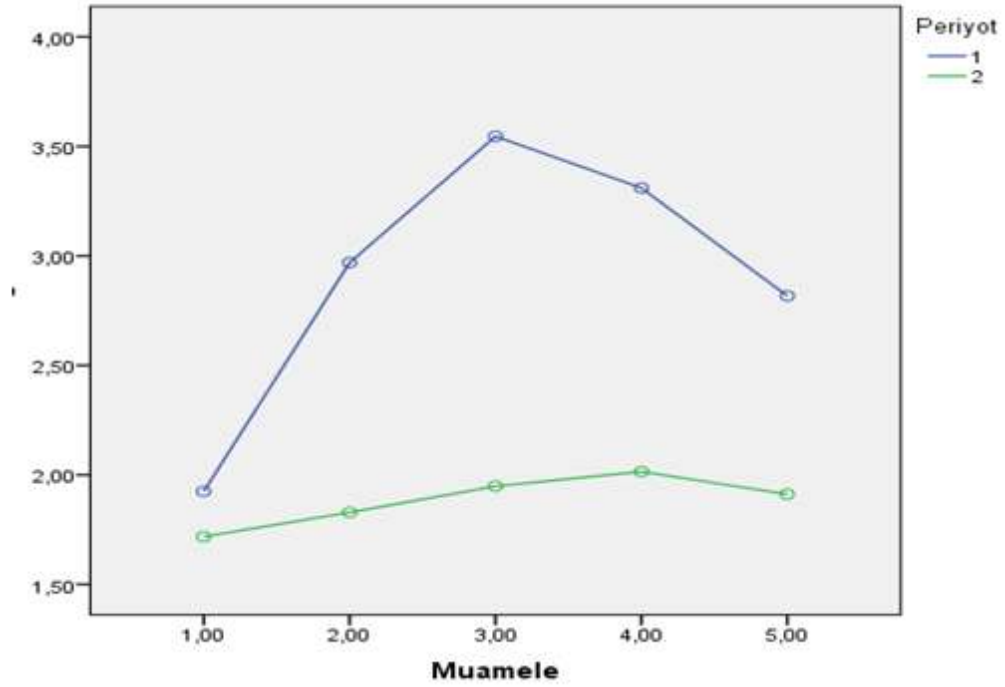
Yapılan tekrarlanan ölçümlü varyans analizi sonucunda Periyot×Muamele etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmazken ($P=0.541$), hem Periyot ($P=0.000$) hem de Muamelelerin ana etkisi ($P=0.046$) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 3.6.).

Profil analizi sonuçları incelendiğinde; kontrole (5. muamele) göre özellikle 3. muamelenin omnivor-avcı nematodlar üzerinde etkili olduğu saptanmıştır (Şekil 3.7.).

Çizelge 3.6. Pestisit muamele edilmiş toprakların omnivor-avcı nematod sayısı bakımından tanıtıcı istatistikler

Pestisit Muameleleri	N	Muamele Öncesi	Muamele Sonrası
		Ort. $\pm$ SH	Ort. $\pm$ SH
Pyridaben	6	4.000 $\pm$ 0.856 Ab	3.333 $\pm$ 1.085 Aa
Pendimethalin	6	9.833 $\pm$ 2.257 Aa	3.666 $\pm$ 0.954 Ba
Penconazole	6	13.666 $\pm$ 2.800 Aa	4.166 $\pm$ 1.013 Ba
Chlorpyrifos-methyl	6	11.333 $\pm$ 1.977 Aa	4.333 $\pm$ 0.954 Ba
Kontrol	6	8.833 $\pm$ 2.104 Ab	3.833 $\pm$ 0.600 Ba
Toplam	30	9.533 $\pm$ 2.360	3.866 $\pm$ 0.882

Not 1: Aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen muamele ortalamaları arasındaki farklar önemlidir.
Not 2: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen muamele ortalamaları arasındaki farklar önemlidir.



Şekil 3.7. Pestisit muamele edilmiş toprakların omnivor-avcı nematod sayısı bakımından profil analizi

*Periyot 1: Muamele öncesi, Periyot 2: Muamele sonrası

*Muamele 1: Pyridaben, Muamele 2: Pendimethalin, Muamele 3: Penconazole, Muamele 4: Chlorpyrifos-methyl, Muamele 5: Kontrol

3.7. Pestisit Muamelelerinin Bakterivor Nematod Sayısına Etkisi

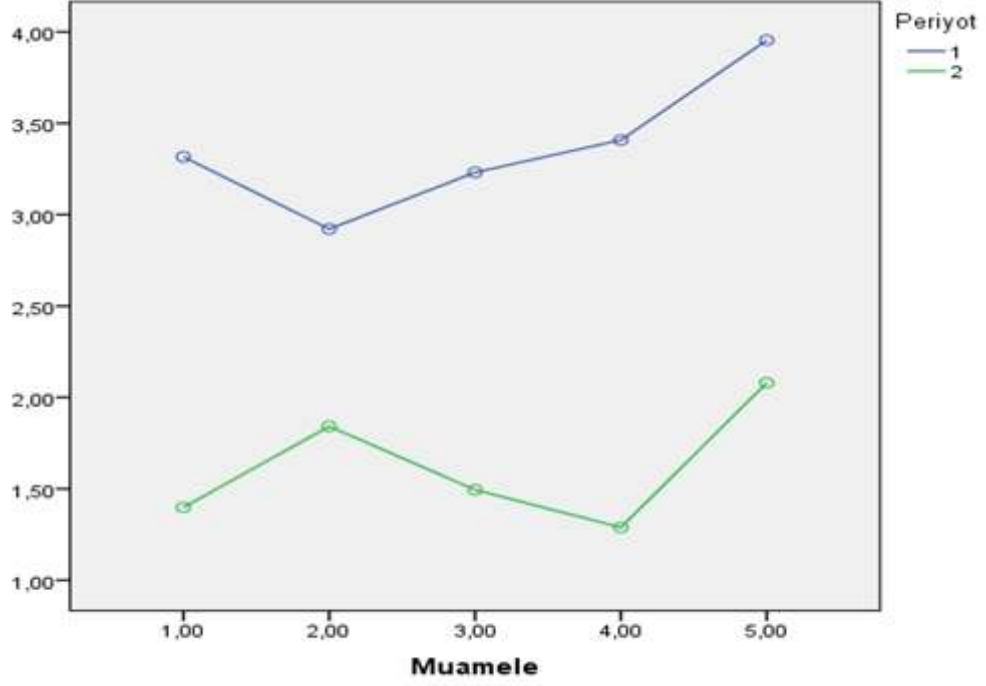
Yapılan tekrarlanan ölçümlü varyans analizi sonucunda Periyot×Muamele etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmazken ($P=0.442$), hem Periyot ($P=0.000$) hem de Muamelelerin ana etkisi ($P=0.017$) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 3.7.).

Çizelge 3.7. Pestisit muamele edilmiş toprakların bakterivor nematod sayısı bakımından tanıtıcı istatistikler

Pestisit Muameleleri	N	Muamele Öncesi	Muamele Sonrası
		Ort. $\pm$ SH	Ort. $\pm$ SH
Pyridaben	6	11.500 $\pm$ 1.927 Ab	2.000 $\pm$ 0.258 Bb
Pendimethalin	6	9.000 $\pm$ 1.693 Ab	4.000 $\pm$ 1.483 Ba
Penconazole	6	10.666 $\pm$ 1.333 Ab	2.500 $\pm$ 0.718 Bab
Chlorpyrifos-methyl	6	12.000 $\pm$ 1.932 Aab	1.833 $\pm$ 0.542 Bb
Kontrol	6	16.000 $\pm$ 2.065 Aa	4.500 $\pm$ 0.763 Ba
Toplam	30	11.833 $\pm$ 1.935	2.966 $\pm$ 0.912

Not 1: Aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen muamele ortalamaları arasındaki farklar önemlidir.
Not 2: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen muamele ortalamaları arasındaki farklar önemlidir.

Profil analizi sonuçları incelendiğinde muamele öncesi ile sonrası ve muameleler arasında farkların olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.8.).



Şekil 3.8. Pestisit muamele edilmiş toprakların bakterivor nematod sayısı bakımından profil analizi

*Periyot 1: Muamele öncesi, Periyot 2: Muamele sonrası

*Muamele 1: Pyridaben, Muamele 2: Pendimethalin, Muamele 3: Penconazole, Muamele 4: Chlorpyrifos-methyl, Muamele 5: Kontrol

3.8. Pestisit Muamelelerinin Toplam Nematod Sayısına Etkisi

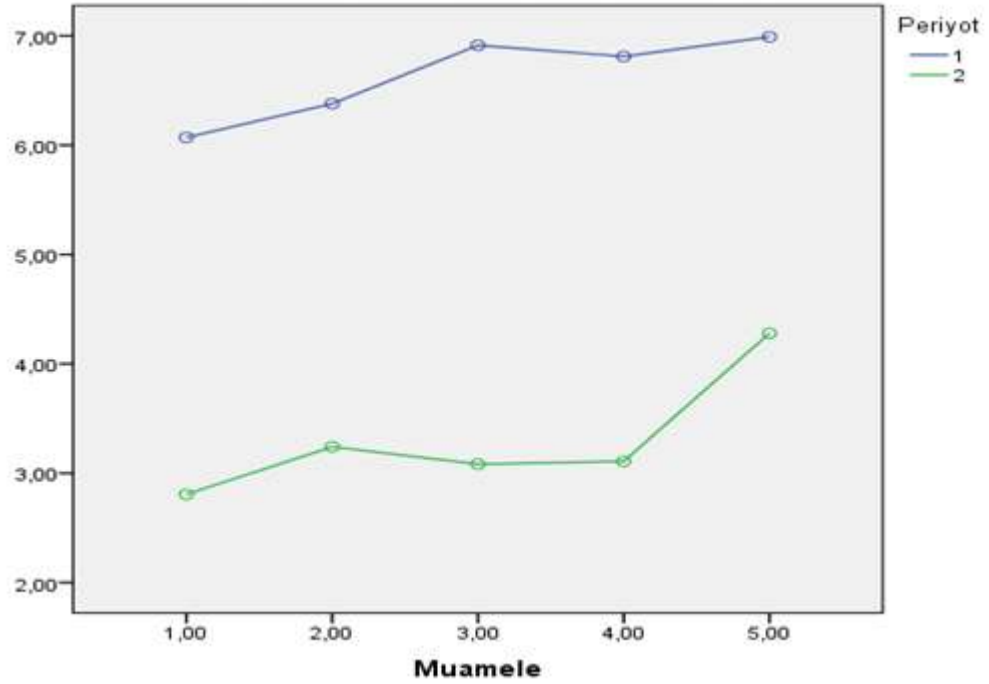
Yapılan tekrarlanan ölçümlü varyans analizi sonucunda Periyot×Muamele etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmazken ($P=0.380$), hem Periyot ($P=0.000$) hem de Muamelelerin ana etkisi ($P=0.009$) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 3.8.).

Profil analizi sonuçları incelendiğinde hem muamele öncesi ve sonrası ile hem de kontrole (5. muamele) göre tüm pestisit muamelelerinin (1., 2., 3. ve 4. muameleler) toplam nematod sayısı üzerinde etkili olduğu bulunmuştur (Şekil 3.9.).

Çizelge 3.8. Pestisit muamele edilmiş toprakların toplam nematod sayısı bakımından tanıtıcı istatistikler

Pestisit Muameleleri	N	Muamele Öncesi	Muamele Sonrası
		Ort. $\pm$ SH	Ort. $\pm$ SH
Pyridaben	6	37.333 $\pm$ 3.711 Ab	8.000 $\pm$ 0.930 Bb
Pendimethalin	6	40.833 $\pm$ 2.135 Ab	11.166 $\pm$ 2.482 Bb
Penconazole	6	48.333 $\pm$ 4.514 Aa	9.666 $\pm$ 1.115 Bb
Chlorpyrifos-methyl	6	47.000 $\pm$ 5.026 Aa	10.166 $\pm$ 2.072 Bb
Kontrol	6	50.000 $\pm$ 7.243 Aa	18.500 $\pm$ 1.627 Ba
Toplam	30	44.700 $\pm$ 4.906	11.500 $\pm$ 2.217

Not 1: Aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen muamele ortalamaları arasındaki farklar önemlidir.
Not 2: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen muamele ortalamaları arasındaki farklar önemlidir.



Şekil 3.9. Pestisit muamele edilmiş toprakların toplam nematod sayısı bakımından profil analizi

*Periyot 1: Muamele öncesi, Periyot 2: Muamele sonrası

*Muamele 1: Pyridaben, Muamele 2: Pendimethalin, Muamele 3: Penconazole, Muamele 4: Chlorpyrifos-methyl, Muamele 5: Kontrol

Bu çalışmada, kontrole göre yapılan pestisit muamelelerinin toprak pH'sı üzerinde farklı etkilerde bulunduğu saptanmış, tespit edilen sonucun Arora vd. (2019)'nın ifadeleri ile aynı doğrultuda olduğu ancak Koç ve Yardım (2019)'ın bulguları ile örtüşmediği belirlenmiştir. Bu

durumun denemelerin farklı ortamlarda (laboratuvar ve arazi) kurulması ve farklı pestisitleri kullanmalarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Yapılan uygulamaların mezofilik bakterilere etkisi açısından profil analiz sonuçlarına göre kontrol ile kıyaslandığında tüm pestisitlerin toksik etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Bu bulguların Ubuoh vd. (2012), Al-Ani vd. (2019)'un bulguları ile tamamen Ören vd. (2009), Yousaf vd. (2013), Arora ve Sahni (2016) ile Wesley vd. (2017)'in bulguları ile kısmen Koç ve Yardım (2019)'un bulguları ile örtüşmediği görülmüştür. Elde edilen bulguların örtüştüğü ve kısmen örtüştüğü çalışmaların kontrollü laboratuvar şartlarında yapıldığı, örtüşmediği ya da kısmen örtüştüğü çalışmalarında ya arazi şartlarında yapıldığı ya da kullandıkları pestisit ve ölçüm farklılığı gibi durumlardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Kontrol ile kıyaslandığında tüm pestisit muamelelerin mikrofungus sayısı üzerinde etkide bulunduğu, Penconazole muamelesinde mikrofungus sayısında artışa sebep olmuşken diğer pestisitlerin toksik etki gösterdiği saptanmıştır. Ulaşılan bu sonuçların, Ören vd. (2009), Ubuoh vd. (2012), Arora ve Sahni (2016), Koç ve Yardım (2019) ile Al-Ani vd. (2019)'in bulguları ile paralel Yousaf vd. (2013) ile Wesley vd. (2017)'in bulguları ile kısmen örtüştüğü tespit edilmiştir. Gerek bakteri ve gerekse mikrofungus etkilenmesi durumunun; Lo (2010)'ın farklı pestisit yapılarının çeşitli toprak mikroorganizma gruplarının büyümesi üzerindeki ilişkilerinin kolayca tahmin edilemediği ve bazı pestisitlerin mikroorganizmaların büyümesini uyardığı, ancak diğer pestisitlerin depresif etkilere sebep olduğu veya mikroorganizmalar üzerinde hiçbir etki göstermediği, Johns (2017)'in toprakta yaşayan ve diğer bileşenlerle etkileşen organizmaların çoğalmasının, koşullara bağlı olarak büyük ölçüde değiştiğini ve bu durumların oldukça karmaşık ve dinamik olduğu şeklindeki görüşleri doğrultusunda olabileceği öngörülmektedir. Yapılan pestisit uygulamalarının, nematodlar üzerinde kullanılan pestisit çeşidine göre az ya da çok etkili olduğu görülmüştür. Ulaşılan bu sonucun, Yardım ve Edwards (1998), Römbke vd. (2009) ve Koç vd. (2020a)'ın bulguları ile paralellik gösterdiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak bakıldığında; yapılan uygulamaların topraktaki canlılar üzerinde genel anlamda olumsuz olmak üzere etki gösterdiği tespit edilmiştir. Bu durumun, yukarıda verilen Lo (2010) ve Johns (2017)'in ifadelerinin yanı sıra Arora ve Sahni (2016)'ın da çalışmasında, pestisitlerin, mikrobiyal aktiviteyi, toprak verimliliğini, toprak nematodları, solucanları ve protozoaları etkilediği şeklindeki bulguları ile örtüştüğü öngörülmektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tarımsal faaliyetlerde, zararlı ile mücadelede kullanılan kimyasal pestisitlerin olumlu ve olumsuz etkileri yıllardır tartışılmaktadır. Tarımsal üretimde verimin artırılması için kullanılan pestisitler (kimyasal ilaçlar), dünya genelinde ve ülkemizde giderek yoğun bir kullanım alanına sahip olmuştur. Bitki koruma amaçlı kullanılan bu pestisitlerden beklenen, zararlıları engelleyerek insanları ve diğer canlıları-önemli parametreleri olumsuz etkilememesidir. Toprak pH'ı, toprak canlılarından bakteri, nematod ve mikrofunguslar toprak sağlığı açısından önemli parametrelerdir. Tarımsal faaliyetlerin devam ettirilebilmesiyle beraber toprak ve çevre sağlığının korunabilmesi adına toprakta yaşayan canlıların da korunması ve zarar görmemesi ilk öncelik olmalıdır.

Gerek bu çalışmanın bulgularından ve gerekse benzer çalışmalardan hareketle; pestisit kullanımının en son çare olarak düşünülmesi, mücadelede “seçici” ilaçların tercih edilmesi, önerilen dozun aşılmaması ve iklim şartlarına dikkat edilmesi, insanların gıda tüketiminde israf yapmaması ve halka yönelik pestisitlerin etkileri hakkında bilgilendirme/bilinçlendirme çalışmalarının yapılması düşünülmekte ve önerilmektedir.

5. KAYNAKLAR

- Al-Ani MA, Hmoshi RM, Kanaan IA, Thanoon AA, 2019. Effect of Pesticides on Soil Microorganisms. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1294, No. 7, P. 072007). IOP Publishing
- Anonim, 2019a. Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, <https://cevresehgostergeler.csb.gov.tr/tarim-ilaci-pestisit-kullanimi-i-85834>. (Erişim Tarihi: 2.10.2019).
- Anonim, 2019b. Interactive Diagnostic Key to Plant Parasitic, Free-Living and Redaceous Nematodes. <http://nematode.unl.edu/>. (Erişim Tarihi: 24.10.2019).
- Anonim, 2020a. <https://inovatifkimyadergisi.com/kus-balik-ve-yunuslarda-kimyasal-pestisitler-tespit-edildi>. (Erişim Tarihi: 10.01.2020).
- Anonim, 2020b. Türkiye Çevre Vakfı Yayını, 2003. Türkiye'nin Çevre Sorunları. Ankara. (Erişim Tarihi: 19.10.2019).
- Arora S, Sahni D, 2016. Pesticides Effect on Soil Microbial Ecology and Enzyme Activity-An Overview. Journal Of Applied And Natural Science, 8(2), 1126-1132.
- Arora S, Arora S, Sahni D, Sehgal M, Srivastava, DS, Singh A, 2019. Pesticides Use and its Effect on Soil Bacteria and Fungal Populations, Microbial Biomass Carbon and Enzymatic Activity. Curr Sci, 116(4), 643-649.
- Benson HJ, 2001. Microbiological Applications: A Laboratory Manual in General Microbiology. Harold J. Benson. USA: The McGraw-Hill Companies. pp. 203.
- Baermann G, 1917. Eine Einfache Methode Zur Auffindung Von Ancylostomum (Nematoden) Larven in Erdproben. Geneesk Tijdschr Ned Indie, 57: 131-137.
- Bouyoucos GJ, 1951. A Calibration of The Hydrometer Method For Making Mechanical Analyses of Soils. Agronomy Journal, 43: 434-438.
- Craze, B. (1990). Soil Survey Standard Test Method Soil Moisture Content. Department of Sustainable Natural Resources, 1-5.
- Chelinho S, Dieter-Sautter K, Cachada A, Abrantes I, Brown G, Costa-Duarte A, Sousa JP, 2011. Carbofuran Effects in Soil Nematode Communities: Using Trait And Taxonomic Based Approaches. Ecotoxicology and Environmental Safety, 74 (7): 2002-2012.
- Çolak F, 2001. Kahramanmaraş Yöresinde Yaygın Olarak Kullanılan Bazı Pestisitlerin Toprak Mikroorganizmaları Üzerine Etkisi (yüksek lisans tezi). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Çınar Ö, 2013. Çevre Kirliliği ve Kontrolü. Nobel Yayıncılık. Ankara

- Dığrak M, Kaçar N, Sönmez A, 1999. Pomarsol, Mitikol, Rubigan ve Platoon'un Toprak Mikroflorası Üzerine Etkileri. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23 (5): 1071-1077.
- Ekundayo EO, 2003. Effect of Common Pesticides Used in The Niger Delta Basin of Southern Nigeria on Soil Microbial Populations. *Environmental Monitoring and Assessment*, 89 (1): 35-41.
- Güven A, Koç İ, 2019. An Overview of Diseases, Pests, Weeds and Commonly Used Pesticides in Agricultural Areas of Bitlis Province, 1st International Göbeklitepe Agriculture Congress. IGAC. Şanlıurfa, Turkey.
- Haktanır K, Arcak S, 1997. Toprak Biyolojisi. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları. Ankara.
- Halkman AK, Sağdaş ÖE, 2011. Merck Mikrobiyoloji El Kitabı. 2. Ankara. 234.
- Heinonen-Tanski H, Simojoki P, Raininko K, Nuormala N, Silvo R, 1989. Effect of Annual Use of Pesticides on Soil Microorganisms and Sugar Beet Yields. *Agricultural and Food Science*, 61(1), 45-53.
- Hussain S, Siddique T, Saleem M, Arshad M, Khalid A, 2009. Impact of Pesticides on Soil Microbial Diversity, Enzymes, and Biochemical Reactions. *Advances in Agronomy*, 102, 159-200.)
- Jackson ML, 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, USA, p. 498.
- Johns C, 2017. Living Soils: The Role of Microorganisms in Soil Health. *Fut Direct Intl*, 1-7.
- Karpuzcu M, 2010. Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü. Özal Matbaası. İstanbul.
- Küçük Ç, Yeşilorman D, Cevheri C, 2016. Effect of Some Fungicides on Soil Biological Activities in Laboratory Conditions. *Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6(2), 187-201.
- Koç İ, Yardım EN, 2019. Pestisitlerin ve Odun Sirkesinin Bazı Mikrobiyal ve Fiziko-Kimyasal Toprak Parametrelerine Etkilerinin Araştırılması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(6): 896-904.
- Koç İ, Yıldız Ş, Yardım EN, 2020a. Effect of Some Pesticides and Wood Vinegar on Soil Nematodes in a Wheat Agro-Ecosystem. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(3), 621-633.
- Koç İ, Urgan E, Güven A, Ilıkhan B, 2020b. Muş İlinde Yaygın Kullanılan Demond, Granland ve Safacol Pestisitlerinin Hedef Dışı Bazı Toprak Mikroorganizmalarına Etkileri. *Karadeniz Zirvesi 3. Uygulamalı Bilimler Kongresi*, 25-26 Nisan 2020, Ordu, Türkiye.

- Koç İ, Urgan E, Güven A, Ilıkhani B, 2020c. Muş İlinde Yaygın Kullanılan Demond, Granland ve Safacol Pestisitlerinin Hedef Dışı Toprak Nematodlarına Etkileri. Karadeniz Zirvesi 3. Uygulamalı Bilimler Kongresi, 25-26 Nisan 2020, Ordu, Türkiye.
- Lo CC, 2010. Effect of Pesticides on Soil Microbial Community. *Journal of Environmental Science And Health Part B*, 45(5), 348-359.
- Mendeş M, 2012. Uygulamalı Bilimler İçin İstatistik ve Araştırma Yöntemleri. Kriter Yayınevi, İstanbul.
- Mendeş M, Dinçer E, Arslan E, 2007. Profile Analysis and Growth Curve for Body Mass Index of Broiler Chickens Reared Under Different Feed Restrictions in Early Age, *Archiv Fur Tierzucht-Archives of Animal Breeding*, vol.4, pp.403-411.
- Özdemir Ş, 1997. Temel Ekoloji Bilgisi ve Çevre Sorunları. Hatiboğlu Yayınları. Ankara.
- Ören A, Özbolat K, Dıǧrak M, 2009. Kahramanmaraş Yöresinde Yaygın Olarak Kullanılan Bazı Pestisitlerin Toprak Mikroorganizmaları Üzerine Etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi* 12(1).
- Radová Š, 2010. Effect Of Selected Pesticides on the Vitality And Virulence of the Entomopathogenic Nematode *Steinernema feltiae* (Nematoda: Steinernematidae). *Plant Protection Science*, 46 (2): 83-88.
- Römbke J, Schmelz RM, Knabe S, 2009. Field Studies For The Assessment of Pesticides With Soil Mesofauna, In Particular Enchytraeids, Mites and Nematodes: Design and First Results. *Soil Organisms*, 81 (2): 237-264.
- Serpi Y, Topal A, Sade B, Ögüt H, Soylu S, Poyraz N, Bilgiçli N, Direk M, 2011. Buğday Raporu. [Http://www Uhk.Org.Tr/](http://www.Uhk.Org.Tr/). Ulusal Hububat Konseyi, Ankara. (Erişim Tarihi: 21.11.2015)
- Southey JF, 1986. Extract of Meloidogyne Egg Masses. In: Southey JF (Ed) *Laboratory Methods For Work With Plants and Soil Nematodes*. HMSO, London. 42-44 pp.
- Soltani A, Louati H, Hanachi A, Ben Salem F, Essid N, Aissa P, Mahmoudi E, Beyrem H, 2012. Impacts of Permethrin Contamination on Nematode Density and Diversity: A Microcosm Study on Benthic Meiofauna From A Mediterranean Coastal Lagoon. *Biologia*, 67 (2): 377-383.
- Taşçıoğlu S, Aydın A, 2017. Tüm Yönleriyle Toprak Bilimi ve Toprak Kirlenmesi. Çağlayan Kitabevi ve Eğitim Çözümleri Ticaret A.Ş. İstanbul.
- Temiz A, 2010. Genel Mikrobiyoloji Uygulama Teknikleri. Hatiboğlu Yayınevi, No:96, Ankara. 291.

- Tiryaki O, Canhilal R, Horuz S, 2010. Tarım İlaçları Kullanımı ve Riskleri. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 26 (2): 154-169.
- Ubuoh EA, Akhionbare SMO, Akhionbare WN, 2012. Effects of Pesticide Application on Soil Microbial Spectrum: Case Study-Fecolart Demonstration Farm, Owerri-West, Imo State, Nigeria. International Journal of Multidisciplinary Sciences and Engineering, 3 (2): 34-39.
- Uçan K, Dığrak M, 2001. Kısıntılı Sulama Koşullarında Trifluralin'in Buğday Kök Bölgesinde Bulunan Mikroorganizmalar Üzerine Etkisi. Fen ve Mühendislik Dergisi, 4 (1): 150-157.
- Wesley B, Ajugwo G, Adeleye S, Ibegbulem C, Azuike P, 2017. Effects of Agrochemicals (insecticides) on Microbial Population in Soil. EC Microbiology, 8: 211-221.
- Whitehead AG, Hemming JR 1965. A Comparison of Some Quantitative Methods of Extracting Small Vermiform Nematodes From Soil. Annuals of Applied Biology, 55: 25-38.
- Yousaf S, Khan S, Aslam MT, 2013. Effect of Pesticides on The Soil Microbial Activity. Pakistan Journal of Zoology, 45 (4).
- Yardim EN, Edwards CA, 1998. The Effects of Chemical Pest, Disease and Weed Management Practices on The Trophic Structure of Nematode Populations in Tomato Agroecosystems. Applied Soil Ecology, 7 (2): 137-147.
- Yeates GW, 1971. Feeding Types and Feeding Groups in Plant and Soil Nematodes. Pedobiologia, 8:173-79.
- Yeates GW, T Bongers, RGM de Goede, Freckman DW, GeorgIeva SS, 1993. Feeding Habits in Soil Nematode Families and Genera - An Outline for Soil Ecologists. Journal of Nematology, 25: 315-331.
- Yıldız Ş, Koç İ, Yardım EN, 2017. Muş İlindeki Bazı Meraların Nematod Fauna Yapısının İncelenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 27 (2):197-203.

ÖZGEÇMİŞ

24.08.1993’de Bitlis ilinde doğdum. İlköğretimi TOBB ilköğretim okulunda, liseyi Zübeyde Hanım Anadolu Kız Meslek Lisesi’nde tamamladım. Bitlis Eren Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Çevre Mühendisliği bölümünden 2017 yılında mezun oldum. 2018 yılında Bitlis Eren Üniversitesi’nde yüksek lisans eğitimine başladım.

Ayşenur GÜVEN

