



## Effect of Some Fungicides on Soil Biological Activities in Laboratory Conditions

Çiğdem KÜÇÜK<sup>1,\*</sup>, Derya YEŞİLORMAN<sup>1</sup>, Cenap CEVHERİ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Harran University, Faculty of Sciences and Arts, Department of Biology, 63300 Şanlıurfa, Türkiye, ckucuk@harran.edu.tr

dyesilormann@hotmail.com, ccevheri@harran.edu.tr

### Abstract

The effects of mancozeb, carbendazim and tebuconazole on soil microbial populations, soil respiration, catalase and urease enzyme activities were determined through a 40 day incubation period in laboratory conditions. Soil sampling was carried out after 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 and 40 days of incubation. Soil respiration showed fluctation with kind of the fungicide. Soil respiration, catalase and urease activity were significantly ( $p<0.05$ ) affected from the fungicides. Enumeration of the soil microorganisms were made on different selective media. The mancozeb from fungicides used in this study increased the number of fungi at 20th day of incubation period. Carbendazim increased the number of actinomycetes at 20th day of incubation period and the number of total bacteria was increased at 40th day of incubation period. In this study, in the soils amended with mancozeb, tebucozole and carbendazim in 40th day of incubation period observed urease activity, but stimulation in the activity was recorded in 25th day of incubation period. It was concluded that fungicide applications affect soil microbial population, soil respiration, catalase activity and urease activity.

**Keywords:** Fungicide, Soil Microflora, Catalase, Urease, Soil Respiration.

\* Corresponding Author

Received: 11 April 2016

Accepted: 26 December 2016

## **Laboratuvar Koşullarında Toprak Biyolojik Aktivitesine Bazı Fungisidlerin Etkisi**

### **Özet**

Laboratuvar koşullarında karbendazim, mankozeb ve tebukonazol'ün toprak solunumu, toprağın mikrobiyal popülasyonu, katalaz ve üreaz enzim aktiviteleri üzerine etkileri 40 günlük inkübasyon süresince belirlenmiştir. Toprak örnekleri inkübasyonun 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 ve 40. günlerinde alınmıştır. Toprak solunumu, katalaz ve üreaz aktivite fungusidlerden önemli olarak etkilenmiştir. Toprak mikroorganizmalarının sayımı farklı seçici ortamlarda yapılmıştır. Çalışmada kullanılan fungusidlerden mankozeb, inkübasyon periyodunun 20. gününde fungi sayısını arttırmıştır. Karbendazim kullanıldığında ise; inkübasyon periyodunun 20. gününde aktinomiset sayısı, inkübasyonun 40. gününde ise toplam bakteri sayısında artış belirlenmiştir. Çalışmamızda, topraklara uygulanan karbendazim, mankozeb ve tebukonazol 40 günlük inkübasyon süresi boyunca üreaz aktivitesini etkilemiş ve inkübasyon süresinin 25. gününde üreaz aktiviteyi stimüle etmiştir. Sonuçlar fungusid uygulamalarının toprak mikrobiyal popülasyonu, toprak solunumu, katalaz aktivite ve üreaz aktiviteyi etkilediğini göstermiştir.

*Anahtar Kelimeler:* Fungisid, Toprak Mikroflora, Katalaz, Üreaz, Toprak Solunumu.

### **1. Giriş**

Yoğun ve bilinçsiz kullanımları ile uygulanan pestisidlerin, kendisinin veya dönüşüm ürünlerinin gıdalarda, toprak, su ve havada kaldığı bilinmektedir [1]. Toprak içine karışan pestisidler; su vasıtasıyla toprak yüzeyine taşınarak buradan da havaya taşınmakta çevre kirliliğine neden olmaktadır [2]. Toprak yapısı, kil tipi ve miktarı, organik madde içeriği, demir ve alüminyum oksit içeriği, pH ve topraktaki mikroorganizma türlerinin; pestisidlerin toprak üzerindeki etkilerini etkilediği yapılan çeşitli çalışmalarla da belirlenmiştir [3-6].

Mankozebe; karbamat pestisidlerinin alt sınıfı olan dithiocarbamatlar grubuna girmektedir. Mankozebe birçok meyve, sebze ve tarla ürünlerinde fungal hastalıklara

karşı geniş spektrumlu etki gösteren fungusid olarak tanımlanmıştır [7]. Mankozebin; pamuk, mısır, ayçiçeği, sorgum, yerfıstığı, domates ve tahılların tohum uygulamaları için yaygın olarak kullanıldığı bildirilmiştir [8]. Sürekli mankozeb kullanılan soğan tarlalarında bulunan *Botrytis squamosa* izolatının, mankozeb uygulanmayan tarlalardan izole edilenlere göre mankozebe daha dirençli olduğu tespit edilmiştir [9]. Delen ve Tosun tarafından yapılan çalışmada; Ege ve Akdeniz Bölgeleri seralarından izole edilen *Botrytis cinerea* izolatlarının mankozeb ve thirama dirençlilik kazandıkları saptanmıştır [10].

Karbendazimin sebzelerde, buğday ve yulafta yaşlanmayı geciktirici, tohumda dormansiyi kırıcı etkisinin olduğu Tripathi ve arkadaşları tarafından saptanmıştır [11]. Karbendazimin meyve, sebze, hububat, süs bitkileri ve bağda birçok hastalığı önleyen sistematik bir fungusid olduğu, bitkilerin kökleri ve yeşil dokuları ile karbendazim'i absorbe edildiği bildirilmiştir [11]. Karbendazim yaygın olarak kullanılan, geniş spektrumlu bir benzimidazol mantar öldürücü ve bir benomil metabolitidir. Fungisidin; narenciye, muz, çilek, ananas da dahil olmak üzere, tahıl ve meyve bitki hastalıklarını kontrol etmek için kullanıldığı olduğu rapor edilmiştir [11].

Ekundayo yaptığı bir araştırmada bakteri, aktinomiset, fungi ve protozoa popülasyonları üzerine on bir fungusidin etkisini araştırmış, protozoa ve funginin bakteri ve aktinomisete göre fungusidlere çok daha hassas olduğunu belirlemiştir [12].

Kullanılabilir organik C bileşiklerinde; toprak mikrobiyal popülasyonlarının etkinliği, toprak solunumunun ölçülmesiyle belirlenmektedir [1,3,8]. Stres ve olumsuz toprak koşullarında, mikrobiyal popülasyon daha fazla enerji harcadığından mikrobiyal etkinliğin azaldığı tespit edilmiştir [13]. Ayrıca substrat varlığı ve zıt abiyotik faktörlerin mikrobiyal popülasyonun dağılımında da değişikliklere neden olabildiği tespit edilmiştir [13].

Dığrak ve arkadaşları, fungusitlerden antrakol, dithane, ridomil ve rivaman fungusidlerinin toprak mikroorganizmaları üzerindeki etkilerini araştırmışlardır [14]. Araştırmacılar, reldan ve basudin insektisidlerinin toplam canlı bakteri, anaerobik bakteri, maya ve küf sayısını olumsuz olarak etkilediğini tespit etmişlerdir. Girvan ve arkadaşları ise, pestisit uygulamasının bakteri sayısı ve kalıtımında önemli bir değişime

yol açmadığını, fakat topraktaki bakteri biyoçeşitliliğinde değişmeye neden olduğunu belirtmişlerdir [15].

Toprak ekosisteminin stabilite ve verimliliği, toprak mikroorganizmaları ve onların aktivitelerine bağlıdır. Bunun için, toprak mikrobiyal komünitelerinde pestisidlerin yan etkilerinin değerlendirilmesi çok önemlidir. Bu amaçla Şanlıurfa ve çevresinde tarım yapılan alanlarda yaygın olarak kullanılan Tebukonazol, Mankozeb ve Karbendazim fungisidlerinin toprak mikroorganizmaları ve toprağın bazı biyolojik aktiviteleri üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışma laboratuvar koşullarında yürütülmüştür.

## **2. Materyal ve Metot**

Toprak örnekleri, Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüsü'nde daha önce hiç ekim yapılmamış ve fungisid ile kirletilmemiş bir alanından 0-30 cm derinlikten alınmıştır. Alınan toprak örneği GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nün Toprak Analiz laboratuvarında analiz edilmiştir. Analiz sonucunda toprak örneğinin organik madde kapsamı %1.71, pH'sı 7.74, kireç içeriği %21.6, tuz içeriği 2.45 mmhos/cm olup, potasyum içeriği 97.2 kg/da, azot içeriği %0.18 olarak belirlenmiştir. Toprak bünyesinin ise killi (c) tekstür gösterdiği tesbit edilmiştir.

Çalışmada Şanlıurfa yöresinde yaygın olarak kullanılan fungisidlerden Tebicur 2DS (%2 Tebuconazole içeren), Carbendazim (%50 W/W oranında etken maddesi Methyl 1 H enzimidazol 1-2-yl carbendazim) ve Mankozeb (%80 Wp aktif maddeli) kullanılmıştır. İçlerine polietilen torba yerleştirilen 1 kg'lık saksılara 2 mm gözenekli elekten elenmiş, mutlak kuru madde ağırlık ilkesine göre 500 g toprak saksılara konulmuştur. Fungisidler, prospektüslerinde belirtilen miktarda ayrı ayrı toprağa ilave edilmiş ve iyice karıştırılmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 paralelli olarak kurulmuştur. Saksılar periyodik olarak tartılmış ve nem düzeyleri %60 tarla kapasitesinde olacak şekilde saksılara su eklenmiştir. Bütün saksılara 200 ppm  $\text{NH}_4 - \text{N}(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  ilave edilmiştir. Hazırlanan topraklar 28°C'de 40 gün süre ile inkübe edilmiştir. Kontrol olarak fungisid uygulanmamış topraklar kullanılmıştır. Denemenin 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 ve 40. günlerinde toprak örnekleri alınmıştır. Örneklerin mikrobiyolojik özellikleri incelenmiştir.

Toprak örneklerinde biyolojik aktivitenin bir ölçüsü olan CO<sub>2</sub> oluşumu lsermayer yöntemine göre yapılmıştır [16]. Bu yöntemde, 24 saat 25°C'de inkübe edilmiş örneklerden salınan CO<sub>2</sub>, Ba(OH)<sub>2</sub> ile tutularak, fenolfitalein indikatörü eklenmiş HCl ile titre edilmiştir. Sonuç mg CO<sub>2</sub>/50 g kuru toprak örneği cinsinden verilmiştir [16].

Katalaz enzim aktivitesi için; 5 g toprak örneği tartılmış, üzerine 10 ml fosfat tampon çözeltisi ilave edilerek 10 dakika bekletilmiştir. Küçük cam tüplere 3 ml %30'luk H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> konularak toprakların üzerine dökülmeyecek şekilde kavanozlara yerleştirilmiştir. Kavanozların ağızları lastik tıpa ile kapatılmış ve Scheibler kalsimetresine bağlanmıştır. Kavanoz eğilerek H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'in toprağa dökülmesinden sonra 3 dakika çalkalanarak oksijen çıkışı ml olarak belirlenmiştir. Kontrol örneklere %0.3'lük sodyum azid eklenmiş, işlemler aynen tekrarlanmıştır. Sonuç ml O<sub>2</sub>/g toprak olarak verilmiştir [17].

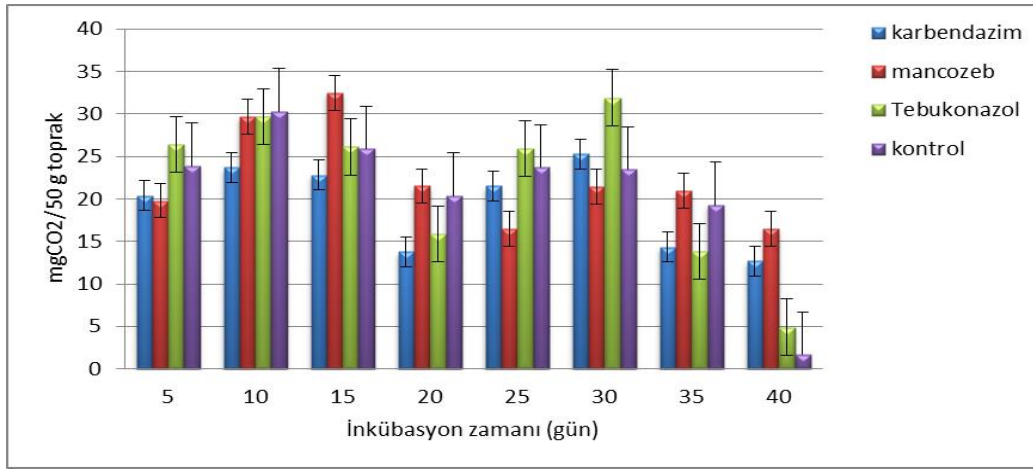
Üreaz enzim aktivitesi için; 100 ml'lik ölçü balonuna eklenen toprak örneği üzerine, 2 ml toluen, 10 ml üre (%10) eklenmiş ve 15 dakika beklenmiştir. Daha sonra içeriğe, 20 ml sitrat çözeltisi eklenmiş, 37°C'de 3 saat inkübe edilmiştir. Örnekler inkübasyon süresi sonunda Whatman filtre kâğıdından süzülmüştür. Elde edilen filtratın 1 ml'sine sodyum fenolat, sodyum hipoklorit eklenmiştir. İçerik 20 dakika bekletilmiştir. Oluşan mavi renk 578 nm'de spektrofotometrede okunmuştur [4]. Sonuçlar mg N/100 g toprak cinsinden hesaplanmıştır.

İnkübasyon süresince fungusidli ve kontrol olarak hazırlanan topraklardan 10'ar gram toprak örnekleri alınmış, 90 ml steril edilmiş distile su kullanılarak 10<sup>7</sup>'e kadar dilüsyonlar hazırlanmıştır. Dilüsyonlardan alınan örnekler hazırlanan katı besiyerlerine ekilmiştir. Sonuçlar 1g fırın kuru topraktaki mikroorganizma sayısı olarak incelenmiştir [4]. Toplam canlı bakteri sayısı Plate Count Agar (PCA) besiyerinde belirlenmiştir [18]. 30 °C'de 48 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresi sonunda gelişen koloniler sayılmıştır. Aktinomiset sayımı; sikloheksimit (%1.25 w/v) ve rifampisin (5 µg/ml) ilave edilmiş Aktinomiset İzolasyon Agar dökme plak metodu ile yapılmıştır [18]. Petri kutuları 30°C'de 2-3 gün süre ile inkübe edilmiş. Maya ve küf sayımı ise Patates

Dektroz Agar'da (PDA) belirlenmiştir [18]. İnkübasyon süresi sonunda gelişen koloniler sayılmıştır.

### 3. Sonuçlar ve Tartışma

Fungisidlerin toprak yüzeylerine veya toprak kökenli fungal patojenlere karşı bitkilere uygulanmalarının toprak sağlığı üzerinde önemli etkiye sahip olduğu Bending ve arkadaşları tarafından bildirilmiştir [19]. Solunumun, pestisit ve topraklara uygulanan ksenobiyotiklerin toprakların karbon transformasyon proseslerindeki değişikliklerin değerlendirilmesini sağlayan mikrobiyal aktivite özellikleri arasında en sık kullanılan özellik olduğu rapor edilmiştir [20]. Çalışmamızda fungusid çeşidine bağlı olarak CO<sub>2</sub> çıkışında (solunum) değişiklikler belirlenmiştir. Tüm uygulamalarda inkübasyon süresinin 10. gününde artış görülmüştür. Toprak örneklerindeki mikrobiyal aktivite ve organik madde ayrışmasına bağlı CO<sub>2</sub> çıkışı, test edilen fungusidlere göre farklılık göstermiştir (Şekil 1).



**Şekil 1.** Karbendazim, mankozeb ve tebukonazol uygulamalarının toprak solunumuna etkisi

İnkübasyon süresi içinde CO<sub>2</sub> oluşumundaki azalışın, toprakta faaliyet gösteren mikroorganizmaların toprağa uygulanan fungusidlerden dolayı inhibe edilmesinden kaynaklanabileceğini göstermektedir. Zamana bağlı olarak CO<sub>2</sub> çıkışında düşüş belirlenmiştir. İnkübasyon süresi başlangıcında mikroorganizmalar topraktaki kolay ayrışabilir organik maddeleri hızla ayrıştıktıklarından, CO<sub>2</sub> çıkışının daha fazla olduğu, ortamda ayrışması güç olan madde miktarının artması, toksik bileşiklerin ortamda

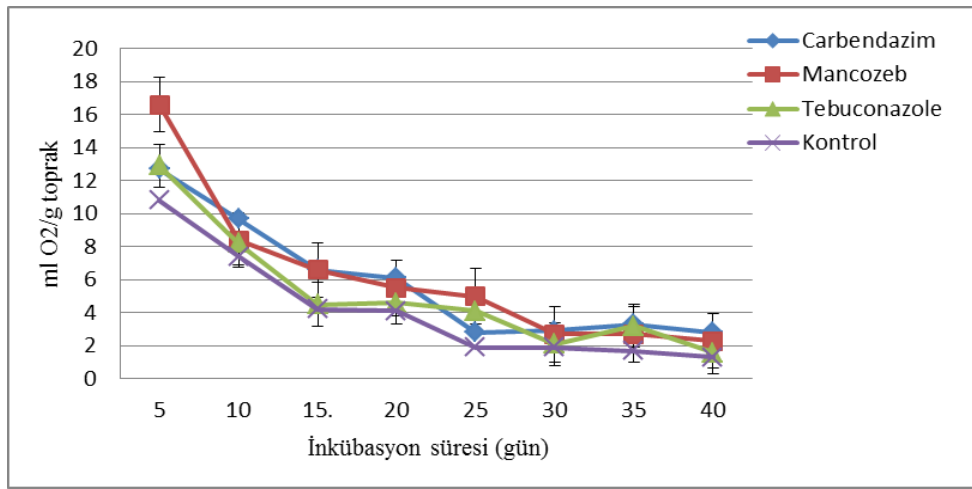
birikmesi, ortam koşullarındaki değişiklik veya besin maddesinin ortamda azalması nedeniyle mikrobiyal aktivite ve ona bağlı olarak CO<sub>2</sub> çıkışının azaldığı Yan ve arkadaşları tarafından da açıklanmıştır [21]. Bu sonuç bizim çalışmalarımızı desteklemektedir.

Pestisitlerin içeriğindeki bazı bileşikleri kullanabilen, fungusidleri parçalayan mikroorganizmaların toprakta solunum oranının (CO<sub>2</sub> oranının) arttığı Chen ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada rapor edilmiştir [3]. Çalışmamızda test edilen üç fungusidin CO<sub>2</sub> çıkışının, kontrol uygulamaya göre inkübasyon süresi boyunca arttırdığı belirlenmiştir. Benzer olarak Cernohlavkova ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada da, topraklara uygulanan mankozebin toprakta CO<sub>2</sub> çıkışını arttırdığı saptanmıştır [22]. Strickland ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada tebukonazol uygulamasından sonra mikrobiyal biyomastan önemli bir düşüş belirlenmemesine rağmen, Cycon ve arkadaşları ise çalışmalarında tebubonazole uygulamasından sonra toprakta mikrobiyal biyomas ve CO<sub>2</sub> çıkışında düşüş belirlemişlerdir [8,23]. Çalışmamızda ise, Tebuconazol uygulamasıyla CO<sub>2</sub> çıkışı önce artış göstermiş daha sonra azalmıştır (Şekil 1). Kullandığımız fungusidler ticari formülasyonlarına göre topraklara direkt uygulanmış ve karıştırılmıştır. Bu farklılıkların fungusidlerin içeriklerinden ve uygulama dozlarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Toprak solunumunda (CO<sub>2</sub> çıkışında) karbendazim uygulamasının benzer inhibitör etkisi Chen ve arkadaşları tarafından da belirtilmiştir [3]. Çalışmamızda kontrolle karşılaştığında, CO<sub>2</sub> çıkışını en fazla arttıran fungusidin mankozeb olduğu incelenmiştir. Bunu sırası ile karbendazim (%647.1) ve tebuconazol (%188.2) izlemiştir. Cernohlavkova ve arkadaşları mankozeb uygulamasının, toprak solunumunu %125 ve %137 oranında arttırdığını tespit etmişlerdir [22]. Topraklara uygulanan mankozeb ile artan solunum oranının; fırsatçı mikroorganizmaların mankozebi karbon kaynağı olarak kullanmasına veya duyarlı mikroorganizmaların ölümüyle serbest kalan organik maddelerin dolaylı kullanımından ve bu yüzden ortamda kalan mikroorganizma solunumu ile CO<sub>2</sub> çıkışının arttırdığı düşünülmektedir.

Günümüzde tarım alanında kullanılmakta olan pestisitler büyük ölçüde, sentetik kimyasallar olup, yapısal olarak doğal organik bileşiklerle benzerlikler de

göstermektedirler. Bu nedenle, pestisitlerin bir kısmı, mikroorganizmalar ve bunlar tarafından sentezlenen enzimlerin aracılık ettiği süreçler ile ayrıştırılabilmektedir [5]. Karbendazim uygulamasında en yüksek katalaz aktivitesi 5. gün (12.7 ml O<sub>2</sub>/g kuru toprak) belirlenmiştir (Şekil 2). Karbendazim uygulamasının 5. gününden sonra katalaz aktivitede düşüş olmakla birlikte dalgalanmalar belirlenmiştir. Bu durum Rasool ve Reshi'nin yaptıkları çalışmayla da benzerlik göstermektedir [24]. En düşük katalaz aktivite ise inkübasyon süresinin 25. ve 30. günlerinde tespit edilmiştir. Test edilen tüm fungusidlerde inkübasyon süresine bağlı olarak katalaz aktivitede düşüş belirlenmiştir.

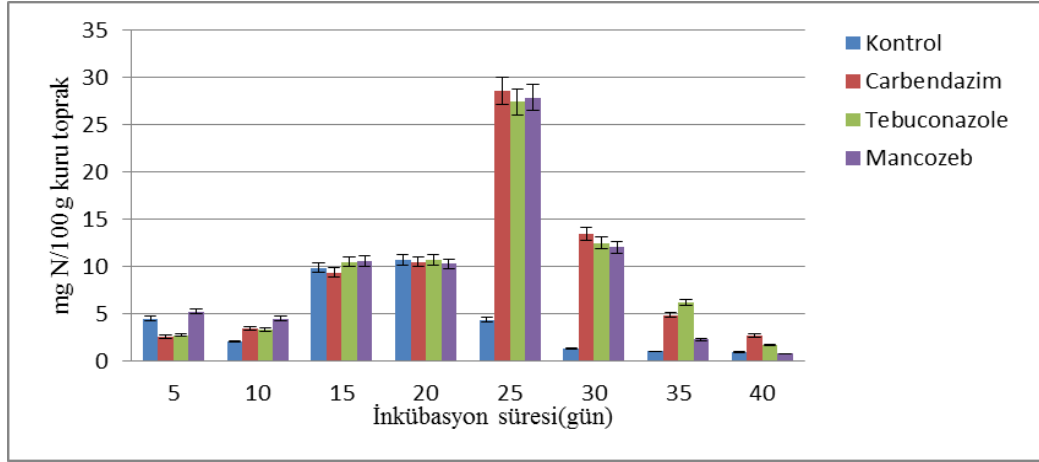


**Şekil 2.** Karbendazim, mankozeb ve tebukonazol uygulamasının toprağın katalaz enzim aktivitesi üzerine etkisi

Ekstrasellüler aktivitenin önemli bir kısmını oluşturan toprağın üreaz aktivitesinin toprağın katı komponentleri olan organik madde ve kil kolloidlerince tutulup, fikse edildiği, fakat bu enzimatik aktivitenin toprak mikroorganizmalarınca üretildiği yapılan çalışmalarda bildirilmiştir [1,13,25]. Test edilen fungusidler inkübasyon periyodu boyunca üreaz aktivitede dalgalanmalara neden olmuştur. Çalışmamızda test edilen fungusidlerin üreaz aktiviteyi inkübasyonun 25. gününde arttırdığı saptanmıştır (Şekil 3). Tabatabai, üreaz aktivitesinin fungusitlerdeki Mn ve Zn iyonlarının varlığı yüzünden inhibe olmasına, artışının ise toprak mikroorganizmalarının besin kaynağı olarak mankozebi kullanmalarına bağlamıştır [26]. Üreazın mikroorganizmalar ve bitkiler tarafından asimile edilebilen ürenin, amonyuma hidrolizi için önemli bir enzim olduğu açıklanmıştır [8]. Üreaz aktivitenin kontrole göre fungusid



uygulanmış toprakta daha yüksek olduğunu Rahman ve arkadaşları saptamışlardır [27]. Rahman ve arkadaşları tarafından açıklanan sonuçlar bizim sonuçlarımızı desteklemektedir [27].



**Şekil 3.** Karbendazim, mankozeb ve tebukonazol uygulamasının toprağın üreaz enzim aktivitesi üzerine etkisi

Mikroorganizmaların bir kısmının kendileri için yabancı olan kimyasal maddeleri, metabolizmaları için kullandıkları bilinmektedir [14]. Pestisitlerin bir çoğunun mikroorganizmalar için yeni bileşikler olduğu, bu nedenle mikrofloranın adaptasyon eksikliğinden dolayı, başlangıçta pestisitlerin biyolojik ayrışmasının yavaş olabildiği açıklanmıştır [12]. Çalışmamızda, başlangıçta  $4 \times 10^7$  koloni/g toprak olan toplam bakteri sayısı, kullanılan fungisidlerin topraklara uygulanmalarıyla değişiklik göstermiştir (Tablo 1). Mankozeb uygulamasının toprakta inkübasyonun 40. gününde toplam bakteri sayısı  $5 \times 10^6$  koloni/g toprak, karbendazim uygulamasında  $2.9 \times 10^7$  koloni/g toprak ve tebuconazole uygulamasında ise  $8 \times 10^6$  koloni/g toprak olarak saptanmıştır. Aynı inkübasyon süresinde kontrol toprağında toplam ise bakteri sayısı  $1.3 \times 10^4$  koloni/g toprak olarak belirlenmiştir. Toplam bakteri sayısının kontrole göre artmasının topraklara uygulanan fungisidleri besin ve enerji kaynağı olarak kullanabildiklerine bağlayabiliriz. Fungisidlerle muamele edilmiş toprakta bakteriyal sayıda artış çeşitli araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir [5,8]. Bu da bizim çalışmamızı desteklemektedir. Toprak bakterilerinin sentezledikleri birtakım bileşiklerle ortamda bulunan diğer mikroorganizmaların gelişimini inhibe ederek veya antagonistik

özellikleri ile, rekabetlilik ile, ortamdaki fungusidleri besin ve enerji kaynağı olarak kullandıkları ve böylece sayılarını belli bir süre için arttırdıkları düşünülmektedir.

**Tablo 1.** Toprak mikroorganizmalarına kullanılan fungusidlerin etkisi

İnkübasyon süresi (gün)	Uygulamalar	Mikroorganizma sayısı (koloni/g toprak)		
		Toplam bakteri	Aktinomiset	Toplam fungi
0	Kontrol	$4.0 \times 10^7$	$7.2 \times 10^4$	$8.0 \times 10^5$
5	Kontrol	$12.4 \times 10^4$	$2.0 \times 10^4$	$2.1 \times 10^3$
	Mankozeb	$6.6 \times 10^4$	$2.1 \times 10^5$	$2.1 \times 10^5$
	Karbendazim	$7.8 \times 10^4$	$2.0 \times 10^4$	$7.6 \times 10^3$
	Tebuconazol	$1.9 \times 10^5$	$1.0 \times 10^4$	$5.5 \times 10^3$
10	Kontrol	$2.1 \times 10^5$	$2.5 \times 10^4$	$3.1 \times 10^5$
	Mankozeb	$5.1 \times 10^5$	$2.1 \times 10^4$	$1.4 \times 10^5$
	Karbendazim	$4.3 \times 10^5$	$1.8 \times 10^4$	$2.7 \times 10^6$
	Tebuconazol	$5.6 \times 10^4$	$1.5 \times 10^4$	$2.2 \times 10^5$
15	Kontrol	$3.6 \times 10^5$	$7.0 \times 10^3$	$5.5 \times 10^3$
	Mankozeb	$8.9 \times 10^4$	$3.6 \times 10^3$	$5.5 \times 10^3$
	Karbendazim	$3.3 \times 10^5$	$2.8 \times 10^3$	$3.1 \times 10^4$
	Tebuconazol	$4.4 \times 10^4$	$1.0 \times 10^3$	$2.0 \times 10^5$
20	Kontrol	$4.6 \times 10^7$	$4.0 \times 10^6$	$1.0 \times 10^6$
	Mankozeb	$1.9 \times 10^7$	$3.9 \times 10^6$	$1.0 \times 10^7$
	Karbendazim	$1.2 \times 10^4$	$5.5 \times 10^6$	$2.5 \times 10^6$
	Tebuconazol	$4.5 \times 10^6$	$1.7 \times 10^6$	$1.0 \times 10^6$
25	Kontrol	$2.0 \times 10^6$	$4.8 \times 10^6$	$1.0 \times 10^6$
	Mankozeb	$3.5 \times 10^6$	$5.2 \times 10^6$	$1.0 \times 10^6$
	Karbendazim	$2.5 \times 10^6$	$4.7 \times 10^6$	$1.0 \times 10^6$
	Tebuconazol	$1.0 \times 10^6$	$3.6 \times 10^6$	$1.0 \times 10^6$
30	Kontrol	$1.3 \times 10^5$	$1.5 \times 10^5$	$1.0 \times 10^4$
	Mankozeb	$6.9 \times 10^4$	$7.0 \times 10^5$	$7.0 \times 10^4$
	Karbendazim	$2.5 \times 10^5$	$6.4 \times 10^5$	$6.0 \times 10^5$
	Tebuconazol	$4.1 \times 10^5$	$6.0 \times 10^4$	$5.5 \times 10^3$
35	Kontrol	$2.0 \times 10^4$	$1.7 \times 10^5$	$4.0 \times 10^4$
	Mankozeb	$7.1 \times 10^4$	$4.8 \times 10^5$	$2.0 \times 10^4$
	Karbendazim	$8.1 \times 10^4$	$2.4 \times 10^5$	$1.3 \times 10^5$
	Tebuconazol	$2.7 \times 10^4$	$1.7 \times 10^3$	$3.1 \times 10^4$
40	Kontrol	$1.3 \times 10^4$	$6.2 \times 10^4$	$1.0 \times 10^5$
	Mankozeb	$5.0 \times 10^6$	$3.6 \times 10^5$	$2.0 \times 10^6$
	Karbendazim	$2.9 \times 10^7$	$2.8 \times 10^5$	$2.0 \times 10^2$
	Tebuconazol	$8.0 \times 10^6$	$1.0 \times 10^4$	$6.0 \times 10^4$

Pazo ve arkadaşları ise mancozebin ticari dozunun toplam fungal populasyon, denitrifiye bakteriler, aerobik diazotrafları önemli ölçüde azalttığını, buna karşılık toplam bakteri sayısı üzerinde etkili olmadığını tespit etmişlerdir [28]. Araştırmacılar bu fungusidin ticari dozuna bazı mikrobiyal grupların toleranslı olabildiğini saptamışlardır.

Belirli aralıklarla karbendazimin uygulaması toprak kökenli patojenlerin kontrolünü sağlamakla birlikte dirençlilik de oluşturmaktadır [13]. Karbendazime dirençlilik kazanan mikroorganizmaların toprakta artışıyla toprak mikroorganizmalarının dengesinin değiştiği, fungusidin inhibitör etkisinin olmadığı tespit edilmiştir [13]. Çalışmamızda ise karbendazim uygulanmış topraklarda; mikroorganizma varlığının; mikroorganizmaların ortama adaptasyon sağlamalarından dolayı olduğu düşünülmektedir. Karbendazimi içeren benzimidazol grubu fungusidlerin uygulanmasından bir süre sonra, ortamdaki mikroorganizmaların bir kısmı dayanıklılık kazanmışlardır [23]. Magarey ve Bull topraklarda toplam fungi, aktinomiset ve *Pseudomonas* bakterilerinin sayısını mancozeb uygulamasının düşürdüğünü, fakat bakteriyal populasyonun arttığını saptamışlardır [30]. Yapılan çalışmalarda araştırmacılar, mancozeb uygulamasının bakterilerin gelişimini stimüle ettiğini, fungal ve aktinomiset populasyonlarında azalıştan dolayı bakteri sayısının artışının besin için azalan rekabetlilikten kaynaklanabileceğini vurgulamışlardır [3,12,22,28,30].

Sonuç olarak; tarımsal zararlılarla mücadelede fungusidlerden vazgeçmek mümkün değildir. Kullanılacak fungusidlerin toprak mikroorganizmaları üzerine etkileri dikkate alınarak, mikroorganizmalar üzerine toksik olmayan, mikroorganizmalar tarafından hızlı ayrıştırmaları ile çevrede kalıntı bırakmayanların kullanımı sonucu çevre kirliliği önlenecektir. Böylece toprak verimliliği sürdürülecektir.

### **Teşekkür**

Çalışma Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı (HÜBAK) tarafından desteklenmiştir.

## Kaynaklar

- [1] Munoz-Leoz, B., Ruiz-Romera, E., Antigüedad, I., Garbisu, C., *Tebuconazole application decreases soil microbial biomass and activity*, Soil Biology and Biochemistry, **43**, 2176-2183, 2011.
- [2] Tiryaki, O., *Pestisid kullanımı ve Gıda Güvenliği*, Gıda Güvenliği Dergisi, **1**, 2-9, 2011.
- [3] Chen, S. K., Edwards, C. A., Subler, S., *Effects of the fungicides benzomyl, captan and chlorothalonil on soil microbial activity and nitrogen dynamics in laboratory incubations*, Soil Biology & Biochemistry, **33**, 1971-1980, 2001.
- [4] Haktanır, K., *Toprak biyolojisi*, A.Ü. Ziraat Fak. Ders notları, Ankara, s. 85, 1991.
- [5] Martens, D. A., Bremner, J. M., *Inhibitory effects of fungicides on hydrolysis of urea and nitrification of urea nitrogen in soil*, Pesticide Science, **49**, 344-352, 1997.
- [6] Wang, Y. S., Wen, C., Chiu, T., Yen, J. H., *Effect of fungicide iprodione on soil bacterial community*, Ecotoxicology and Environmental Safety, **59**, 127-132, 2004.
- [7] Toros, S., Maden, S., *Tarımsal savaşım yöntem ve ilaçları*, A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, s. 332, Ankara, 1991.
- [8] Cycon, M., Piotrowska-Seget, Z., Kozdroj, J., *Responses of indigenous microorganisms to a fungicidal mixture of mancozeb and dimethomorph added to sandy soils*, Int. Biodeterior. Biodegrad., **64**, 316-323, 2010.
- [9] Lorbeer, J. W., Vincelli, P. C., *Efficacy of dicarboximide fungicides and fungicide combinations for control of Botrytis leaf blight of onion in New York*, Plant Disease, **74**, 235-237, 1990.
- [10] Delen, N., Toros, N., *Reduced sensitivity in Botrytis cinerea to thiram and mancozeb*, XI th International Botrytis Symposium, 23-27 June, Wageningen, p. 31, 1996.

[11] Tripathi, R. K., Vohra, K., Schkösser, E. Z., *Effect of fungicides on the physiology of plants. III. Mechanism of cytokinin like antisenescence action of carbendazim on wheat leaves*, Pflanzenerl. Pflanzenschutz, **87**, 631-639, 1980.

[12] Ekundayo, E. O., *Effect of common pesticides used in the Niger Delta basin of southern Nigeria on soil microbial populations*, Environmental Monitoring and Assessment, **89**, 35-41, 2003.

[13] Yunlong, Y., Xiaaqqang, H., Guohui, P., Yueqin, X., Hua, F., *Effects of repeated applications of fungicide carbendazim on its persistence and microbial community in soil*, J. Environmental Sci., **21**, 179-185, 2009.

[14] Dığrak, M., Kırbağ, S., Özçelik, S., *Bazı pestisidlerin toprak mikroorganizmaları üzerine etkisi*, Tr. J. Agriculture and Forestry, **20**, 165-173, 1996.

[15] Girvan, M. S., Campbell, C. D., Killham, K., Prossr, J. I., Glover, L. A., *Bacterial diversity promotes community stability and functional resilience after perturbation*, Environ. Microbiology, **7**, 301-331, 2005.

[16] Anderson, J. P. E., (Ed. A. L. Page) *Soil respiration. In: methods of soil analysis, part 2, chemical and microbiological properties*, ASA-SSSA, Madison, Winsconsin, 831-871, 1982.

[17] Arcak, S., Qmar, S. M., Haktanır, K., *Trifluralin'in toprakta nitrifikasyon ve katalaz aktivitesine etkileri*, Tarım Bilimleri Dergisi, **1**, 41-46, 1995.

[18] Pepper, I. L., Gerba, C. P., Brendecke, J. W., *Brendecke: Environmental Microbiology, A Laboratory Manual*, Academic Press, New York, 1995.

[19] Bending, G. D., Lincoln, S. D., Edmondson, R. N., *Spatial variation in the degradation rate of the pesticides isoproturon, azoxystrobin and diflufenican in soil and its relationship with chemical and microbial properties*, Environmental Pollution, **139**, 279-287, 2006.

[20] Domsch, K. H., Jabnow, G., Anderson, T. H., *An ecological concept for the assessment of side effects of agrochemicals on soil microorganisms*, Research Review, **86**, 65-105, 1983.

- [21] Yan, H., Wang, D., Dang, B., Tang, F., Wang, B., Fang, H., Yu, Y., *Dissipation of carbendazim and chloramphenicol alone and in combination and their effects on soil fungal: bacterial rations and soil enzyme activities*, Chemosphere, **84**, 634-641, 2011.
- [22] Cernohlavkova, J., Jarkovskly, J., Hofman, J., *Effects of fungicides mancozeb and dinocap on carbon and nitrogen mineralization in soils*, Ecotoxicology and Environmental Safety, **72**, 80-85, 2009.
- [23] Strickland, T. C., Potter T.I., Joo H., *Tebuconazole dissipation and metabolism in Tifton loamy sand during laboratory incubation*, Pest Mange. Sci., **60**, 703-709, 2004.
- [24] Rasool, N., Reshi, Z. A., *Effect of fungicide Mancozeb at different application rates on enzyme activities in a silt loam soil of the kashmir Himalaya, India*, Tropical Ecology, **51**, 199-205, 2010.
- [25] Moreno, J. L., Aliaga, A., Navarro, S., Hernandez, T., Garcia, C., *Effects of atrazine on microbial activity in semiarid soil*, Applied Soil Ecology, **35**, 120-127, 2007.
- [26] Tabatabai, M., *Effect of trace elements on urease activity in soils*, Soil Biology and Biochemistry, **9**, 9-13, 1997.
- [27] Rahman, M. M., Kim, T., Rhee, I., Kim, J., *Effect of the fungicide chlorothalonil on microbial activity and nitrogen dynamics in soil ecosystem*, Agric. Chem. Biotechol., **46**, 169-173, 2003.
- [28] Pazo, C., Rodales, V., Salmeron, M. V., Martinez-Toledo, G., Vele, R., *Effects of fungicides maneb and Mancozeb on soil microbial populations*, Toxicological and Environmental Chemistry, **43**, 123-132, 1994.
- [29] Köller, W., Chemical approaches to monaging plant pathogens. In: Ruberson, J. R. ed., Handbook of Pest Management Marcel Dekker, pp. 337-376, New York, 1999.

[30] Magarey, R. C., Bull, J. I., *Effect of the dithiocarbamate fungicide mancozeb on sugarcane growth and soil biology in yield decline affected soils*, Proc. Aust. Soc. Sugar Cane Technol., p. 25, 2003.