

Kahramanmaraş Yöresinde Yaygın Olarak Kullanılan Bazı Pestisitlerin Toprak Mikroorganizmaları Üzerine Etkisi

Ashhan ÖREN, Kevser ÖZBOLAT, Metin DIĞRAK*
KSÜ, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Kahramanmaraş

Geliş Tarihi: 10.06.2008

Kabul Tarihi: 23.02.2009

ÖZET: Bu çalışmada, Kahramanmaraş yöresinde yaygın olarak kullanılan fungusitlerden Safomyl 50 WP ((5)-a-cyano-3-3 phenoxybenzyl (1R-3R) metil 1-(butylcarbamoil) benzimidazol -2-yl-carbamate), insektisitlerden Decis EC 25 (-3-(2,2-Dibromovinyl)-2,2-dimethylcyclopropane carboxylate) ve herbisitlerden Tefralin EC (a,a,a-trifluora -2,6 dinitro- N,N-dipropyl p-toluidine)'nin toprak mikrobiyotası (toplam canlı bakteri, aktinomiset, maya-küf) üzerine etkisi araştırıldı. Safomyl ile muamele edilen toprakta, maya-küf sayısının arttığı belirlendi. Decis ile muamele edilen toprakta, toplam bakteri sayısında azalma görüldü. Tefralin uygulanan toprak örneklerinde toplam maya-küf ve canlı bakteri sayısında azalma tespit edildi.

Anahtar kelimeler: Pestisit, Toprak mikroorganizmaları

Effect of the Some Pesticides on Soil Microorganisms which Commonly Used in Kahramanmaraş Region

ABSTRACT: In this study, the effect of fungicide (Safomyl 50 WP) ((5)-a-cyano-3-3 phenoxybenzyl (1R-3R) metil 1-(butylcarbamoil) benzimidazol -2-yl-carbamate), insecticide (Decis EC 25) (-3-(2,2-Dibromovinyl)-2,2-dimethylcyclopropane carboxylate) and herbicide (Tefralin EC) (a,a,a-trifluora -2,6 dinitro- N,N-dipropyl p-toluidine) which are commonly used in agriculture around Kahramanmaraş were investigated on soil microbiota (Total viable bacteria, Actinomycetes, Yeast-mold). It was determined that in the Safomyl-treated soil sample the number of yeast-mold was increased. It was indicated that the total viable bacteria number was decreased in the Decis-treated soil sample. It was also determined that Tefralin-treated soil sample the number of yeast-mold and the total viable bacteria were decreased.

Key words: Pesticides, Soil microorganisms.

GİRİŞ

Giderek artan dünya nüfusunun beslenme ihtiyacını karşılayabilmek ve tarımsal ürün artışını güvenceye alabilmek amacıyla, ürünlerin hastalık, zararlı ve yabancı otlardan korunmasında çeşitli metotlar uygulanmaktadır. Bunlar, dayanıklı bitkilerin yetiştirilmesi, gübreleme, sulama, fiziksel savaş, karantina önlemleri ve diğer agronomik önlemler, biyolojik ve kimyasal mücadeledir.

Bunlardan kimyasal mücadele, 1940'lerde DDT'nin kullanımı ile birden önem kazanmıştır. 1945'lerden itibaren klorlandırılmış hidrokarbonların, organik fosforlu insektisitlerin, karbarillerin tarım alanında kullanılmaya başlaması ile pestisit sanayi hızla ilerlemiş ve yeni yeni preparatların piyasaya sürülmesi ile kimyasal mücadele giderek önem kazanmıştır (Zümeroğlu ve ark., 1979). Bunun sonucu olarak, insan ve hayvanlarda zehirlenmeler, hedef alınmayan yaban hayatı, yararlı canlı gruplarının öldürülmesiyle tabi dengenin bozulması, havada, suda, toprakta ve gıda maddelerinde ilaç kalıntıları, daha önce ekonomik zararı olmayan bazı canlıların zararlı hale gelmesi, zararlıların bağışıklık kazanması ve kısaca çevre kirlenmesi adı altında birçok olumsuz etkiler ortaya çıkmıştır (Bora ve Delen, 1981).

20. yüzyılın başından itibaren gelişen sanayi ve teknolojiyle birlikte artan dünya nüfusu birim alandan

daha fazla ürün elde etmeye yönelik yoğun tarım uygulamalarını gündeme getirmiştir. Buna bağlı olarak bitkilerin ve bitkisel ürünlerin zararlı, hastalık ve yabancı otların etkilerinden korunması, kaliteli ve bol ürün elde edilmesi için tarımsal ilaçların kullanılması kaçınılmaz olmuştur. Tarımsal ilaç ya da pestisit; hastalık etmeni ve zararlıları öldüren kimyasal bileşik olup halen 900 çeşit kimyasal madde ve bunların 60.000 tür değişik formülasyonu geliştirilmiş durumdadır. Başlangıçta olumlu görülen tarımsal ilaç kullanımı zamanla çevre ve insanlar aleyhine pek çok problemin ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Kullanılan pestisitler uygulama sonrası belirli bir süreç içinde güneş ışığı ile dekompozisyona uğramamışsa ya da bakteri faaliyetleri ile kimyasal yapıları bozulmamışsa zamanla toprakta birikir. Toprakta biriken pestisitler toprak mikroorganizmaları ve bazı hayvansal zararlıların yok olmalarına ya da geçici süre inaktif olmalarına neden olurlar (Diğrak ve ark., 1996, Greaves ve ark., 1981). Ayrıca alüminyum, bakır, kalay gibi ağır metaller içeren pestisitlerin yarılanma ömürleri uzun olduğu için bitkiler tarafından alınabilme ve sonrasında insanlarda sağlık sorunlarına neden olabilme durumları vardır. Sızan sularla toprağın alt katmanlarına, oradan yeraltı sularına ulaşan pestisit kalıntıları içme suları yoluyla insan sağlığını tehdit eder duruma gelirler.

*Sorumlu yazar: Diğrak, M., mdigrak@hotmail.com

Pestisitler, buharlaşarak atmosfere karışırlar. Atmosfer kirliliğine neden olan DDT, Aldrin ve Metil bromid gibi maddeler geniş alanlarda etkili olmaktadır. Örneğin kutup ayılarında bile DDT kalıntısına rastlanmıştır. Ayrıca ozon deliğinin büyümesinde Metil bromidin önemli rolü bulunmaktadır. Pestisitler atmosferden yağmurla tekrar toprağa ve sulara, su canlıları ve balıklara, gıda zinciri ile insanlara ulaşan bir etkileşim döngüsü ortaya çıkarmaktadırlar. Ayrıca her yıl pek çok kuş ve hayvan türü ile bunların yaşam alanları tarım ilaçları nedeniyle yok olmaktadır (Greaves ve ark., 1981, Chen ve ark., 2001).

Toprağın ayrılmaz bir parçası olan, ona canlılığını ve verimliliğini kazandıran topraktaki mikroorganizmalar önemli fonksiyonlar görmektedir. Bunlar bitkisel ve hayvansal azot ile havanın serbest azotunu amonyak ve nitrate, organik maddelerin karbonunu da karbondioksit çevirirler. Toprağa değişik yollar ile ulaşan pestisitler toprak mikroorganizmalarının gördüğü yararlı işleri bozarlar.

Sato (1987) yaptığı çalışmada, birçok pestisit yararlı mikroorganizmalar üzerine olumsuz etkilerini tespit etmiş, bunlara ek olarak amonifikasyon ve denitrifikasyonu da engellediği belirtmiştir. Özörgücü ve ark. (1992), tütünde mavi küf hastalığına karşı fungusit olarak kullanılan antrakol'un toprak mikrofunguslarının sayısını azaltıcı yönde etkilediğini belirtmişlerdir.

Dıgırak ve ark. (1996), fungusitlerden antrakol, dithane, ridomil ve rivaman'ın toprak mikroorganizmaları üzerine olumsuz etkilerinin bulunmadığını, insektisitlerden reldane ve basudin'in toplam canlı bakteri, anaerobik bakteri, maya ve küf sayısını olumsuz yönde etkilediğini tespit etmişlerdir. Dıgırak ve ark. (1999), pomarsol, mitikol ve rubigan'ın toprak mikroorganizmaları üzerine farklı şekillerde etkili olduğu, platoon'un ise olumsuz etkisinin olmadığı belirtmiştir.

Chen ve ark. (2001) yapmış oldukları çalışmada, üç fungusitin; benomyl, captan ve klorothalonil'in toprak mikroorganizmaları üzerine etkilerini incelemişlerdir. Üç fungusitinde mikrobiyal biyokütle üzerinde değişiklik meydana getirdiğini görmüşlerdir. Dungan ve ark. (2003) fumigant olan propargil bromidin topraktaki mikrobiyal topluluğun yapısını, çeşitliliğini ve aktivitesini arttırdığını gözlemlemişlerdir.

Araújo ve ark. (2003), glifosat uygulanmış topraktaki aktinomiset ve mantar sayısının 32 günlük inkübasyondan sonra arttığını tespit etmişlerdir. Girvan ve ark. (2004) ise, pestisit uygulamasının bakteri sayısı ve kalıtımında önemli bir değişime yol açmadığını, fakat topraktaki bakteri biyoçeşitliliğinde değişmeye neden olduğunu belirtmişlerdir.

Kinney ve ark. (2005), fungusitlerden mancozeb ve klorothalonil, herbisitlerden prosulfuron'un bakterilerde N₂O üretimini durdurduğunu tespit etmişlerdir. Gundi ve ark. (2007), insektisitlerden monocrotophos, quinalphos ve cypermethrin uygulanmış topraktaki

selülaz ve amilaz aktivitesini belirgin biçimde arttırdığını görmüşlerdir.

Yapılan bu çalışma ile, yöremizde kullanılan pestisitlerin insan, hayvan ve çevre sağlığına zararlı etkisinin bertaraf edilmesi ve toprak verimliliği üzerinde doğrudan etkili olan mikroorganizma gruplarının etkilenmemesi konusunda yapılan ve yapılacak olan çalışmalara katkıda bulunmak amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Pestisitler

Bu çalışmada Kahramanmaraş yöresinde yaygın olarak kullanılan herbisitlerden ticari adı Tefralin EC (trifluralin), kimyasal formülü a,a,a-trifluora -2,6 dinitro- N,N-dipropyl p-toluidine olan, insektisitlerden ticari adı Decis EC 2.5 (Deltamethrin), kimyasal formülü -3-(2,2-Dibromo vinyl) -2,2-di methyl cyclopropane carboxylate olan ve fungusitlerden ticari adı Safomyl 50 WP (%50 Benomyl), kimyasal formülü (5)-a-cyano-3-3 phenoxybenzyl (1R-3R) metil 1-(butylcarbamoil) benzimidazol -2-ylcarbamate olan kullanıldı.

Toprak Örneği

Daha önce hiç pestisit uygulanmamış toprak örnekleri kullanıldı. Örnekler Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Avşar Kampüsü alanından temin edildi.

Toprağa Pestisit Uygulanması

Daha önce steril edilen kavanozlara alınan tarla toprağı laboratuvara getirilerek 2 mm gözenekli elekten elenerek ve birer kg alınarak steril beherlere konuldu. Pestisitlerin sulu çözeltileri prospektüslerinde belirtilen miktarlarda toprağa ilave edilerek iyice karıştırıldı. Hazırlanan pestisitli topraklar 30°C de 20 gün süre ile inkübe edildi. Kontrol olarak pestisit uygulanmamış topraklar kullanıldı.

Mikroorganizma Sayılarının Belirlenmesi

İnkübasyon süresinin farklı günlerinde (0, 5, 10, 15 ve 20. gün) pestisitli ve kontrol olarak hazırlanan topraktan 10'ar gram alınarak ve 90 ml steril fizyolojik su kullanılarak 10⁻⁶ ya kadar dilüsyonları hazırlandı. Uygun dilüsyonlardan alınan örnekler, katı besiyerlerinin içine veya üzerine ekim yapıldı. Sonuçlar 1 g kuru toprakta mikroorganizma sayısı olarak değerlendirildi. Sonuçlar koloni oluşturan birim (kob) olarak tablolarda verildi.

Toplam Canlı Bakteri Sayısı

Toplam canlı bakteri sayısı Plate Count Agar besiyerinde belirlendi. Uygun dilüsyonlardan alınan 1 ml örnek, steril petri kutularında 40-45 °C deki yaklaşık 15 ml besiyeri ile karıştırılıp, petri 30±0.1 °C de 48 saat süreyle inkübe edildi.

Aktinomiset Sayısı

Aktinomiset sayımı için Bacto Actinomycetes Isolation Agar (Difco) kullanıldı. Uygun dilüsyonlardan 0,1 ml örnek alınarak steril petri kutularına önceden dökülen besiyerinin üzerine ekimi yapıldı. Ekimi yapılan plaklar 25 ± 0.1 °C de 3-7 gün süreyle inkübe edildi.

Maya ve Küf Sayısı

Maya ve küf sayımı asitlendirilmiş Potato Dextrose Agar'da (pH:3.5) yapıldı. Uygun dilüsyonlardan 0,1 ml örnek alınarak steril petri kutularına önceden dökülen besiyerinin üzerine ekimi yapıldı. Ekimi yapılan plaklar 25 ± 0.1 °C de 3 gün süreyle inkübe edildi.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Herbisit Tefralin EC'nin toprak mikroorganizmaları üzerine etkileri Tablo 1'de verilmiştir. Tablo 1'deki tefralin kullanılan toprakta toplam canlı bakteri sayısı inkübasyon süresinin 5. günü kontrolde fazla olduğu görülmüştür ($3,6 \times 10^7$ - $1,1 \times 10^7$ kob/g pestisitli toprak). Diğer günlerde kontroldeki bakteri sayısının herbisit uygulanan toprağa göre daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Maya ve küf sayısının inkübasyon süresi sonunda herbisitle muamele edilmiş toprağın 5 ve 20. günü kontrolde fazla olduğu görülmüştür ($1,1 \times 10^6$ - $6,2 \times 10^5$, $5,1 \times 10^7$ - $3,3 \times 10^6$ kob/g pestisitli toprak). Maya ve küf sayısının, diğer günlerde herbisit uygulanan toprağa göre kontrolde daha az olduğu tespit edilmiştir.

Aktinomiset sayısı Tablo 1'de görüldüğü gibi, herbisitle muamele edilen toprakta inkübasyon süresinin 5 ve 20. günü kontrolde fazla olduğu belirlenmiştir ($2,4 \times 10^6$ - $1,5 \times 10^7$, $1,7 \times 10^7$ - $1,8 \times 10^7$ kob/g pestisitli toprak). Aktinomiset sayısının diğer günlerde herbisit uygulanan toprağa göre kontrolde daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Dickinson (1973), fungusitlerden fentin asetat ve maneb'in topraktaki küf ve mayaların gelişmesini artırdığını belirtmiştir. Herbisitlerin, uygun konsantrasyonda toprakla muamele edildiğinde topraktaki total bakteri popülasyonunu etkilemediği, topraktaki fungus ve aktinomiset sayısının ise insektisit ve herbisitlere karşı duyarlı olmadığını bildirmiştir.

Bünemann ve ark. (2006)'nın çalışmalarında; pestisitlerin uygulamasında herbisitlerin topraktaki mikroorganizmalar üzerine olumsuz etkisinin az olmasına rağmen insektisit ve fungusitlerin olumsuz etkilerinin daha fazla olduğunu, Anderson (1978) ise, MCPA pestisiti normal dozda kullanıldığında toprak mikroorganizmaları üzerine olumsuz etkisinin önemsiz olduğunu belirtmektedir.

Yapmış olduğumuz çalışmada, herbisit uygulaması sonucunda topraktaki total bakteri sayısı ile maya ve küf sayısında azalma gözlenmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlar Anderson (1978)'un bulgularıyla uyum sağlamamaktadır. Bunun nedeni çevresel etmenler, kullanılan herbisit farklı kimyasal yapıya sahip olması, fiziksel etmenler vb. olduğu düşünülmektedir.

Şekil 1'de pestisit uygulanan topraktan izole edilen bakteri ve küf kolonileri görülmektedir.

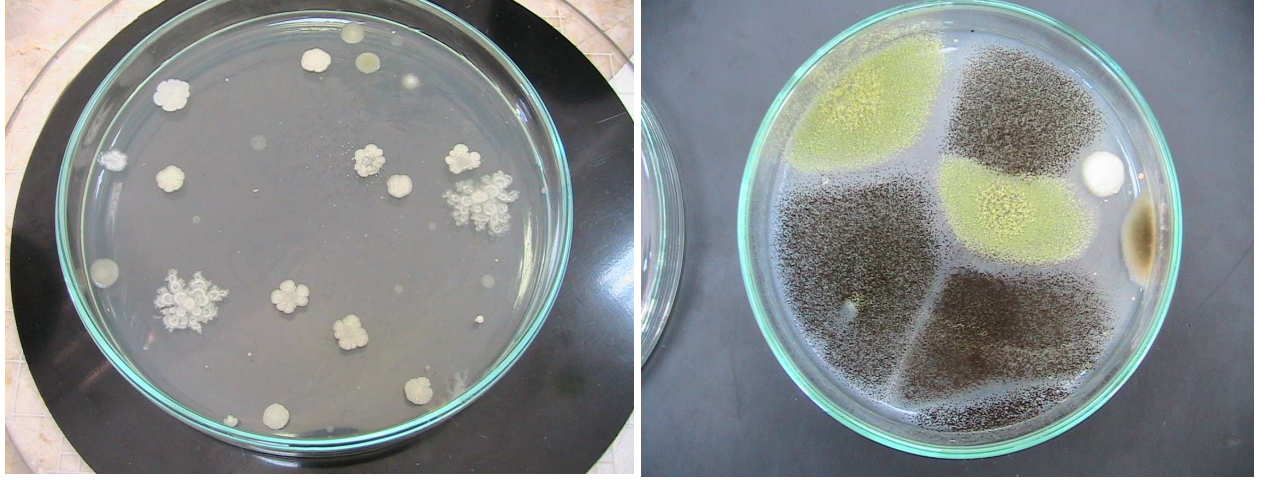
Tablo 1. Tefralin EC uygulanmış ve kontrol grubu toprak örneklerindeki mikroorganizma sayım sonuçları (kob/g)

Gün	Toprak-Herbisit	Toplam bakteri	Maya ve küf	Aktinomiset	% Kuru Madde
0	Kontrol	$8,8 \times 10^6$	$1,4 \times 10^6$	$3,2 \times 10^6$	77,0
	Tefralin	$8,8 \times 10^6$	$1,4 \times 10^6$	$3,2 \times 10^6$	77,0
5	Kontrol	$3,6 \times 10^7$	$1,1 \times 10^6$	$2,4 \times 10^6$	77,0
	Tefralin	$1,1 \times 10^7$	$6,2 \times 10^5$	$1,5 \times 10^7$	80,4
10	Kontrol	$2,7 \times 10^7$	$9,2 \times 10^6$	$2,8 \times 10^7$	78,92
	Tefralin	$8,3 \times 10^6$	$1,2 \times 10^7$	$2,3 \times 10^7$	78,96
15	Kontrol	$1,3 \times 10^7$	$6,3 \times 10^6$	$2,0 \times 10^7$	84,23
	Tefralin	$9,7 \times 10^6$	$2,2 \times 10^6$	$9,2 \times 10^6$	85,97
20	Kontrol	$2,7 \times 10^7$	$5,1 \times 10^7$	$1,7 \times 10^7$	85,06
	Tefralin	$1,8 \times 10^7$	$3,3 \times 10^6$	$1,8 \times 10^7$	85,53

Insektisit Decis EC 25'in toprak mikroorganizmaları üzerine etkileri Tablo 2'de verilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi Decis kullanılan toprakta toplam canlı bakteri sayısı inkübasyon süresinin 10, 15 ve 20. günlerinde kontrolde fazla olduğu görülmüştür ($4,9 \times 10^6$ - $4,9 \times 10^5$, $1,16 \times 10^6$ - $4,28 \times 10^5$, $4,07 \times 10^7$ - $1,35 \times 10^7$ kob/g pestisitli toprak). 5. günde kontroldeki

bakteri sayısının insektisit uygulanan toprağa göre daha az olduğu belirlenmiştir.

Maya ve küf sayısı inkübasyon süresinin 10 ve 20. günü kontrolde fazla olduğu tespit edilmiştir ($4,02 \times 10^5$ - $8,7 \times 10^4$, $1,91 \times 10^6$ - $9,95 \times 10^4$ kob/g pestisitli toprak). Maya ve küf sayısı diğer günlerde, kontrol grubunun insektisit uygulanan toprağa göre daha az mikroorganizma içerdiği görülmüştür.



Şekil 1. Pestisit uygulanmış topraklarda toplam canlı bakteri ve maya-küflerin petri kutularında gelişen kolonileri

Tablo 2. Decis EC 25 uygulanmış ve kontrol grubu toprak örneklerindeki mikroorganizma sayım sonuçları (kob/g)

Gün	Toprak/ İnsektisit	Toplam bakteri	Maya ve küf	Aktinomiset	% Kuru Madde
0	Kontrol	$8,8 \times 10^6$	$1,51 \times 10^6$	$7,3 \times 10^6$	86,23
	Decis	$8,8 \times 10^6$	$1,51 \times 10^6$	$7,3 \times 10^6$	86,23
5	Kontrol	$1,0 \times 10^7$	$2,67 \times 10^6$	$3,3 \times 10^7$	85,74
	Decis	$3,0 \times 10^7$	$1,07 \times 10^7$	$2,3 \times 10^7$	85,33
10	Kontrol	$4,9 \times 10^6$	$4,02 \times 10^5$	$7,43 \times 10^6$	87,9
	Decis	$4,9 \times 10^5$	$8,7 \times 10^4$	$1,27 \times 10^6$	87,0
15	Kontrol	$1,16 \times 10^6$	$1,27 \times 10^5$	$3,2 \times 10^5$	92,4
	Decis	$4,28 \times 10^5$	$4,99 \times 10^5$	$2,4 \times 10^7$	90,3
20	Kontrol	$4,07 \times 10^7$	$1,91 \times 10^6$	$2,2 \times 10^7$	90,5
	Decis	$1,35 \times 10^7$	$9,95 \times 10^4$	$1,1 \times 10^7$	89,1

Aktinomiset sayısı Tablo 2'de görüldüğü gibi, insektisit muamele edilen toprakta inkübasyon süresinin 5, 10 ve 20. günlerinde kontrolde fazla olduğu belirlenmiştir (sırasıyla $3,3 \times 10^7$ - $2,3 \times 10^7$, $7,43 \times 10^6$ - $1,27 \times 10^6$, $2,2 \times 10^7$ - $1,1 \times 10^7$ kob/g pestisitli toprak).

Venkateswarlu ve Sethunathan (1985) karbofuran ilave edilen topraktaki canlı bakteri sayısını ($\times 10^8$ /ml besiyeri) mineral tuz besiyerinde 5.5, maya ekstraktı ilave edilince 13, sadece toprak ekstraktında 4.7 ve toprak ekstraktı ile beraber maya ekstraktı ilave edilince 27 olarak bulmuşlardır. Isafenfos pestisitinin kullanıldığı mısır tarlasından alınan toprağın bir gramında 10^7 bakteri, 10^5 fungus ve 10^6 aktinomiset olduğu belirtilmiştir.

Diğer bir çalışmada Makawi ve ark. (1979) bazı pestisitlerin mikroorganizmalar üzerine etkisini araştırmışlardır. Temik (insektisit), Orthocide (fungisit) ve Treflan (herbisit) uygulanmış toprakta toplam bakteri sayısı, aktinomiset ve fungus sayısında pestisit uygulanmamış toprağa göre az olduğunu gözlemişlerdir.

Elde ettiğimiz sonuçlarda herbisit ve insektisit uygulanmış toprakta toplam bakteri sayısında azalma gözlenirken küf sayısında artış belirlenmiştir.

Sonuçlarımız toplam bakteri sayısı yönüyle Makawi ve ark. (1979)'nın çalışmalarına uygunluk sağlarken, küf sayısı yönüyle farklılıklar gözlenmiştir.

Fungisit Safomyl 50 WP'nin toprak mikroorganizmaları üzerine etkileri Tablo 3'de verilmiştir. Tablo 3'deki safomyl kullanılan toprakta toplam canlı bakteri sayısı, inkübasyon süresinin 5 ve 15. günlerinde kontrolde fazla olduğu görülmüştür (sırasıyla $3,3 \times 10^6$ - $2,1 \times 10^6$, $4,6 \times 10^7$ - $1,8 \times 10^7$ kob/g pestisitli toprak). Diğer günlerde kontroldeki bakteri sayısının fungusit uygulanan toprağa göre daha az olduğu belirlenmiştir.

Maya ve küf sayısı, inkübasyon süresinin 20. günü kontrolde fazla olduğu ($3,85 \times 10^7$ - $2,29 \times 10^7$ kob/g pestisitli toprak), diğer günlerde kontrolün fungusit uygulanan toprakta daha az olduğu bulunmuştur.

Aktinomiset sayısının, fungusit muamele edilen toprakta inkübasyon süresinin 15. günü kontrolde fazla olduğu ($2,8 \times 10^7$ - $2,6 \times 10^7$ kob/g pestisitli toprak), diğer günlerde fungusit uygulanan toprağa göre kontrolün daha az olduğu gözlenmiştir.

Gigliotti ve ark. (2001) yaptıkları bensulfuron ve cinosulfuronun (herbisit) toprak mikroorganizmaları

üzerine farklı etkileri adlı çalışmada, kullanılan pestisitlerin toplam bakteri sayısına etkisi olmadığını gözlemlemişlerdir. Yapmış olduğumuz çalışmada herbisitlerin toplam bakteri sayısını azaltıcı etkide bulunduğu görülmüştür. Buna göre çalışmamız Gigliotti ve ark. (2001)'nin çalışmalarına uygunluk sağlamamaktadır. Bunun nedeni çevresel faktörler, toprakta bulunan mikroorganizma popülasyonunun farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

Pestisitlerin çoğu, mikroorganizmalar için yeni bileşiklerdir. Bu nedenle, mikrofloranın adaptasyon eksikliği sebebiyle başlangıçta biyolojik ayrışma hızında yetersizlik görülebilmektedir. Ayrıca, düşük pestisit konsantrasyonlarında mikrofloranın

biyoadaptasyonunun daha yavaş olduğu belirtilmektedir (Heinonen-Tanski ve ark., 1985). Pestisitlerin bir kısmının bazı özel toprak mikroorganizma gruplarını öldürdüğü bilinmektedir. Toprakta yaşayan mikroorganizmalar o kadar büyük bir popülasyona sahiptir ki, bir kaç fumigant hariç tutulacak olursa birçok pestisit toprak mikroorganizmalarının çoğunu öldüremediği belirtilmektedir (Haktanır, 1985).

Anderson (1978), MCPA pestisiti normal dozda kullanıldığında toprak mikroorganizmaları üzerine olumsuz etkisinin önemsiz olduğunu belirtmektedir. Aynı tarlaya 2 yıl MCPA uygulanınca mikrobiyal adaptasyonun değiştiğini, mikrobiyal parçalanma oranında ise değişme olmadığını bildirmektedir.

Tablo 3. Safomyl 50 WP (%50 Benomyl) ve indofil M-45 uygulanmış ve kontrol grubu toprak örneklerindeki mikroorganizma sayım sonuçları (kob/g)

Gün	Toprak Fungisit	Toplam bakteri	Maya ve küf	Aktinomiset	% Kuru Madde
0	Kontrol	1,58x10 ⁷	5,8x10 ⁶	9,8x10 ⁶	86,69
	Safomyl	1,58x10 ⁷	5,8x10 ⁶	9,8x10 ⁶	86,69
5	Kontrol	3,3x10 ⁶	3,8x10 ⁷	3,8x10 ⁷	91,23
	Safomyl	2,1x10 ⁶	4,2x10 ⁷	5,7x10 ⁷	91,28
10	Kontrol	3,7x10 ⁶	1,3x10 ⁶	1,2x10 ⁶	80,46
	Safomyl	1,44x10 ⁷	8,4x10 ⁶	7,8x10 ⁶	80,5
15	Kontrol	4,6x10 ⁷	6,2x10 ⁶	2,8x10 ⁷	87,91
	Safomyl	1,8x10 ⁷	1,64x10 ⁷	2,6x10 ⁷	87,93
20	Kontrol	1,4x10 ⁶	3,85x10 ⁷	5,8x10 ⁷	94,05
	Safomyl	3,0x10 ⁶	2,29x10 ⁷	6,6x10 ⁷	96,21

Yaptığımız çalışmada kullanılan fungisit topraktaki küf ve mayaların gelişmesini arttırıcı etkide bulunduğu için Dickinson (1973)'un bulduğu sonuçlara benzerlik göstermiştir. Dickinson (1973)'un yaptığı çalışma sonuçlarından farklı olarak, herbisit uygulanmış topraktaki total bakteri sayısında azalma görülmüştür. Bunun nedeni ise kullanılan herbisitlerin kimyasal bileşenlerindeki farklılıktan, çevresel etmenlerden (sıcaklık, toprak pH'sı, toprağın yapısı, toprak ve havanın nemi vb.) kaynaklandığı düşünülmektedir.

Roger ve ark. (1994) yaptıkları çalışmada, toprağa uygulanan pestisitlerin mikrobiyal popülasyon ve aktiviteye zararlı etkisi olduğunu belirlemişlerdir. Heinonen-Tanski ve ark. (1985) yaptıkları çalışmada pestisitlerle muamele edilmiş topraklarda toplam mikroorganizma sayısının arttığını gözlemlemişlerdir.

Tu (1993) yaptığı çalışmada, fungisitlerden kaptafol ve klorotalonilin mineralli topraktaki mikrobiyal ve enzimatik aktivitesini araştırmışlardır. Kumlu toprağa pestisit uygulandıktan sonra başlangıçta bakteri ve fungus popülasyonunun azaldığını daha sonra hızla kontroldeki sayılara yakın değerlere döndüğünü gözlemlemişlerdir. Çalışmamızda ilk günden itibaren fungisitlerden safomylin fungus popülasyonunu arttırdığı görülmüştür. Buna göre Tu (1993)'nin yaptığı çalışmaya uygunluk sağlamamaktadır.

Yaptığımız bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre herbisit ve insektisit uygulamasının toprak mikroorganizmaları üzerine genel olarak olumsuz etkide bulunduğu, ancak fungisitlerin topraktaki mikroorganizmalar üzerine olumlu etkisi olduğu görülmüştür. Zararlılarla mücadelede kimyasal maddeler yerine biyolojik mücadelenin uygulanmasının yararlı olacağı bir gerçektir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmaya maddi destek sağlayan TÜBİTAK-BİDEB'e teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Akman, Y. 2000. Çevre kirliliği "Çevre Biyolojisi", Ankara, 144-167.
- Anderson, J.R. 1978. Pesticide Effects of non-target Soil Microorganisms. In Pesticide Microbiology. Academic Press, London, 611-628.
- Araújo, A.S.F., Monteiro, R. T. R., Abarkeli R. B. 2003. Effect of glyphosate on the microbial activity of two Brazilian soils. Chemosphere, 52(5): 799-804.

- Bünemann, E.K., Schwenke, G.D., Van Zwieten, L., Murphy, D.V. Kirkegaard, J.A., Mele, M. 2006. Impact of agricultural inputs on soil organisms : a review, *Australian Journal of Soil Research*, 44, 4, (1/4), 379-406.
- Chen, S., Edwards, C. A., Subler, S. 2001. Effects of the fungicides benomyl, captan and chlorothalonil on soil microbial activity and nitrogen dynamics in laboratory incubations. *Soil Biology and Biochemistry*, 33(14): 1971-1980.
- Dıġrak, M., Kırbaġ, S., Özçelik, S. 1996. Bazı Pestisitlerin Toprak Mikroorganizmaları Üzerine Etkisi. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 20, 165-173.
- Dıġrak, M., Kaçar, N., Sönmez, A. 1999. Pomarsol, Mitokol, Rubigan ve Platoon'un Toprak Mikroflorası Üzerine Etkisi. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 23, Ek Sayı 5: 1071-1077.
- Dickinson, C.H. 1973. Interactions of fungicides and leaf saprophytes. *Pesticide Science*, 4, 563-574.
- Dungan, R. S., Ibekwe, A. M., Yates, S., R. 2003. Effect of propargyl bromide and 1,3-dichloropropene on microbial communities in an organically amended soil. *FEMS Microbiology Ecology*, 43(1): 75-87.
- Gigliotti, C., Allievi, L. 2001. Differential effects of the herbicides bensulfuron and cinosulfuron on soil microorganisms. *J Environ Sci Health*, 36(6): 775-782.
- Gırvan, M., Bullimore, J., Ball, A., Pretty, J., Osborn, A. 2004. Responses of active bacterial and fungal communities in soils under winter wheat to different fertilizer and pesticide regimens. *Appl Environ Microbiol.* 70(5): 2692-2701.
- Greaves, M.P., Davies, H.A., Marsh, J.A., Wingfield, G.I. 1981. Effects of pesticides on soil microflora using dalapon as an example. *J Environ Sci Health B.* 10(4): 437-449.
- Gundi, V.A.K., Viswanath, B., Chandra, M.S., Kumar, V.N., Reddy, B.R. 2007. Activities of cellulase and amylase in soils as influenced by insecticide interactions. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 68(2): 278-285.
- Gündüz, T. 1998. Çevre Sorunları, Gazi Kitabevi, Ankara, 160-175.
- Haifeng Qian, H., Hu, B., Wang, Z., Xu, X., Hong, T. 2007. Effects of validamycin on some enzymatic activities in soil. *Environ Sci Health B.* 125: 1-3.
- Haktanır, K. 1985. Çevre Kirliliġi. A.Ü. Ziraat Fakültesi, Teksir No: 107, Ankara, 73-77.
- Heinonen-Tanski H., Siltanen H., Kilpi S., Simojoki P., Rosenberg C., Mäkinen S., 1985. The effect of the annual use of some pesticides on soil microorganisms, pesticide residues in soil and carrot yields. *Pesticide Science*, 17, 2, 135 - 142.
- Helvacı, N. 2003. Methidathion İneksitinin *Allium cepa* L. Kök Ucu Hücrelerinde Mitoz Bölünme ve Kromozomlara Etkisi, Gazi Üniversitesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 60 s.
- Kinney, C. A., Mandernack, K. W., Mosier, A. R. 2005. Laboratory investigations into the effects of the pesticides mancozeb, chlorothalonil, and prosulfuron on nitrous oxide and nitric oxide production in fertilized soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 37(5): 837-850.
- Makawi, A.A., Abdel-Nasser, M., Abdel-Moneim, AA. 1979. Effect of some pesticides on certain microorganisms, contributing to soil fertility., *Soil Biology and Biochemistry*, 134(1): 5-12.
- Özörgücü, B., Ekmekçi, S., Gonüz, A., Tort, N. 1992. Tütünde Antakol Uygulamasının Toprak Mikrofungusları Üzerine Etkileri. XI. Ulusal Biyoloji Kongresi. Genel Biyoloji., 24- 27 Haziran, Elazığ.
- Roger, P.A., Simpson, Oficial, R., Ardales, S., Jimenez, R. 1994. Effects of pesticides on soil and water microflora and mesofauna in wetland ricefields: a summary of current knowledge and extrapolation to temperate environments. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 34(7): 1057-1068.
- Sannino, F., Gianfreda, L. 2001. Pesticide influence on soil enzymatic activities. *Chemosphere*. 45(4-5): 417-425.
- Sartaj Tiyagi, Shamim Ajaz, Azam, M.F. 2004. Effect of some pesticides on plant growth, root nodulation and chlorophyll content of chickpea. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 50, 6, 529-533.
- Sato, K. 1987. Pentachlorophenol (PCP) Tolerance of Bacteria İsolated From Soil Percolated with PCP. *J. Pesticide Sci.* 12, 582-598.
- Sezer, B. 2002. Metal İçeren Bazı Pestisitlerin Aevli Atomik Absorbsiyon Spektrometresi ile Tayini, G.Ü. Fen Bil. Enst. Kimya ABD, Yüksek Lisans Tezi, 112 s.
- Tu, C.M. 1981. Effects of pesticides on activities of enzymes and microorganisms in a clay soil. *J Environ Sci Health B.* 16, (2): 179-191.
- Tu, C.M. 1993. Effect of fungicides, captafol and chlorothalonil, on microbial and enzymatic activities in mineral soil. London Research Centre, Agriculture Canada, Ontario. *J Environ Sci Health B.* 28(1): 67-80.
- Venkateswarlu, K., Sethunathan, N. 1985. Enhanced degradation of carbofuran by *Pseudomonas cepacia* and *Nacordia* sp. in the presence of growth factors. *Plant and Soil*, 84, 445-449.
- Zhou, Y., Liu, W., Ye, H. 2006. Effects of pesticides metolachlor and S-metolachlor on soil microorganisms in aquisols. II. Soil respiration. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao*, 17(7): 1305-9.
- Zümeroġlu, S., Sezgin, E., Esentepe, M. 1979. Ülkemizde Tarımsal İlaç Kullanımı ve Bundan Doġan Sorunlar. 1. Ulusal Zirai Mücadele İlaçları Sempozyumu, 27-29 Kasım, Adana.