Bölüm 3

HERBİSİT, İNSEKTİSİT VE FUNGİSİTLERİN TOPRAKTA ÜREAZ AKTİVİTESİNE OLAN ETKİLERİNE GENEL BİR BAKIŞ

Burak KOÇAK [1]

1 Burak Koçak, Arş. Gör. Dr., Çukurova Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, https://orcid.org/0000-0003-4144-6079

1. GİRİŞ

1.1. Pestisitler ve Çeşitleri

Çevre Koruma Ajansı (EPA), pestisitleri, zararlı organizma olarak tanımlanan herhangi bir türün uzaklaştırılmasında, öldürülmesinde veya kontrolünde kullanılan maddeler olarak tanımlamaktadır. Bunlar insan eliyle yapılmış olan organik kimyasallar olup tarlalarda ve çim alanlarda yabancı otların, bitkisel ürünlerle beslenen böcekler, kemiriciler, mantarlar, bakteriler ve diğer organizmalar gibi istenmeyen veya zararlı haşerelerin kontrolünde ve yok edilmesinde kullanılmakta ve sentezlenmektedir. Pestisitler pek çok farklı türde sınıflandırılmaktadırlar: kontrol edilmek istenen hedef organizmalarına göre (Tablo 1), kullanılan kimyasalın yapısına göre (Gevao vd., 2000) veya barındırdığı sağlık tehlikesinin derecesine veya tipine göre. Ayrıca pestisitler insanlara, diğer hayvanlara ve organizmalara karşı potansiyel toksisitelerine göre kısıtlı kullanım (sadece pestisit uygulamasında eğitimli olan sertifikalı kişiler tarafından satın alınabilir ve uygulanabilir) veya genel kullanım şekline göre de sınıflandırılabilirler(Gianfreda ve Rao, 2011).

Tablo 1 Çevre Koruma Ajansı'nın (EPA) pestisit sınıflandırması (http://www.epa.gov/pesticides)

Kategori	Kontrol Şekli
Akarisitler	Bitkiler veya hayvanlar üzerinde beslenen akarların öldürülmesinde kullanılmaktadır.
Algisitler	Yüzme havuzlarındaki ve su tanklarındaki alglerin kontrolünde kullanılmaktadır.
Bakterisitler	Evlerde, okullarda ya da hastane ekipmanlarında bakterilerin yok edilmesinde kullanılmaktadır.
Fungisitler	Gıdalarda ve tarla bitkilerine etki eden mantarların kontrolünde ya da yok edilmesinde kullanılmaktadır.
Herbisitler	Bitkileri, yabancı otları ve çim bitkilerini öldürmede veya kontrolünde kullanılmaktadır.
Insektisitler	Böceklerin büyümesinin önlenmesinde veya öldürülmesinde kullanılmaktadır.
Nematisitler	Nematodların (mikroskobik, bitki kökleriyle beslenen solucan benzeri organizmalar) öldürülmesinde kullanılmaktadır.
Rodentisitler	Farelerin ve diğer kemiricilerin öldürülmesinde veya bu canlıların gıdalara, tarım veya yem bitkilerine verebilecek zararların önlenmesinde kullanılmaktadır.

Pestisitler son yıllarda artan yiyecek üretimine oldukça büyük katkılar sağlamıştır. 1960'dan beri, pestisit kullanımı 15 kattan 20 kata,

gübre kullanımı, sulanabilen alan ve ekili alanlar sırasıyla 7, 2 ve 1 kat artmasıyla dünyanın pirinç, buğday ve mısır verimi ortalaması iki kattan fazla artmıştır (Oerke, 2006). Küresel olarak yıllık yaklaşık 3 milyon ton pestisit uygulanmakta bu da 40 milyar dolara tekabül etmektedir (Pimentel, 2009). Avrupa Birliği'nde neredeyse 500 aktif madde pestisit kullanımı için onaylanmış ve yıllık yaklaşık olarak 374.000 ton pestisit satışı yapılmaktadır (Silva vd., 2019).

Pestisitlerin bitkisel verimdeki yararları ve ekonomiyle olan ilişkilerine rağmen, yoğun ve yaygın pestisit kullanımı ciddi çevresel ve sağlık endişelerine yol açmaktadır. Agrokimyasalların yaygın kullanımı sonucu meydana gelen kirlilik toprak için önemli bir tehdit haline gelmiş (Stolte vd., 2016) ve gerçekte bu durum toprak çevresiyle bağlantılı olan Birleşmiş Milletler'in Sürdürülebilir Gelişim Hedefleri'nin pek çoğunu etkileyebilmektedir (Pérez ve Eugenio, 2018). Toprak kontaminasyonu, toprak fonksiyonlarına, toprak biyoçeşitliliğine ve gıda güvenliğine ve ayrıca kontanimanantların rüzgar ve su erozyonlarıyla alan dışı taşınmasına olan endişeleri arttırmaktadır Böyle alan dışına taşınım, ekosistemlerin işlevselliğini bozabilir ve insanların ve hedef olmayan organizmaların toprak kontaminantlarına maruz kalmasına neden olabilir (Pérez ve Eugenio, 2018; Silva vd., 2019).

Bir pestisit kasten veya kazara (Örneğin, kazara dökülme, endüstriyel ve evsel atıklarla) çevreye yayılırsa, tüm çevresel etmenlere yani suya, havaya, toprağa, sedimentlere ve biyokütleye etkileyebilmektedir (Cheng, 1990). Çevrede bulunan pestisitlere ne olacağını pek çok faktör etkilemektedir. Bunlar temel olarak pestisitin kimyasal yapısı değişmeden hedef alandan uzaklaştığı transfer süreçleri (Örneğin, volatilizasyon, sprey sürüklenmesi, çözülmüş veya absorbe olmuş durumdan kaçma, yıkanma, absorbsiyon ve bitki uzaklaştırılması, temel olarak toprak kolloid yüzeylerine sorbsiyon ve desorpsiyon) ve pestisidin kimyasal yapısının çok önemli bir biçimde değiştiği veya tamamen basit ve toksik olmayan bileşiklere mineralize olduğu ayrışma ve parçalanma süreçleridir (Bollag ve Liu, 1990). Bu nedenle, pestisitler toprakta hızlı bir şekilde parçalanabilir veya farklı toprak mikroalanlarında geniş çeşitli konsantrasyonlarda varlıklarını sürdürebilirler (Gianfreda ve Rao, 2011)

Modern tarım, insektisitleri, fungisitleri, herbisitleri ve diğer pestisitleri içeren sentetik olarak üretilen çok çeşitli kimyasal maddelere bağımlıdır (Zhang vd., 2011). Sentetik bir pestisit çevreye yayıldığında, yaklaşık %0.1'i hedef organizmaya ulaşırken kalan %0.99'u lokal metabolizma veya enzimatik aktivitelere müdahale etmekte ve besin döngüsüne katılarak insan sağlığına etkilemektedir (Ramudu vd., 2011). Toprak pek çok serbest enzimi, immobilize olmuş ekstraselüler enzimleri ve mikrobiyal hücrelerde bulunan enzimleri içeren canlı dinamik bir

sistemdir. Organik madde ayrışmasında ve besin döngülerinde önemli bir rol oynayan toprak enzimleri toprak kalite indikatörlerindedir (Garcia-Ruiz vd., 2008; Mishra ve Behera, 2008). Bu nedenle, toprak enzim aktiviteleri açısından pestisitlere toprağın biyolojik tepkilerinin araştırılması elzemdir (Deborah vd., 2013).

1.2. Toprakta Enzim Aktivitesinin Önemi

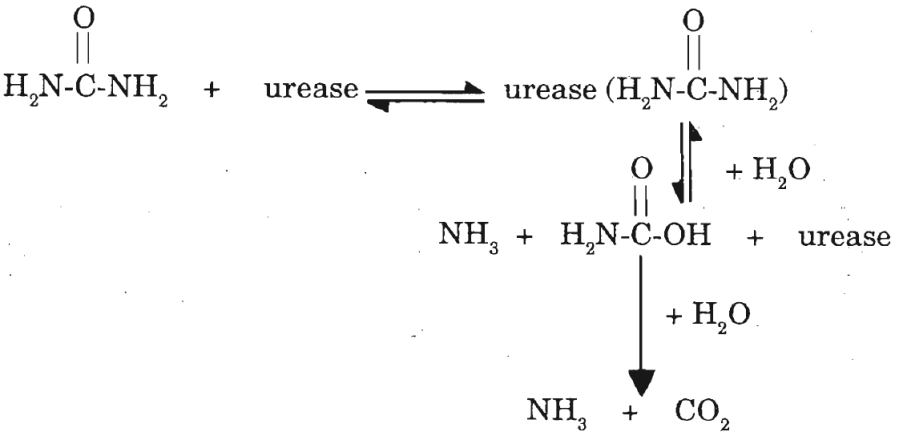
Enzimler yaşamsal faaliyetlerin en önemli aktivatörlerindedir ve toprakta olduğu gibi toprak sağlığının ve çevresinin sürdürülebilirliğinde önemli bir rol oynadığı bilinmektedir (Das ve Varma, 2010). Toprağın enzimatik aktivitesi, temelde mikrobiyal kökenli olup hücre içi, hücreyle ilişkili veya serbest halde bulunmaktadır (Cenkseven vd., 2017). Toprağın kimyasal, fiziksel ve biyolojik bileşenlerinin eşsiz dengesi toprak sağlığının sürdürülebilirliğine katkı sağlamaktadır. Toprak sağlığının değerlendirilmesinde tüm bu bileşenlerin indikatörlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Toprağın bozulması, insan, hayvan ve bitki sağlığı için endişe oluşturmakta çünkü hava, yer altı ve yüzey suları yanlış yönetilmiş ve kontamine olmuş topraklar tarafından olumsuz bir şekilde etkilenebilmektedirler (Singer ve Ewing, 2000). Toprak, karasal çevrenin bir parçası olduğu ve tüm karasal yaşam formlarını desteklediği sürece, toprağın korunması yüksek önem arz etmektedir ve bu bağlamda toprak enzim aktivitelerinin detaylı olarak anlaşılması toprağın sağlıklı kalmasında önemli bir faktördür (Das ve Varma, 2010).

Toprağın biyolojik aktivitesi, toprakta yaşayan canlı hücrelerde ve bu hücrelerin dışında bulunan pek çok enzimin beraber aktiviteleriyle sağlanmaktadır. Bu enzimler enerji transferi, besin döngüsü, çevre kalitesi ve bitkisel verimlilikle (Dick, 1994, 1997) ilişki içindedirler ve bu nedenle onların aktiviteleri toprak verimliliği ve sürdürülebilirliği ile ilişkilidirler (Nannipieri, 1994). Toprak kalitesiyle ilişkili olan özelliklerinin belirlenmesi (bunlar yönetim uygulamaları ve çevresel stresten etkilenmektedir) sürdürülebilirlik ve çevresel değişimlerin takip edilmesine yardımcı olmaktadır. Toprak enzim aktiviteleri toprak kalitesine uygun indikatörler olduğu belirtilmiştir. Günümüzde toprak enzim aktivitelerinin belirlenmesindeki pek çok sorun çözülmüştür (Gianfreda ve Ruggiero, 2006). Toprak mikrobiyal aktivitesinin bir ölçüsü olarak toprak enzimleri, besin döngüleri ve dönüşümleriyle çok sıkı bir ilişki içerisinde olup ksenobiyotik maddelerin varlığı gibi antropojenik faktörlerin yol açtığı değişimlere hızlı bir şekilde cevap verebilmektedirler (Gianfreda ve Bollag, 2002; Gianfreda vd., 2005). Ayrıca, toprak enzim aktiviteleri toprak bozulma derecesini ölçümünde kullanılan ilk ve hassas indikatörleri olarak kabul edilmekte ve bundan dolayı kirliliğin toprak

kalitesine olan etkisinin belirlenmesinde uygun olduğu ifade edilmiştir (Dick, 1997; Dick ve Tabatabai, 1993; Trasar-Cepeda vd., 2000).

1.3. Toprakta Üreaz Aktivitesi

Üreaz enzimi toprağa uygulanan üre gübresinin amonyak (NH_3) ve karbondioksite (CO_2) parçalanmasında sorumlu olup (Şekil 1) aynı anda toprak pH'ının yükselmesine neden olmaktadır (Byrnes ve Amberger, 1988; Dharmakeerthi ve Thenabadu, 1996). Bu da NH_3 volatilizasyonuyla atmosfere hızlı bir N kaybına yol açmaktadır (Simpson ve Freney, 1988; Simpson vd., 1984). Toprak üreazı, hem hücre içi hem de hücre dışı enzimi olarak bitkilerden ve mikroorganizmalardan köken almaktadır (Mobley ve Hausinger, 1989). Öte yandan, bitkilerden veya mikroorganizmalardan ekstrakte edilen üreaz toprakta proteolitik enzimler tarafından hızlı bir şekilde parçalanmaktadır (Zantua ve Bremner, 1977). Bu da toprakta üreolitik aktivitenin önemli bir parçasının hücre dışı üreaz tarafından yürütüldüğünü ve bu aktivitenin immobilizasyon yoluyla organik ve mineral toprak kolloidlerinde stabilize olduğunu göstermektedir (Das ve Varma, 2010).



Şekil 1. Ürenin amonyak ve karbondioksite dönüşümü (urease:üreaz, Dharmakeerthi ve Thenabadu, 1996)

2. Pestisitlerin Üreaz Aktivitesine Olan Etkileri

2.1. Herbisitler

Herbisitler yabancı otların kontrolünde kullanılan kimyasal maddelerdir (Bacmaga, vd., 2015a). Ancak bu karışımlardan bazıları kalıcı olduklarından ve canlı organizmalara zarar verdiklerinden çevre için tehlikeli olabilmektedirler. Kontrolsüz bir durumda toprağa geçerse, herbisitler tarımsal bitkilerin köklerince absorbe edilebilirler ve bunu

takiben besin zincirine transfer olabilirler. Toprakta, herbisitler biyolojik olarak ayrışmaktadırlar (Tao ve Yang, 2011; H. B. Zhang vd., 2006).

Meher vd. (2021) arazi koşullarında kumlu killi ve pH 6,8 olan bir toprağa 9 farklı herbisidin (azimsulfuron, bispyribac sodium, flucetosulfuron, penoxsulam, cyhalofop-butyl, fenoxaprop-p-ethyl, ethoxysulfuron, XR-848 benzyl ester, bensulfuron methyl ve pretilachlor) farklı kombinasyonlarını karıştırdıktan 10 ve 30 gün sonra toprakta üreaz aktivitesine olan etkilerini araştırmışlardır.10. günde herbisit uygulanan topraklarda kontrole göre üreaz aktivitesinin azaldığını ve 30. Günde önemli düzeyde bir değişimin olmadığını saptamışlardır. Herbisit uygulamaları arasında en yüksek üreaz aktivitesinin fenoxaprop-p-ethyl + ethoxysulfuron uygulamasında olduğunu bulmuşlardır.

Zhang vd. (2021) bir herbisit olan QYM201'i 0,1, 1 ve 5 mg/kg toprak dozlarında kahverengi tınlı bir toprağa (organik madde: 20,5 g/ kg toprak, toplam azot:% 0,11 ve pH 6,7) ve kireçli siyah bir toprağa (organik madde: 27,6 g/kg toprak, toplam azot:% 0,18 ve pH 7,9) karıştırmışlardır. Karışımları sabit sıcaklık (25°C) ve nem (tarla maksimum su tutma kapasitesinin %60'ı kadarı) koşullarında inkübe ettikten sonra inkübasyonun 0., 5., 10., 20., 30. ve 45. günlerinde üreaz aktivitesini belirlemişlerdir. QYM201'in üreaz aktivitesini inhibe ettiğini ve bu herbisitin yüksek dozlarının inhibisyon etkilerinin düşük dozlara göre daha belirgin olduğunu bulmuşlardır. En düşük üreaz aktivitesini inkübasyonun 10. gününde 5 mg/ kg toprak dozunda olduğunu ve bu dozun kontrole göre %30,4 düşük olduğunu belirlemişlerdir.

Borozan vd. (2020) chlorsulfuron (CIS), amidosulfuron (AMS) ve tifensufuron (TIS) herbisitlerini tavsiye edilen normal dozunu (ND), bu dozun 2 katı (2ND) ve 5 katını Romanya'da çernozem toprağına (killi tınlı, pH 6,45, toplam azot 0,156%) karıştırmışlardır. Çalışmada bu üç herbisidin farklı dozlarının toprakta üreaz aktivitesine olan etkilerini laboratuvar ve arazi koşullarında araştırmışlardır. CLS ve AMS'nin normal dozu üreaz enzim aktivitesini bozmadığını ve TIS'in ND ve 5ND dozları hem arazi hem de laboratuvar koşullarında kontrolden önemli bir biçimde düşük olduğunu ($P<0.05$) bulmuşlardır. CLS'nin 2ND dozu laboratuvar koşullarında toprak üreaz aktivitesini önemli bir biçimde arttırdığını ($P<0,05$) bulmuşlardır.

Kumar vd. (2020) pirinç tarlalarında sıklıkla kullanılan bispyribac sodium herbisidinin tavsiye edilen dozu (BS, 35 g/ha) ve bunun iki katını (ÇBS, 70 g/ha) killi tınlı bir toprağa karıştırdıktan sonra bu karışımları 30±5°C sıcaklıkta 30 gün boyunca inkübe etmişlerdir. İnkübasyonun 1., 3., 7., 15. ve 30. günlerinde toprakta üreaz aktivitesini ölçmüşlerdir.

Herbisidin her iki dozunun 30 gün boyunca üreaz aktivitesini kontrole göre önemli bir biçimde azalttığını bulmuşlardır (P<0,05).

Sun vd. (2020) bir herbisit olan mesotrione'in farklı dozlarını (0, 20, 50 ve 100 mg/kg toprak) bir ferralsol toprağına (44,9% kil, 8,6% silt, 46,5% kum, organik madde %1,03, toplam azot 0,84 g/kg toprak, pH 4,92) karıştırmışlardır. Araştırıcılar bu karışımları 21°C'de ve toprağın maksimum satürasyon değerinin %40'ında nemlendirerek 30 gün boyunca saksılarda inkübe etmişlerdir. Mesotrione dozları üreaz aktivitesini 11,9–23,2% arasında azalttığını ve 20 ve 100 mg/kg toprak dozlarının önemli bir azalmaya (P<0,05) neden olduğunu bulmuşlardır.

Chlorimuron-ethyl geniş spektrumlu bir sulfonylurea herbisiti olup geniş yapraklı ve buğdaygil yabancı otların kontrolünde kullanılmaktadır (Wang vd., 2013; Xiong vd., 2013). Zhu vd. (2018) bu herbisitin 3 farklı dozunu (0, 0,1 ve 1 mg/kg) tınlı bir toprağa (organik madde: %3,7, toplam azot: %0,077 ve pH:7,6) iki farklı tuz konsantrasyonu (%0 ve %1) altında karıştırmışlardır. Bu karışımları saksılar içinde yerleştirdikten sonra bezelye (*Pisum sativum* Linn.) yetiştirmişlerdir. Karışımları 35 gün boyunca inkübe etmişler ve her 5 günde bir defa üreaz aktivitesini belirlemişlerdir. Chlorimuron-ethyl'in tuzsuz koşullarda toprak üreaz aktivitesine önemli bir etkisinin olmadığını ancak tuzlu koşulda bu aktivitenin önemli bir biçimde azaldığını ve bu koşulda bu herbisitin üreaz aktivitesini etkilemediğini bulmuşlardır.

Bacmaga vd. (2015b) kumlu tınlı bir toprağa üç farklı herbisidin (Alister Grande 190 OD, Fuego 500 SC and Lumax 537.5 SE) teknik dozu ve bu dozun 0, 20, 40, 80 ve 160 katı kadarını karıştırdıktan sonra sabit sıcaklık (25°C) ve nem (su kapilar kapasitesinin %50'si kadar) koşullarında 160 gün boyunca inkübe etmişlerdir. İnkübasyonun 20., 40., 80. ve 160. günlerinde toprakta üreaz aktivitesini ölçmüştür. Enzim aktivitesini en fazla inhibe eden faktörün Fuego 500 SC herbisidinin 160 katı kadarı olduğunu ve bu dozun kontrole göre %13,39 azalttığını bulmuşlardır. Herbisitlerden Lumax 537.5 SE bu enzim aktivitesinin arttırıken Fuego 500 SC azalttığını belirlemişlerdir.

2.2. İnsektisitler

İnsektisitler böcekleri öldürmede kullanılan tüm toksik maddelerdir. Bunlar kültürü yapılan bitkileri istila eden veya belli coğrafik bölgelerde hastalık taşıyan böcekleri kontrol ve elimine etmek için kullanılmaktadır. Yaklaşık 10000 böcek türü bitkilerle beslenmekte ve bunun 700 kadarı dünya çapında insanlığın besinini oluşturan bitkilere hem arazi de hem de depolarda zarar vermektedirler (Bolognesi ve Merlo, 2011).

Campolo vd. (2020) üç turunç türünün esansiyel yağlarını (limon, mandalina ve tatlı portakal) insektisit formülasyonu olarak 0,1 mg/g kuru toprak olarak ve referans uygulama olarak iki insektisit olan spinosad (0,8 mg/g kuru toprak) ve chlorpyrifos'u (20 mg/g kuru toprak) tarla dozlarında İtalya'da bir toprağa (kum, silt, ve kil içerikleri sırasıyla %66, %17 ve %16, organik karbon: %1,4 ve toplam azot %0,06) karıştırmışlardır. Karışımlar 27 ± 0,5°C'de ve su tutma kapasitesinin %50 oranında nemlendirilerek 4 gün boyunca inkübe edilmiştir ve inkübasyonun sonunda toprakta üreaz aktivitesi belirlenmiştir. Sonuçta esansiyel yağ formülasyonlarının ve spinosad'ın üreaz aktivitesine önemli bir etkisi olmadığını buna karşın chlorpyrifos'un bu enzim aktivitesini kontrole göre önemli bir biçimde azalttığını bulmuşlardır.

Chlorantraniliprole (CTP) lepidoptera, coleopera, diptera ve hemipteran böceklerine karşı etkili bir insektisit olup böceğin ryanodin reseptörlerine etki etmektedir (Lahm vd., 2007). Sahu vd. (2019) CTP'nin tavsiye edilen tarla dozunu (TD, 40 g aktif madde/ha) ve bu dozun iki katı kadarını (2TD, 80 g aktif madde/ha) Hindistan'da alüvyal bir toprağa (kum %30, silt:%18 ve kil: %52, organik karbon: %0,71, toplam azot:%0,07, pH:5,68) ve kırmızı bir toprağa (kum:%67, silt:%15 ve kil:%18, organik karbon: %0,41, toplam azot: %0,05, pH: 5,57) karıştırmışlardır. Karışımlar saksı denemesiyle kurulduktan sonra 0., 1., 3., 7., 15., 21., 30., 45. ve 60. günlerde toprakta üreaz aktivitesini belirlemişlerdir. Sonuçta, üreaz aktivitesi bakımından uygulamalar arasında önemli bir fark bulunmadığını, bu aktivitenin zamanla arttığını ve en yüksek ve en düşük aktivitenin sırasıyla TD dozunda ve kontrolde olduğunu bulmuşlardır.

Raimondo vd. (2019) geniş spektrumlu bir insektisit olan lindane'yi son konsantrasyonu 2 mg/kg olacak şekilde killi (organik karbon: %0,61, toplam azot: %0,07, pH: 7,3), kumlu (organik karbon: 0,58, toplam azot: %0,04 ve pH: 6,2) ve siltli tın (organik karbon: %0,80, toplam azot: %0,10) topraklara aktinobakteri kültürüyle beraber karıştırmışlardır. Karışımları 14 gün boyunca 30°C'de inkübe etmişlerdir ve inkübasyonun 0., 7. Ve 14. günlerinde topraktaki üreaz aktivitesini ölçmüşlerdir. Sonuçta, üreaz aktivitesinin 0,88 ile 27,01 μg $N\text{-}NH_4$/ g toprak/sa arasında değiştiğini ve lindane'in bu üç toprakta önemli bir etkisinin olmadığını belirlemişlerdir.

Mahapatra vd. (2017) sistemik bir insektisit olan imidacloprid'i tavsiye edilen tarla dozunda (25 g aktif madde/ha, TD), bunun dozun 2 (2TD), 5 (5TD) ve 10 (10TD) katı kadarını Hindistan'da kumlu killi tınlı bir toprağa (organik karbon: %0,599 ve pH: 7,43) karıştırmışlardır. İnsektisit uygulamasından 2 saat sonra (0), 1., 3., 5., 7., 10., 15., 21., ve 30. günlerde toprakta üreaz aktivitesini belirlemişlerdir. Sonuçta, üreaz aktivitesinin zamanla arttığını, imidachloropid uygulamasının bu aktiviteyi olumsuz

bir biçimde etkilediğini ve uygulamalar arasında önemli bir fark olduğunu bildirmişlerdir.

Franco-Andreu vd. (2016) geniş spektrumlu organofosfat bir insektisit olan chlorpyrifos'u tavsiye edilen tarla dozunu (TD), bunu yarısını (0.5TD) ve 2 katı kadarını (2TD) kumlu killi tınlı bir toprağa (organik madde: %1,72, toplam azot: %0,09 ve pH: 7,9) karıştırmışlardır. Karışımları 25±1°C'de ve toprağın su tutma kapasitesinin %60'ı oranında nemlendirerek 120 gün boyunca inkübe etmişlerdir. İnkübasyonun 5., 12., 26.,59., 79., 100., ve 120. Günlerinde üreaz aktivitesini ölçmüşlerdir. Sonuçta chlorpyrifos'un üreaz aktivitesine toksik bir etkisi olduğunu bulmuşlardır.

2.3. Fungisitler

Fungisitler bir mantarı öldüren, uzaklaştıran, önleyen veya azaltan ajanlardır. Bitkilerdeki koruma görevlerine göre: meydana gelen enfeksiyon koruyucu veya önleyici olarak, spor oluşumunu önleyen antisporulant olarak ve bir enfeksiyonu takip eden bir hastalığın gelişmesini inhibe eden iyileştirici olarak sınıflandırılmaktadırlar. Bitkilerdeki hareketine bağlı olarak kontakt ve sistemik olarak da kategorize edilmişlerdir. Farklı etki mekanizmalarıyla çok sayıda aktif madde fungisit olarak kullanılmaktadır. Tek etkili fungisitler sadece, mantardaki metabolik bir yolda tek bir noktada ya da mantarın ihtiyaç duyduğu önemli tek bir enzim veya proteinde aktiftirler. Çoklu etkili fungisitler ise mantarın bünyesindeki birçok farklı metabolik alanları etkilemektedirler (Bolognesi ve Merlo, 2011)

Wang vd. (2020) Çin'in kuzeydoğusunda yaygın olarak kullanılan ve sistemik bir fungisit olan azoxystrobin'i daha önce bu insektiside hiç maruz bırakılmamış bir toprağa (kil: %28,3, silt:%71,2, kum:%0,6, organik karbon: %1,69, toplam azot: %0,11 ve pH: 5.6) farklı dozlarda (0, 2, 25 ve 50 mg/kg) karıştırmışlardır. Karışımlar 25± 2 °C'de ve maksimum tarla su tutma kapasitesinin %70'i oranında nemlendirilerek 35 gün boyunca inkübe etmişlerdir. İnkübasyonun 7., 14., 28. ve 35. günlerinde toprakta üreaz aktivitesini ölçmüşlerdir. 7. Günde üreaz aktivitesinin en yüksek dozda kontrolden önemli bir biçimde yüksek olduğunu, 14., 21. ve 35. günlerde 25 ve 50 mg/kg dozlarının kontrolden önemli bir biçimde düşük olduğunu bulmuşlardır. Sonuçta, insektisidin dozunun arttıkça üreaz aktivitesinin azaldığını ifade etmişlerdir.

Pyraclostrobin (PYR), mitokondriyal sitokrom-b ve sitokrom-c1'in inhibe ederek mantar solunumunu engelleyen ve yaygın olarak kullanılan bir fungisittir (Zhang vd., 2017). C. Zhang vd. (2019), fluvo-aquic bir toprakta (kil:%22,4, silt:%57,5, kum: %20,1, organik karbon:%0,77, toplam azot: 76,9 mg/kg ve pH: 7,95) bu fungisiti 0,1, 1,0 ve 2,5 mg/kg olacak şekilde karıştırmışlardır. Karışımları 25°C'de ve su tutma

kapasitesinin %60'ı oranında nemlendirerek 48 gün inkübe etmişlerdir. İnkübasyonun 7., 14., 21., 28. ve 48. Günlerinde toprakta üreaz aktivitesini belirlemişlerdir. 7. ve 28. Günlerde kontrole göre fungisit dozlarının stabil kaldığını bulmuşlardır. 14. ve 21. günlerde 0,1 mg/kg dozunun önemli bir biçimde arttığını ve 1,0 ve 2,5 mg/kg dozlarının stabil kaldığını belirlemişlerdir. Genel olarak fungisit dozlarının üreaz aktivitesine olan etkilerinin değişmediğini ifade etmişlerdir.

Propiconazole, pek çok patojenik mantara karşı kullanılan geniş spektrumlu bir triazole fungisittir (Satapute ve Kaliwal, 2018). Satapute vd. (2019) bu fungisitin farklı dozlarını (1,0, 5,0, 10,0, 15,0 ve 20,0 kg/ha) kırmızı (Organik karbon: %1,58, toplam azot: 146,70 kg/ha ve pH:6,75) ve siyah (Organik karbon: %0,34, toplam azot: 152,71 kg/ha ve pH:8,94) kumlu tınlı topraklara karıştırmışlardır. Karışımları 28°C'de ve su tutma kapasitesinin %55'i oranında nemlendirerek 4 hafta boyunca inkübe etmişler ve haftalık olarak üreaz aktivitesini ölçmüşlerdir. 15,0 ve 20,0 kg/ha dozlarının bir hafta sonra üreaz aktivitesini inhibe ettiğini ve 10 kg/ha dozunun bu aktiviteyi her iki toprakta önemli bir biçimde arttırdığını bulmuşlardır.

Tebuconazole ve Triadimenol triazol grubundan birer fungisittir. Bacmaga vd. (2019) bu üç fungisit karışımının (S+Te+TR) 4 farklı dozun (0,000, 0,092, 2,76, 13,80, ve 27,60 mg/kg) saksıda buğday (*Triticum aestivum* L. cv. Torka) yetiştirdikleri kumlu tınlı bir toprağa (organik karbon: %0,70, toplam azot:%0,086 ve pH:7,00) karıştırmışlardır. Sonuçta bu üç fungisit karışımının tüm dozlarının üreaz enzim aktivitesini önemli bir biçimde inhibe ettiğini bulmuşlardır.

Azoxystrobin bir strobilurin fungisiti olup patojenik mantarların yol açtığı bitkisel hastalıkların kontrolünde kullanılmaktadır. Geniş spektrumlu olmasından dolayı 100'den fazla ülkede 120 bitki üzerinde kayıtlı olarak kullanılmaktadır (Bai, 2007). Wang vd. (2018) bu fungisitin 4 farklı dozunu (0, 0,1, 1 ve 10 mg/kg) tınlı bir toprağa (Organik karbon: %0,96, toplam azot: 44,22 mg/kg ve pH: 5,22) karıştırmışlardır. Karışımları su tutma kapasitesinin %60'ı oranında nemlendirdikten sonra 25±2°C'de 28 gün boyunca inkübe etmişlerdir. İnkübasyonun 7., 14., 21. ve 28. günlerinde üreaz aktivitesini ölçmüşlerdir. Sonuçta, üreaz aktivitesinin ilk 14 günde inhibe olduğunu ancak 28. günde kontrolle aynı düzeye ulaştıklarını bulmuşlardır.

Anuradha vd. (2016) tebuconazole ve bakır oksit fungisitlerini 1,0, 2,5, 5,0, 7,5 ve 10,0 kg/ha dozlarında kırmızı kumlu tınlı (Organik madde: %0,67, toplam azot: %0,045 ve pH: 6,5) ve siyah killi (Organik madde:%1,206, toplam azot:%0,078 ve pH:6,5) topraklara karıştırmışlardır. Karışımları su tutma kapasitesinin %60'ı oranında nemlendirdikten sonra 28±4°C'de 40 gün boyunca inkübe etmişlerdir.

İnkübasyon süresince her 10 günde bir defa üreaz aktivitesini ölçmüşlerdir. 5 kg/ha dozda her iki fungisit her iki toprakta 10.günde enzim aktivitesini önemli bir biçimde arttırdığın ve bu artışın 20. Günde daha fazla olduğunu ($P<0,05$) bulmuşlardır. Üreaz aktivitesinin yüksek dozlarda (7,5 ve 10 kg/ha) önemli bir biçimde azaldığını belirlemişlerdir.

Sentetik bir piretrioid olan Cypermethrin, güveleri ve pamuk ve soya fasulyesine zarar veren böcekler gibi pek çok zararlı etmenin kontrolü amacıyla tarımda kullanılan bir insektisittir (Carriquiriborde vd. 2007). Bu insektisit düşük uygulama dozlarından ve memeli hayvanlara düşük toksisiteye sebep olduğundan gün geçtikçe organofosfatların ve karbamatların yerini almaktadır (Zhou vd., 2008). Tejada vd. (2015) bu insektisidin 0, 60, 300, 600, and 1200 g/ha (C0, C1, C2, C3 ve C4) dozlarını Typic Xerofluvent (toprak A, organik madde: %0,63, toplam azot: %0.06 ve pH: 8.8) ve Xerollic Calciorthid (toprak B, organik madde: %0,11, toplam azot: %0,04 ve pH: 7,7) sınıflarındaki iki toprağa karıştırmışlardır. Karışımları su tutma kapasitesinin %30-40 oranlarında nemlendirerek 28±4°C'de 90 gün boyunca inkübe etmişlerdir. İnkübasyonun 3., 7., 15., 30., 45., 60., ve 90. günlerinde üreaz aktivitesini belirlemişlerdir. Sonuçta cyphermetrin insektisidinin toprak üreaz aktivitesine olumsuz bir etki yaptığını ve bu olumsuz etkinin yüksek dozlarda ve organik maddenin düşük olduğu durumlarda daha fazla olduğunu bulmuşlardır. Buna ek olarak, inkübasyon süresi arttıkça toprak enzim aktivitelerinin ve mikrobiyal populasyonlarının artma sebebinin, cyphermetrin tarafından öldürülen mikroorganizmaların diğer mikroorganizmalar için bir enerji ve karbon kaynağı olarak kullanılmasından dolayı hücre çoğalmasının arttığını ifade etmişlerdir.

3. Sonuç

Son yıllarda tarımda bitkisel hastalıkların kontrolü ve gıda üretimini arttırmak amacıyla pestisit kullanımının artan bir şekilde kullanıldığı görülmektedir. Bugün pestisitlerin artan miktarları toprakta, suda ve havada bulunabiliyor. Günümüzde yüzlerce kayıtlı pestisit bulunmasına rağmen bunların toprağın biyolojik aktivitelerine olan etkileri sınırlıdır. Üreaz aktivitesi toprağın biyolojik aktivitelerinden birisi olup azot döngüsünde oldukça büyük bir öneme sahiptir. Bu konuyla ilgili yapılan mevcut çalışmalar laboratuvar ve arazi koşullarında olmasına karşın halen bu pestisitlerin üreaz aktivitesini nasıl etkilediği konusunda genel bir sonuç bulunmamaktadır. Pestisitlerin tavsiye edilen dozlarda kullanıldığında toprak mikroorganizmalarında küçük de olsa bir değişime yol açsa da bu maddelerin uzun dönem uygulamaları toprağın biyokimyasal dengesine müdahele edebileceği ve bu da lokal metabolizmayı ve enzimatik faaliyetleri etkileyerek toprağın verimliliğini ve üretkenliğini azaltabileceği söylenebilir.

Kaynakça

Anuradha, B., Rekhapadmini, A., & Rangaswamy, V. (2016). Influence of tebuconazole and copper hydroxide on phosphatase and urease activities in red sandy loam and black clay soils. *3 Biotech, 6*. doi:ARTN 78 10.1007/s13205-016-0367-0

Bacmaga, M., Borowik, A., Kucharski, J., Tomkiel, M., & Wyszkowska, J. (2015a). Microbial and enzymatic activity of soil contaminated with a mixture of diflufenican plus mesosulfuron-methyl plus iodosulfuron-methyl-sodium. *Environmental Science and Pollution Research, 22*(1), 643-656. doi:10.1007/s11356-014-3395-5

Bacmaga, M., Kucharski, J., & Wyszkowska, J. (2019). Microbiological and biochemical properties of soil polluted with a mixture of spiroxamine, tebuconazole, and triadimenol under the cultivation of Triticum aestivum L. *Environmental Monitoring and Assessment, 191*(7). doi:ARTN 416 10.1007/s10661-019-7539-4

Bacmaga, M., Kucharski, J., Wyszkowska, J., Tomkiel, M., & Borowik, A. (2015b). Response of Actinomycetes, Phosphatases and Urease to Soil Contamination with Herbicides. *Ecological Chemistry and Engineering S-Chemia I Inzynieria Ekologiczna S, 22*(2), 255-267. doi:10.1515/eces-2015-0015

Bai, Y. L. (2007). The progresses of research and development on strobilurin fungicides. *Agrochemicals, 46*(5), 289-309.

Bollag, J. M., & Liu, S. Y. (1990). Biological Transformation Processes of Pesticides. In H. H. Cheng (Ed.), *Pesticides in the Soil Environment: Processes, Impacts and Modeling* (Vol. 2, pp. 169-211). Madison: Soil Science Society of America.

Bolognesi, C., & Merlo, F. D. (2011). Pesticides: human health effects. In J. O. Nriagu (Ed.), *Encyclopedia of environmental health.* (pp. 438-445). Burlington: Elsevier.

Borozan, A. B., Lalescu, D. V., Misca, C. D., Trofim, A., Horablaga, M., Bordean, D. M., . . . Manea, D. (2020). Assesment of the Soil Urease Response to Sulfonylurea Herbicides Based on Statistical Models. *Applied Ecology and Environmental Research, 18*(6), 7573-7585. doi:10.15666/aeer/1806_75737585

Byrnes, B. H., & Amberger, A. (1988). Fate of broadcast urea in a flooded soil when treated with N-(n-butyl) thiophosphoric triamide, a urease inhibitor. *Fertilizer Research, 18*(3), 221-231. doi:10.1007/BF01049572

Campolo, O., Puglisi, I., Barbagallo, R. N., Cherif, A., Ricupero, M., Biondi, A., . . . Zappala, L. (2020). Side effects of two citrus essential oil formulations on a generalist insect predator, plant and soil enzymatic activities. *Chemosphere, 257*. doi:ARTN 127252 10.1016/j.chemosphere.2020.127252

Carriquiriborde, P., Diaz, J., Mugni, H., Bonetto, C., & Ronco, A. E. (2007). Impact of cypermethrin on stream fish populations under field-use in biotech-soybean production. *Chemosphere, 68*(4), 613-621. doi:10.1016/j.chemosphere.2007.02.051

Cenkseven, S., Kocak, B., Kuzu, S. B., Korkmaz-Guvenmez, H., & Darici, C. (2017). Response of Microbial Activity to Addition of Nerium Oleander L. Leaves in Soil under Different Moisture Conditions. *Fresenius Environmental Bulletin, 26*(12a), 377-385. Retrieved from <Go to ISI>://WOS:000419539900045

Cheng, H. H. (1990). Pesticides in the Soil Environment—An Overview. In H. H. Cheng (Ed.), *Pesticides in the Soil Environment: Processes, Impacts and Modeling* (Vol. 2, pp. 1-5). Madison: Soil Science Society of America, Inc.

Das, S. K., & Varma, A. (2010). Role of enzymes in maintaining soil health. In G. Shukla & A. Varma (Eds.), *Soil Enzymology* (Vol. 22, pp. 25-42). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

Deborah, B. V., Mohiddin, M. J., & Madhuri, R. J. (2013). Interaction effects of selected pesticides on soil enzymes. *Toxicology international, 20*(3), 195-200. doi:10.4103/0971-6580.121665

Dharmakeerthi, R., & Thenabadu, M. (1996). Urease activity in soils : a review. *Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka, 24*(3), 159-195.

Dick, R. P. (1994). Soil enzyme activities as indicators of soil quality. In C. D. C. Doran J. W, B. D. F., & B. A. Stewart (Eds.), *Defining soil quality for a sustainable environment* (Vol. 35, pp. 107-124). Madison: SSSA.

Dick, R. P. (1997). Soil enzyme activities as integrative indicators of soil health. In C. E. Pankhurst, Doube, B. M, & V. V. S. R. Gupta (Eds.), *Biological indicators of soil health.* (pp. 121-156). Oxon, UK: CAB International

Dick, W. A., & Tabatabai, M. A. (1993). Significance and potential uses of soil enzymes. In F. B. Metting (Ed.), *Soil microbial ecology: application in agricultural and environmental management* (pp. 95-125). New York: Marcel Dekker.

Franco-Andreu, L., Gomez, I., Parrado, J., Garcia, C., Hernandez, T., & Tejada, M. (2016). Behavior of two pesticides in a soil subjected to severe drought. Effects on soil biology. *Applied Soil Ecology, 105*, 17-24. doi:10.1016/j.apsoil.2016.04.001

Garcia-Ruiz, R., Ochoa, V., Hinojosa, M. B., & Carreira, J. A. (2008). Suitability of enzyme activities for the monitoring of soil quality improvement in organic agricultural systems. *Soil Biology & Biochemistry, 40*(9), 2137-2145. doi:10.1016/j.soilbio.2008.03.023

Gevao, B., Semple, K. T., & Jones, K. C. (2000). Bound pesticide residues in soils: a review. *Environmental Pollution, 108*(1), 3-14. doi:Doi 10.1016/S0269-7491(99)00197-9

Gianfreda, L., & Bollag, J. M. (2002). Isolated enzymes for the transformation and detoxification of organic pollutants. In R. G. Burns & R. P. Dick (Eds.), *Enzymes in the environment: activity, ecology, and applications* (pp. 495-538). New York: Marcel Dekker.

Gianfreda, L., & Rao, M. A. (2011). The Influence of Pesticides on Soil Enzymes. *Soil Enzymology, 22*, 293-312. doi:10.1007/978-3-642-14225-3_16

Gianfreda, L., Rao, M. A., Piotrowska, A., Palumbo, G., & Colombo, C. (2005). Soil enzyme activities as affected by anthropogenic alterations: intensive agricultural practices and organic pollution. *Science of the Total Environment, 341*(1-3), 265-279. doi:10.1016/j.scitotenv.2004.10.005

Gianfreda, L., & Ruggiero, P. (2006). Enzyme activities in soil. In P. S. Nannipieri, K. (Ed.), *Nucleic acids and proteins in soil* (Vol. 8, pp. 257-311). Berlin: Springer.

Kumar, U., Behera, S., Saha, S., Das, D., Guru, P. K., Kaviraj, M., . . . Nayak, A. K. (2020). Non-target effect of bispyribac sodium on soil microbial community in paddy soil. *Ecotoxicology and Environmental Safety, 189*. doi:ARTN 110019 10.1016/j.ecoenv.2019.110019

Lahm, G. P., Stevenson, T. M., Selby, T. P., Freudenberger, J. H., Cordova, D., Flexner, L., . . . Benner, E. A. (2007). Rynaxypyr (TM): A new insecticidal anthranilic diamide that acts as a potent and selective ryanodine receptor activator. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters, 17*(22), 6274-6279. doi:10.1016/j.bmcl.2007.09.012

Mahapatra, B., Adak, T., Patil, N. K. B., Pandi, G. P. G., Gowda, G. B., Jambhulkar, N. N., . . . Jena, M. (2017). Imidacloprid application changes microbial dynamics and enzymes in rice soil. *Ecotoxicology and Environmental Safety, 144*, 123-130. doi:10.1016/j.ecoenv.2017.06.013

Meher, S., Saha, S., Tiwari, N., Panneerselvam, P., Munda, S., Mahapatra, A., & Jangde, H. K. (2021). Herbicide-Mediated Effects on Soil Microbes, Enzymes and Yield in Direct Sown Rice. *Agricultural Research*. doi:10.1007/s40003-020-00536-6

Mishra, S., & Behera, N. (2008). Amylase activity of a starch degrading bacteria isolated from soil receiving kitchen wastes. *African Journal of Biotechnology, 7*(18), 3326-3331.

Mobley, H. L. T., & Hausinger, R. P. (1989). Microbial Ureases - Significance, Regulation, and Molecular Characterization. *Microbiological Reviews, 53*(1), 85-108. doi:Doi 10.1128/Mmbr.53.1.85-108.1989

Nannipieri, P. (1994). The potential use of soil enzymes as indicators of productivity, sustainability and pollution. In C. E. D. Pankhurst, B. M. & V. V. S. R. G. Gupta, P. R.d (Eds.), *Soil biota: management in sustainable farming systems.* (pp. 238-244). East Melbourne: CSIRO.

Oerke, E. C. (2006). Crop losses to pests. *Journal of Agricultural Science, 144*, 31-43. doi:10.1017/S0021859605005708

Pérez, A. P., & Eugenio, N. R. (2018). Status of local soil contamination in Europe. In: Publications Office of the EU: Luxemburgo.

Pimentel, D. (2009). Pesticides and Pest Control. In R. Peshin & A. K. Dhawan (Eds.), *Integrated Pest Management: Innovation-Development Process: Volume 1* (pp. 83-87). Dordrecht: Springer Netherlands.

Raimondo, E. E., Aparicio, J. D., Briceno, G. E., Fuentes, M. S., & Benimeli, C. S. (2019). Lindane Bioremediation in Soils of Different Textural Classes by an Actinobacteria Consortium. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 19*(1), 29-41. doi:10.1007/s42729-018-0003-7

Ramudu, A. C., Mohiddin, G. J., Srinivasulu, M., Madakka, M., & Rangaswamy, V. (2011). Impact of fungicides chlorothalonil and propiconazole on microbial activities in groundnut (Arachis hypogaea L.) soils. *International Scholarly Research Notices, 2011*.

Sahu, M., Adak, T., Patil, N. B., Pandi, G. G. P., Gowda, G. B., Yadav, M. K., . . . Jena, M. (2019). Dissipation of chlorantraniliprole in contrasting soils and its effect on soil microbes and enzymes. *Ecotoxicology and Environmental Safety, 180*, 288-294. doi:10.1016/j.ecoenv.2019.05.024

Satapute, P., Kamble, M. V., Adhikari, S. S., & Jogaiah, S. (2019). Influence of triazole pesticides on tillage soil microbial populations and metabolic changes. *Science of the Total Environment, 651*, 2334-2344. doi:10.1016/j.scitotenv.2018.10.099

Satapute, P. P., & Kaliwal, B. B. (2018). Burkholderia Sp. Strain BBK_9: A Potent Agent for Propiconazole Degradation. In E. D. Bidoia & R. N. Montagnolli (Eds.), *Toxicity and Biodegradation Testing* (pp. 87-103). New York, NY: Springer New York.

Silva, V., Mol, H. G. J., Zomer, P., Tienstra, M., Ritsema, C. J., & Geissen, V. (2019). Pesticide residues in European agricultural soils - A hidden reality unfolded. *Science of the Total Environment, 653*, 1532-1545. doi:10.1016/j.scitotenv.2018.10.441

Simpson, J. R., & Freney, J. R. (1988). Interacting processes in gaseous nitrogen loss from urea applied to flooded rice fields. In E. Pushparajah, A. Husin, & A. T. Bachik (Eds.), *Proceedings of international symposium on urea technology and utilization* (pp. 281–290). Kuala Lumpur: Malaysian Society of Soil Science.

Simpson, J. R., Freney, J. R., Wetselaar, R., Muirhead, W. A., Leuning, R., & Denmead, O. T. (1984). Transformations and Losses of Urea Nitrogen after Application to Flooded Rice. *Australian Journal of Agricultural Research, 35*(2), 189-200. doi:Doi 10.1071/Ar9840189

Singer, M. J., & Ewing, S. (2000). Soil quality In M. E. Sumner (Ed.), *Handbook of soil science* (pp. 271–298). Boca Raton, FL: CRC.

Stolte, J., Tesfai, M., Oygarden, L., Kvaerno, S., Keizer, J., Verheijen, F., . . . Hessel, R. (2016). *Soil threats in Europe: status, methods, drivers*

and effects on ecosystem services: deliverable 2.1 RECARE project (9279540181). Retrieved from

Sun, Y. B., Wang, L., Xu, Y. M., Liang, X. F., & Zheng, S. N. (2020). Ecotoxicological Effect of Mesotrione on Enzyme Activity and Microbial Community in Agricultural Soils. *Applied Ecology and Environmental Research, 18*(2), 3525-3541. doi:10.15666/aeer/1802_35253541

Tao, L., & Yang, H. (2011). Fluroxypyr biodegradation in soils by multiple factors. *Environmental Monitoring and Assessment, 175*(1-4), 227-238. doi:10.1007/s10661-010-1508-2

Tejada, M., Garcia, C., Hernandez, T., & Gomez, I. (2015). Response of Soil Microbial Activity and Biodiversity in Soils Polluted with Different Concentrations of Cypermethrin Insecticide. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 69*(1), 8-19. doi:10.1007/s00244-014-0124-5

Trasar-Cepeda, C., Leiros, M. C., Seoane, S., & Gil-Sotres, F. (2000). Limitations of soil enzymes as indicators of soil pollution. *Soil Biology & Biochemistry, 32*(13), 1867-1875. doi:Doi 10.1016/S0038-0717(00)00160-7

Wang, F. H., Li, X. Y., Zhu, L. S., Du, Z. K., Zhang, C., Wang, J., . . . Lv, D. D. (2018). Responses of Soil Microorganisms and Enzymatic Activities to Azoxystrobin in Cambisol. *Polish Journal of Environmental Studies, 27*(6), 2775-2783. doi:10.15244/pjoes/81086

Wang, J. J., Zhang, H. W., Zhang, X. L., Qin, S. H., Tan, H. B., & Li, X. Y. (2013). Effects of long-term chlorimuron-ethyl application on the diversity and antifungal activity of soil Pseudomonas spp. in a soybean field in Northeast China. *Annals of Microbiology, 63*(1), 335-341. doi:10.1007/s13213-012-0479-7

Wang, X. H., Lu, Z. B., Miller, H., Liu, J. H., Hou, Z. G., Liang, S., . . . Borch, T. (2020). Fungicide azoxystrobin induced changes on the soil microbiome. *Applied Soil Ecology, 145*. doi:ARTN 103343 10.1016/j.apsoil.2019.08.005

Xiong, M. H., Hu, Z. G., Zhang, Y., Cheng, X. S., & Li, C. Y. (2013). Survival of GFP-tagged Rhodococcus sp D310-1 in chlorimuron-ethyl-contaminated soil and its effects on the indigenous microbial community. *Journal of Hazardous Materials, 252*, 347-354. doi:10.1016/j.jhazmat.2013.02.054

Zantua, M. I., & Bremner, J. M. (1977). Stability of urease in soils. *Soil Biology & Biochemistry, 9*, 135–140.

Zhang, C., Wang, J., Zhang, S., Zhu, L. S., Du, Z. K., & Wang, J. H. (2017). Acute and subchronic toxicity of pyraclostrobin in zebrafish (Danio rerio). *Chemosphere, 188*, 510-516. doi:10.1016/j.chemosphere.2017.09.025

Zhang, C., Zhou, T. T., Zhu, L. S., Juhasz, A., Du, Z. K., Li, B., . . . Sun, Y. (2019). Response of soil microbes after direct contact with pyraclostrobin

in fluvo-aquic soil. *Environmental Pollution, 255*. doi:ARTN 113164 10.1016/j.envpol.2019.113164

Zhang, F. W., Qiao, Z. H., Yao, C. T., Sun, S., Liu, W. T., & Wang, J. X. (2021). Effects of the novel HPPD-inhibitor herbicide QYM201 on enzyme activity and microorganisms, and its degradation in soil. *Ecotoxicology, 30*(1), 80-90. doi:10.1007/s10646-020-02302-4

Zhang, H. B., Luo, Y. M., Zhao, Q. G., Wong, M. H., & Zhang, G. L. (2006). Residues of organochlorine pesticides in Hong Kong soils. *Chemosphere, 63*(4), 633-641. doi:10.1016/j.chemosphere.2005.08.006

Zhang, W., Jiang, F., & Ou, J. (2011). Global pesticide consumption and pollution: with China as a focus. *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences, 1*(2), 125.

Zhou, S. P., Duan, C. Q., Wang, X. H., Michelle, W. H. G., Yu, Z. F., & Fu, H. (2008). Assessing cypermethrin-contaminated soil with three different earthworm test methods. *Journal of Environmental Sciences, 20*(11), 1381-1385. doi:Doi 10.1016/S1001-0742(08)62236-6

Zhu, J. W., Zhao, Y., Li, X. L., & Chen, W. H. (2018). Effects of Chlorimuron-Ethyl on Soil Microorganisms and Enzyme Activities under Moderate Salt Stress. *Fresenius Environmental Bulletin, 27*(4), 2358-2365. Retrieved from <Go to ISI>://WOS:000430372900048



FEN BİLİMLERİ VE MATEMATİKTE ARAŞTIRMA VE DEĞERLENDİRMELER

MAYIS,2021

CİLT I



EDİTÖRLER

DOÇ.DR. MEHMET YÜKSEL

DR. ONUR KARAMAN

YAZARLAR

SİNEM ÇOLAK
ALPER ÇETİNEL
BURAK KOÇAK
GÖKHAN MUTLU
DİDEM TETİK KÜÇÜKELÇİ
MUSTAFA BATUHAN KURT
ARZU CANSARAN
EMRE KARAOĞLAN
ÖZLEM ALPTEKİN
ÜMRAN ALAN
DUDU DEMİR

gece kitaplığı

İmtiyaz Sahibi / Publisher • Yaşar Hız
Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • Eda Altunel
Kapak & İç T asarım / Cover & Interior Design • Gece Kitaplığı
Editörler / Editors • Doç. Dr. Mehmet YÜKSEL
Dr. Onur Karaman
Birinci Basım / First Edition • © Mayıs 2021
ISBN • 978-625-7411-82-0

© copyright
Bu kitabın yayın hakkı Gece Kitaplığı'na aittir.
Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.

The right to publish this book belongs to Gece Kitaplığı.
Citation can not be shown without the source, reproduced in any way without permission.

Gece Kitaplığı / Gece Publishing
Türkiye Adres / Turkey Address: Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1. Sokak Ümit Apt. No: 22/A Çankaya / Ankara / TR
Telefon / Phone: +90 312 384 80 40
web: www.gecekitapligi.com
e-mail: gecekitapligi@gmail.com

Baskı & Cilt / Printing & Volume
Sertifika / Certificate No: 47083

FEN BİLİMLERİ VE MATEMATİKTE ARAŞTIRMA VE DEĞERLENDİRMELER

Cilt I

EDİTÖR
DOÇ.DR. MEHMET YÜKSEL
DR. ONUR KARAMAN

gece kitaplığı

İÇİNDEKİLER

Bölüm 1
GAZ KROMATOGRASİ ANALİZLERİNDE KULLANILAN TÜREVLENDİRME UYGULAMALARININ İNCELENMESİ
Sinem ÇOLAK.....1

Bölüm 2
YARİİLETKEN KUPROZ OKSİT (CU2O): ÖZELLİKLERİ, ÜRETİMİ VE UYGULAMALARI
Alper ÇETİNEL.....19

Bölüm 3
HERBİSİT, İNSEKTİSİT VE FUNGİSİTLERİN TOPRAKTA ÜREAZ AKTİVİTESİNE OLAN ETKİLERİNE GENEL BİR BAKIŞ
Burak KOÇAK 43

BÖLÜM 4
KUANTUM GRAFLARI
Gökhan MUTLU 61

Bölüm 5
BAZI EĞRİSELLİK ÖLÇÜLERİNİN BAZI DOĞRUSAL OLMAYAN REGRESYON MODELLERİNE UYGULANMASI
Didem TETİK KÜÇÜKELÇİ.....79

Bölüm 6
FLEKSO BASKI SİSTEMİ ANA BİLEŞENLERİ VE BASILABİLİRLİĞE ETKİ EDEN FAKTÖRLER
Mustafa Batuhan KURT.....97

Bölüm 7
COVİD 19 SALGINI EKSENİNDE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE TÜRKİYE
Arzu CANSARAN.....115