

Tarımda Kullanılan Herbisitlerin Topraktaki Enzimatik Etkileri

Çiğdem KÜÇÜK¹, *Meral ÖDEMiŞ², R. Nihal AKSOY³

¹Biyoloji/Fen Bilimleri Enstitüsü, Harran Üniversite, Türkiye

²Biyoloji/Fen Bilimleri Enstitüsü, Harran Üniversite, Türkiye

³Biyoloji/Fen Bilimleri Enstitüsü, Harran Üniversite, Türkiye

*(mrlodemis@gmail.com)

(Received:17 April 2024, Accepted: 25 April 2024)

(2nd International Conference on Scientific and Innovative Studies ICSIS 2024, April 18-19, 2024)

ATIF/REFERENCE: Küçük, Ç., Ödemiş, M. & Aksoy, R. N. (2024). Tarımda Kullanılan Herbisitlerin Topraktaki Enzimatik Etkileri. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, 8(3), 191-200.

Özet-Pestisit, tarım mahsullerinin üretimi, hasatı ve taşınması sırasında zarar veren böcekleri ve diğer zararlıları engellemek için kullanılan kimyasal maddelerdir. Ülkemizde farklı bileşimlerdeki pestisitlerden yılda kabaca 30 bin tona yakın kullanılmaktadır. Bu oran ABD'de 293000, İtalya'da 43000 ve İngiltere'de 30 bin ton olarak bilinmektedir. 1941'den günümüze kadar etkinliğini gösteren herbisitler, ekonomik olup çiftçiliği çok verimli duruma getirilmesine katkı sağlamakla beraber yabancı ot mücadelesinde çiftlikte işgücüne olan ihtiyacı azaltmaktadır. Topraklarda verilen herbisitlerin zamanla biriktirilmesi neticesinde, toprak enzimleri veya toprakta yaşayan mikroorganizmaların zarar gördüğü anlaşıp enzimlerin topraklara ulaşmasıyla kirleticilere karşı gösterdikleri tepkilerin ölçüt olarak kullanılmalarına dayanan birçok çalışma bulunmaktadır. Çalışmamızda ŞanlıUrfa ve etrafında genel olarak kullanılan herbisitlerden quizalofop-p-ethyl ve mesotrione + nicosulforan uygulamalarının topraktaki enzim aktivitelerinin etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışmada kullanılan herbisitler 4 farklı dozda uygulanmış, 90 günlük inkübasyon süreleri boyunca topraklarda meydana getirdiği mikrobiyal biyokütle β -glukosidaz, dehidrogenaz değişimler gözlenmiştir. Çalışma sonucunda, mesotrione + nicosulforan uygulanan topraklarda herbisidin artan dozları uygulandığı inkübasyonun 45. gününde β -glukosidaz aktiviteyi arttırdığı incelenmiştir. Topraklara farklı dozlarda quizalofop-p-ethyl uygulandığında ise β -glukosidaz aktivitede artış uygulanan tüm dozlarda inkübasyonun 45. gününde belirlenmiş, 60. gününden itibaren ise azaldığı saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler- Pestisit, Herbisit, İnkübasyon, Dehidrogenaz.

I. GİRİŞ

Pestisit, tarım mahsullerinin veya hayvansal gıdaların üretimi, hasatı, depolanması ya da taşınması anında zarar veren böcekleri, yabancı otları, mikroorganizmaları ve diğer zararlıları gözden geçirmeli veya bunların zararlarını engellemek üzere kullanılan kimyasal madde ya da maddeler karışımıdır (Anonim,2001). Amerikan Çevre Koruma Ajansı'na (EPA) göre ise pestisitler bitki haşerelerini engelleyen, hasar veren, geri püskürten veya indirgeyen bir madde ya da maddelerin karışımı olarak da isimlendirilmektedir. Bu biçimde pestisit denilince sadece insektisitler (böcek öldürücü ilaçlar) akla gelmemeli, beraberinde herbisitler (zararlı bitki öldürücü), fungusitler (mantar öldürücü ilaç) ve zararlıları engellemeye yarayan diğer maddeler de gözardı edilmemelidir (EPA, 2009).

Türkiye’de pestisit kullanımı II. Dünya savaşında sonra kullanılmaya başlanılmıştır, tarım ilaçlarının kullanımı da doğal olarak bununla beraber ilerleme kaydetmiştir. Ülkemizde farklı bileşimlerdeki pestisitlerden yılda kabaca 30 bin tona yakın kullanılmaktadır (TEMA,2010). Bu oran ABD’de 293000, İtalya’da 43000 ve İngiltere’de 30 bin ton olarak bilinir. Bu verilerde de görüldüğü üzere pestisit en çok tüketen ülke Amerika Birleşik Devletleri’dir. Ülkemizde bu oranla dünyadaki diğer ülkelere göre gerilerde bulunmaktadır (Delen ve ark.,2005).

1941’de 2,4-D’nin bulunması herbisit bazlı kimyasal yabancı otların kontrolünden gelişen bir hareketti(Timons,2017) , çiftçiler tahıldaki çok geniş yapraklı yabancı otların seçici ve ekonomik bir şekilde, mahsul bir zarar görmeden kontrol edebilirler. Neticede, ekonomik olan herbisitler çiftçiliği çok verimli duruma getirildi, yabancı ot mücadelesinde çiftlikte işgücüne olan ihtiyaç azalmıştır (Myers ve ark.,2016). Bazı ülkelerde herbisite karşı dayanıklı ürünlerin popüler olmasıyla beraber, tarımda kullanımı yaygın olmuştur (Bony,2016). Tarladaki ürünlerde genel olarak kullanımı artmıştır (Mesnage ve ark.,2021).

Herbisitlerin etkilerini arttırmak için bitki yüzeylerine uygulanır fakat herbisit uygulamalarından daha sonra meydana gelecek şiddetli yağışlar, herbisitlerin bazısında suda çözünerek toprağın alt tabakalarına ilerlemesi ve toprak parçacıklarına bağlanan herbisitlerinse suyla birlikte hareket etmesi hem toprak yüzeyinde hemde toprağın altında taşınarak uygulandıkları alanın dışına çıkılabileceğini belirtmiştir (Arora ve ark., 2003; Reichenberger ve ark., 2007; Başaran ve Serim, 2010).

Topraktaki mikroorganizmaların agrokimyasalların ekolojik zehirleyici etkisinin belirlenmesinde mikrobiyal nüfusun ölçülmesi için indikatör olarak mikrobiyal biyokütle karbon ve toprak enzimlerinin aktivitelerinin bilinmesi gerekir (Saha ve ark.,2016). Bu ksenobiyotiklerin toprağa uygulanmasıyla topraklarda oluşan değişimler, toprak enzim aktivitelerinin bilinmesiyle izah edilmiştir (Saha ve ark., 2016).

Topraklarda verilen herbisitlerin zamanla biriktirilmesi neticesinde, toprak enzimleri veya toprakta yaşayan mikroorganizmalar zarar görmüştür. Bu şekilde enzimlerin topraklara ulaşmasıyla kirleticilere karşı gösterdikleri tepkilerin ölçüt olarak kullanılmalarına dayanan birçok çalışma bulunmaktadır (Arcak ve ark., 1995; Gomez ve ark., 2009; Lane ve ark., 2012; Sağlık, 2009).

Çalışmamızda ŞanlıUrfa ve etrafında genel olarak kullanılan herbisitlerden quizalofop-p-ethyl ve mesotrione + nicosulforan uygulamalarının topraktaki enzim aktivitelerinin etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır ve bu kullanılan herbisitlerin 4 farklı dozda uygulanmış, 90 günlük inkübasyon süreleri boyunca topraklarda mikrobiyal biyokütle β -glukosidaz, dehidrogenazdeğişimler gözlenmiştir.

II. MATERYAL VE YÖNTEM

II.I.Materyal

II.I.I.Kullanılan Herbisitler

Çalışmamızda, Şanlıurfa tarımında yaygın olarak kullanılan herbisitlerden etken maddesi quizalofop-p-ethyl ve mesotrione + nicosulforan kullanılmıştır. Kullanılan herbisitler, Şanlıurfa’da ticari tarım ilaçları satılan bayiden alınmıştır.

II.II. Yöntem

II.II.I. İnkübasyon denemesinin kurulması

Toprak örnekleri 0-30 cm derinlikten alınmış, 2 mm gözenekli elekten elenmiştir. Topraklar mutlak kuru ağırlık ilkesine göre 500 g tartılmış ve saksılara eklenmiştir. Herbisitlerin her birinden 0, 2, 20 ve 200 μ g/g olarak topraklara eklenmiş ve karıştırılmıştır. Saksılar gerektiğinde %60 tarla kapasitesine göre distile su ile nemlendirilmiştir. Deneme 3 paralelli, tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Saksılar doğal ışık alan seraya yerleştirilmiş ve 90 gün boyunca inkübe edilmiştir. İnkübasyonun 7, 14,

21, 28, 35, 45, 60 ve 90. günlerinde her bir uygulamadan örnek alınmış ve aşağıda belirtilen analizler yapılmıştır.

II.II.II. Toprak β -ghikosidaz enzim aktivitesinin belirlenmesi

Toprak örneklerinden 1 g alınmış, 250 μ l toulen, 4ml MUB (pH 6) ve 1 ml p-nitrofenol β -D-glukozid substratı eklenerek 37 $^{\circ}$ C'de 1 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda örneklere 1 ml 0.5 M CaCl_2 ve 4 ml THAM çözeltisi eklenmiştir. İçerikler santrifüj edilmiş, süzülen örnekler 410 nm'de spektrofotometrede okunmuştur. Tüm örnekler için substrat içermeyen şahit okumalar yapılmıştır (Hoffmann ve Hofmann, 1966).

II.II.III. İstatistik analiz

Deneme sonunda elde edilen sonuçlar JMP11 istatistik programı kullanılarak analiz edilmiştir.

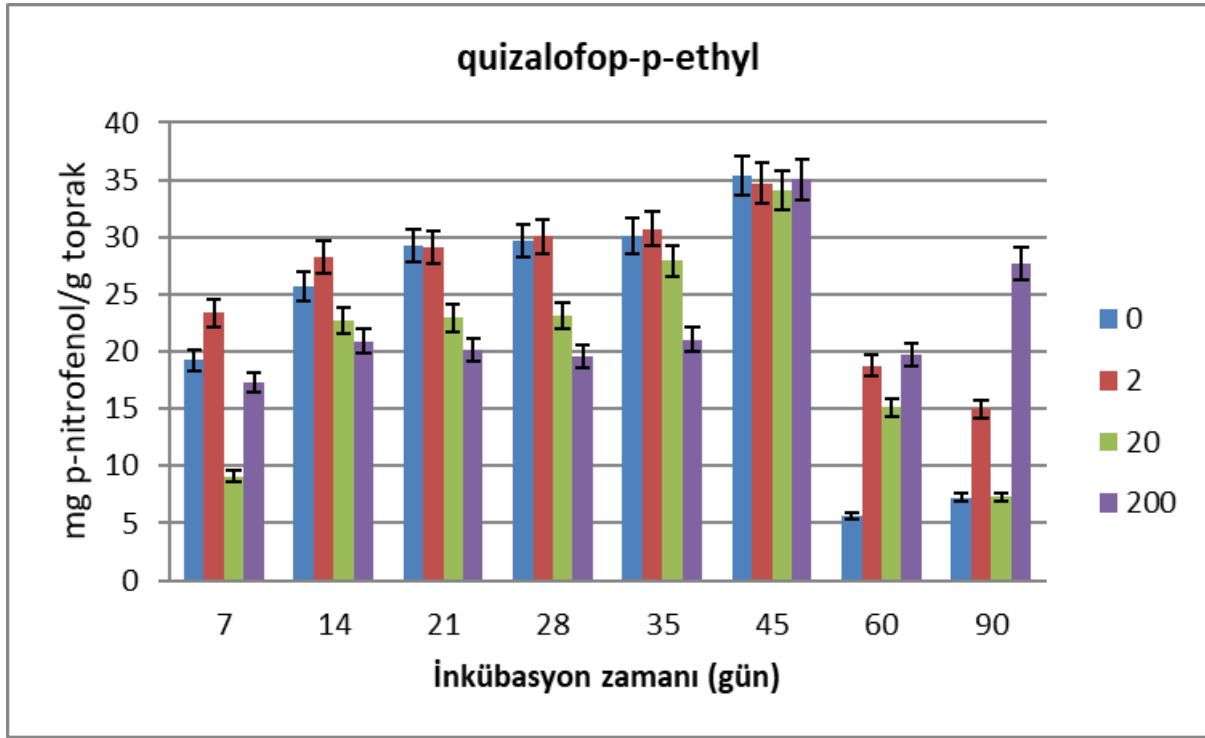
III.ARAŞTIRMA BULGULARI

III.I. Kullanılan herbisidlerin toprak β -glukosidaz enzim aktivitesi üzerine etkileri

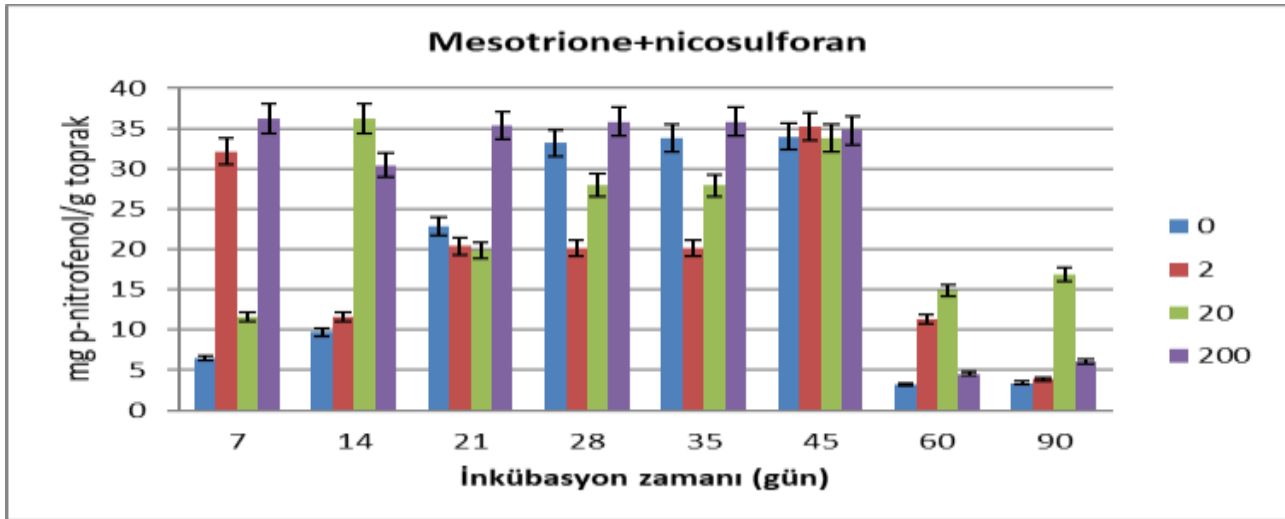
Farklı dozlarda toprağa uygulanan quizalofop-p-ethyl'in 90 günlük inkübasyon periyodu boyunca toprağın β -glokosidaz enzim aktivitesi üzerine etkileri Şekil 4.3 ve Çizelge 4.3'te verilmiştir. İnkübasyonun 45.gününde quizalofop-p-ethyl'in tüm dozları toprağın β -glukosidaz aktivitesini stimüle etmiştir (Şekil 4.3). Çizelge 4.3 incelendiğinde uygulamalar arasında en yüksek aktivite quizalofop-p-ethyl'in 2 μ g/g dozunda 26,24 mg p-nitrofenol/g toprak olarak elde edilmiştir.

Çizelge 4.1. Toprak β -glukosidaz aktivite (mgp-nitrofenol/g) üzerine quizalofop-p-ethyl'in farklı dozlarının etkisi

İnkübasyon Zamani(gün)	Uygulama dozu (μ g/g toprak)				Ortalama
	0	2	20	200	
7	19.23 R	23.36 L	9.11 V	17.26 T	17.23 F
14	25.66 K	28.21 I	22.74 N	20.91 O	24.37 E
21	29.27 G	29.12 H	22.92 MN	20.14 P	25.47 D
28	29.68 G	30.04 F	23.14 LM	19.60 Q	25.63 C
35	30.11 F	30.73 E	27.92 J	21.03 O	27.44 B
45	35.36 A	34.71 C	34.12 B	35.04 A	34.81 A
60	5.58 X	18.79 S	15.14 U	19.71 Q	14.82 G
90	7.23 W	14.96 U	7.33 W	27.70 J	14.29 G
ortalama	22.82 B	26.24 A	20.30 D	22.68 C	

Şekil 4.1. β -glukosidaz aktivite üzerine farklı dozlardaki quizalofop-p-ethylin farklı dozlarının etkisi ($\mu\text{g/g}$ toprak)

Topraklara farklı dozlarda mesotrione+nicosulforan uygulandığında toprağın β -glukosidaz aktivitesi, uygulama dozları, inkübasyon zamanı, uygulama dozu X inkübasyon zamanına göre farklılık göstermiştir (Çizelge 4.4). İnkübasyonun 7.gününde en yüksek β -glukosidaz aktivite herbisidinin 200 $\mu\text{g/g}$ dozunda alırken, 14. günde ise 20 $\mu\text{g/g}$ uygulama dozunda elde edilmiştir. Mesotrione + nicosulforan'ın uygulama dozlarının toprağın β -glukosidaz aktivitesi üzerine etkileri Şekil 4.4'de görülmektedir.

Şekil 4.2. β -glukosidaz aktivite üzerine farklı dozlardaki mesotrione+nicosulforanın etkisi ($\mu\text{g/g}$ toprak)

İnkübasyon günlerine göre en yüksek β -glukosidaz aktivite 45. günde 34.45 mg p-nitrofenol/g toprak değeri ile alınmıştır. Bunu sırası ile, inkübasyonun 35.günü 29.41 mg p-nitrofenol/g toprak, 28. günü (25.24 mg p-nitrofenol/g toprak), 21. günü (24.67 mg p-nitrofenol/g toprak), 14. günü (22 mg p-nitrofenol/g toprak), 7. günü (21.61 mg p-nitrofenol/g toprak) izlenmiştir. İnkübasyonun 60 ve 90.günlerinde aktivite düşmüştür (Çizelge 4.4). Topraklara mesotrione+nicosulforan'ın uygulanma

dozları karşılaştırıldığında ise, toprağın β -glukosidaz aktivitesini sırası ile 200 μ g/g ve 20 μ g/g dozları stimüle etmiştir.

Çizelge 4.2. Mesotrione+nicosulfuran uygulamalarının toprağın β -glukosidaz aktivitesi üzerine etkileri (mg p-nitrofenol/g toprak)

İnkübasyon zamanı (gün)	Uygulama dozları (μ g/g toprak)				ortalama
	0	2	20	200	
7	6.46 HI	32.15 AB	11.57 FGH	36.24 A	21.61C
14	9.74 GHI	11.57 FGH	36.24 A	30.44 ABC	22 C
21	22.85 CDE	20.36 DE	19.93 DE	35.36 AB	24.67 C
28	33.17 AB	20.14 DE	27.93 BCD	35.81 EF	25.24 C
35	33.76 AB	20.14 DE	27.92 BCD	35.81 AB	29.41 B
45	34.01 AB	35.22 AB	33.84 AB	34.74 AB	34.45 A
60	3.25 I	11.28 GHI	14.86 EFG	4.56 HI	8.50 D
90	3.43 HI	3.91 HI	16.93 EFG	6.06 HI	7.58 D
Ortalama	18.34 B	19.35 B	23.65 A	25.38 A	

III.II. Herbisidler, uygulama dozları ve inkübasyon dozları ve inkübasyon zamanlarının test edilen toprak mikrobiyolojik özelliklerine etkileri

Çalışmamızda kullanılan herbisidlerin uygulama dozlarının ve inkübasyon zamanının birleştirilmiş analizlerinin test edilen toprağın mikrobiyolojik özelliklerine etkileri (Çizelge 4.11) de verilmiştir. Uygulama dozları karşılaştırıldığında, dehidrogenaz aktivite dışında alkalın fosfataz, mikrobiyal biyomas karbon, β -glukosidaz ve üreaz aktiviteler üzerinde kullanılan herbisidlerin en etkili dozları 2 μ g/g toprak olarak belirlenmiştir. (Çizelge 4.11)

İnkübasyon günleri test edilen özellikler üzerinde farklı etkiler göstermiştir. İnkübasyonun 21. günü β -glukosidaz ve üreaz aktivite üzerinde etkili bulunurken, inkübasyonun 28. günü dehidrogenaz aktiviteyi, inkübasyonun 45. günü mikrobiyal biyomas karbonu ve inkübasyonun 90. günü ise alkalın fosfataz aktiviteyi stimüle etmiştir.

Çizelge 4.3. Toprak mikrobiyal biyomas ve bazı enzim aktivitelerine uygulama dozları, inkübasyon zamanı ve herbisitlerin etkileri

Uygulama (µg/g)	dozu	APA (µgpNp/100g toprak)	MBC (mgC/100 gtoprak)	Dehidrogenaz (mgTPF/gtoprak)	β-glukosidaz (mg-p-nitrofenol/gtoprak)	Üreaz (mgN/100 gtoprak)
0		11.68 B	255.44 C	28.70 A	23.92 B	29.39 AB
2		14.27 A	266.16 A	24.94 B	28.91 B	38.48 A
20		6.09 D	260.28 B	23.56 D	18.37 C	26.45 AB
200		9.83 C	247.19 D	24.80 C	18.18 C	24.75 B
İnkübasyon zamanı (gün)						
7		5.63 G	240.39 C	16.48 G	22.10 B	54.55 A
14		12.69 D	227.39 D	10.49 H	19.11 C	27.92 B
21	8.80 F	236.25 C	20.54 E	24.37 A		30.10 B
28	14.28 B	228.55 D	43.96 A	21.22 B		24.26 B
35	3.91 H	304.97 A	35.32 C	21.70 B		27.29 B
45	13.31 C	306.95 A	36.92 B	22.26 A		23.62 B
60	10.13 E	258.49 B	22.37 D	21.98 A		26.39 B
90	15.02 A	255.14 B	17.91 F	23.08 AB		24.03 B
Herbisit						
Quizalafoprop-ethyle	10.85A	235.02 B		24.15 B	23.01 A	29.45 A
Mesotrione+nicosulfuran	10.09 B	10.09 B		26.85 A	21.68 B	30.08 A

IV.TARTIŞMA

IV.I. Herbisitlerin toprak enzim aktiviteleri üzerine etkileri

Jyot ve ark. (2015) tarafından yapılan bir araştırmada, mikroorganizmalara uygulanan herbisitlerin öldürücü etkilerinin enzimatik aktiviteyi yok ettiği belirtilmiştir. Buna karşın Perucci ve Scarponi (1994)

tarafından yapılan bir araştırmada, imazethapyr herbisidinin önerilen dozdan 10 ve 100 kat fazla uygulanmasının dehidrogenaz aktiviteyi müfuz etmediği tespit edilmiştir.

Pose-Juan ve ark. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada inkübasyonun 84. gününde mesotrione ve organik atık uygulanan toprakta önemli oranda dehidrogenaz aktiviteyi arttırdığı görülmüştür. Gianfreda ve Rao (2011) ise pestisitlerin önerilendozlarının toprağın mikrobiyal aktivitesi üzerinde etkili oldukları rapor edilmiştir. Çalışmamızda da toprağa uygulanan her iki herbisid, inkübasyon günlerine göre toprağın dehidrogenaz aktivitesini azalttığı gözlenmiştir.

Topraktaki üreaz aktivitesi kil ve organik madde kolloidleri aracılığıyla fikse edilir, korunan ekstrasellüler aktivitenin mühim bir kısmını oluşturur ama bu enzimatik aktiviteleri topraktaki mikroorganizmalar aracılığıyla oluşmaktadır (Moreno ve ark., 2007). Toprağa atrazin eklendiğinde 6 saat ve 16 gün sonra topraktaki üreaz aktivitesinin değişmediği ama inkübasyonun 45. gününde 250 ppm ve 1000 ppm atrazin ilave edilip topraklardaki üreaz aktivitesinin artış gösterdiği gözlenmiştir (Moreno ve ark., 2007). Araştırmacılar bu artışın, üreaz için özel substratlar olan, atrazinin parçalanmasının neticesinde oluşan metabolitlerden kaynaklanabileceği ve bu metabolitlerin sentezini teşvik ettiği ileri sürülmüştür.

Saha ve ark. (2016) aracılığıyla yapılan bir çalışmadaysa, quizalofop-p-ethyl'in topraklara eklenmesinden sonra 30.günde üreaz aktivitesini arttırdığı ve daha sonrasındaysa kontrole benzer bir aktivite sergilediği bildirilmiştir.

Çalışmamızda ise, quizalofop-p-ethyl eklenmesi topraktaki üreaz aktivitesinin üzerine önemli bir etki oluşurmamakla beraber, en yüksek üreaz aktivite hiçbir uygulamanın yapılmadığı kontrolde elde edilmiştir. Bunu sırasıyla, 2 µg/g, 20 µg ve 200 µg/g uygulama dozları takip etmiştir (izelge 4.4).

Çizelge 4.4. Quizalofop-p-ethyl'in farklı dozlarının uygulandığı topraklarda üreaz aktivite üzerine etkileri (mg N/100g toprak)

İnkübasyon zamanı (Gün)	0	2	20	200	Ortalama
7	38.2 A	35.8 B	35.3 BC	34.2 E	35.9 A
14	34.9 C	35.1 BC	34.7 DE	34.1 DE	34.7 B
21	33.9 EF	32.6 G	25.8 LM	23.9 N	29.1 B
28	33.6 EF	31.1 H	2.3 O	19.7 Q	26.7 F
35	30.1 HI	33.4 F	25.6 LM	26.4 L	28.9 D
45	29.4 I	27.2 K	30.1 H	32.6 G	29.8 C
60	27.8 J	22.05 O	28.4 J	29.5 I	27.1 E
90	25.7 M	22.6 O	21.3 P	24.8 N	23.5 G
Ortalama	31.73 A	29.9 B	27.9 C	28.3 D	

Kucharski ve ark. (2016) aracılığıyla yapılan bir çalışmada ise, topraklara 58WG herbisidinin farklı dozları uygulanmıştır ve herbisidi dozlarının β -glukosidaz aktiviteyi arttırdıkları tespit edilmiştir. Bacmaga ve ark. (2014a,b) ise, metazachlorun toprakların dehidrogenaz, β -glukosidaz alkalın fosfataz, arilsülfataz aktiviteleri üzerinde engelleyici etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. Buna karşın Saha ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmada, alachlor, butachlor ve pretilachlor gibi herbisidlerin β -glukosidaz aktiviteyi arttırdığı bildirilmiştir. Du ve ark. (2018) ise mesotrione'nin 5 mg/g dozunun topraklara uygulanması neticesinde, β -glukosidaz aktivitenin azaldığını incelemiştir.

Çalışmamızda ise, mesotrione + nicosulforan uygulanan topraklarda herbisidin artan dozları uygulandığı inkübasyonun 45. gününde ise β -glukosidaz aktiviteyi arttırdığı incelenmiştir (Çizelge 4.3). Topraklara farklı dozlarda quizalofop-p-ethyl uygulandığında ise β -glukosidaz aktivitede artış uygulanan tüm dozlarda inkübasyonun 45. gününde belirlenmiş, 60. günden itibaren ise azalmıştır (Çizelge 4.3).

Birleştirilmiş istatistik analizinde en etkili doz 2 μ g/g olarak belirlenmiştir. Herbisidlerin artan dozlarında β -glukosidaz aktivite azalmıştır. İnkübasyon zamanı ise aktivite üzerinde önemli etki yapmamakla birlikte, en yüksek β -glukosidaz aktivite inkübasyonun 21. gününde belirlenmiştir (Çizelge 4.3).

V.SONUÇ

Pestisitler bitki haşerelerini engelleyen, hasar veren, geri püskürten veya indirgeyen bir madde ya da maddelerin karışımı olarak da isimlendirilmektedir. Pestisit denilince sadece insektisitler (böcek öldürücü ilaçlar) akla gelmemeli, beraberinde herbisitler (zararlı bitki öldürücü), fungusitler (mantar öldürücü ilaç) ve zararlıları engellemeye yarayan diğer maddeler de gözardı edilmemelidir. Pestisit türlerinden biri olan herbisitler, çiftçilerin tahıldaki çok geniş yapraklı yabancı otlarını seçici ve ekonomik bir şekilde, mahsul bir zarar görmeden kontrol edebilmelerini sağlamaktadır. Ekonomik olan herbisitler çiftçiliğin çok verimli bir duruma getirilmesini sağlayıp yabancı ot mücadelesinde çiftlikte işgücüne olan ihtiyacı azaltmıştır. Topraklarda verilen herbisitlerin zamanla biriktirilmesi neticesinde, toprak enzimleri veya toprakta yaşayan mikroorganizmalar zarar görmüştür. Bu şekilde enzimlerin topraklara ulaşmasıyla kirleticilere karşı gösterdikleri tepkilerin ölçüt olarak kullanılmaları gerektiği hakkında daha önce çalışmalar yapılmıştır. Çalışmamızda, Şanlıurfa tarımında yaygın olarak kullanılan herbisidlerden etken maddesi quizalofop-p-ethyl ve mesotrione + nicosulforan kullanılmıştır. Toprak örneklerinden 1 g alınmış, 250 μ l toulen, 4ml MUB (pH 6) ve 1 ml p-nitrofenol β -D-glukozid substratı eklenerek 37 °C'de 1 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda örnekler 1 ml 0.5 M CaCl₂ ve 4 ml THAM çözeltisi eklenmiştir. İçerikler santrifüj edilmiş, süzülen örnekler 410 nm'de spektrofotometrede okunmuştur. Tüm örnekler için substrat içermeyen şahit okumalar yapılmıştır. Analizler sonucunda topraklara farklı dozlarda mesotrione+nicosulforan uygulandığında toprağın β -glukosidaz aktivitesi, uygulama dozları, inkübasyon zamanı, uygulama dozu X inkübasyon zamanına göre farklılık göstermiştir.

Çalışmamızda kullanılan herbisidlerin uygulama dozlarının ve inkübasyon zamanının birleştirilmiş analizlerinde uygulama dozları karşılaştırıldığında, dehidrogenaz aktivite dışında alkalın fosfataz, mikrobiyal biyomas karbon, β -glukosidaz ve üreaz aktiviteler üzerinde kullanılan herbisidlerin en etkili dozları 2 μ g/g toprak olduğu belirlenmiştir. İnkübasyon günlerinin test edilen özellikler üzerinde farklı etkiler gösterdiği ortaya konulmuştur. İnkübasyonun 21. günü β -glukosidaz ve üreaz aktivite üzerinde etkili bulunurken, inkübasyonun 28. günü dehidrogenaz aktiviteyi, inkübasyonun 45. günü mikrobiyal biyomas karbonu ve inkübasyonun 90. günü ise alkalın fosfataz aktiviteyi stimüle ettiği gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, mesotrione + nicosulforan uygulanan topraklarda herbisidin artan dozları uygulandığı inkübasyonun 45. gününde ise β -glukosidaz aktiviteyi arttırdığı incelenmiştir. Topraklara farklı dozlarda quizalofop-p-ethyl uygulandığında ise β -glukosidaz aktivitede artış uygulanan tüm dozlarda inkübasyonun 45. gününde belirlenmiş, 60. günden itibaren ise azaldığı saptanmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu Çalışma HÜBAK (Proje No: 19173) tarafından Desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1.] Abu-Qare, AW; Duncan, HJ.(2002). Herbisit Saflaştırıcıları: Kullanımlar, Sınırlamalar, Metabolizma ve Etki Mekanizmaları. *Chemosfer* , 48 , 965–974. [[Google Akademik](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- [2.] ARCAK, S, OMAR, S.M., ve HAKTANIR, K., (1995). Trifluralin'in toprakta nitrifikasyon ve katalaz aktivitesine etkileri. *Tarım Bilimleri Dergileri*, 1: 41- 46.
- [3.] Anonim, (2001). DPT Kimya Sanayii (Tarım İlaçları), Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara.
- [4.] ARORA, K., MICKELSON, S.K., ve BAKER, J.L., (2003). Effectiveness of vegetated buffer strips in reducing pesticide transport in simulated runoff. *Transactions of the ASAE*, 46(3): 635-644.
- [5.] BAŞARAN, M. S., ve SERİM, A.T., (2010). Herbisitlerin toprakta parçalanması. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24: 54-61.
- [6.] BACMAGA, M., WYSZKOWSKA, J., BOROWIK A., TOMKIEL, M., and KUCHARSKI J., 2014a. Response of fungi, β - glucosidase and arylsulfatase to soil contamination by Alister Grande 190 OD, Fuego 500 SC and Lumax 537,5 SE herbisides. *Polish Journal of Environmental Studies*, 23(1): 19-25.
- [7.] BACMAGA, M., WYSZKOWSKA, J., BOROWIK A., TOMKIEL, M., and KUCHARSKI J., 2014b. Response of microorganisms and enzymes to soil contamination with metazachlor. *Environ. Earth. Science*, 74: 2251-2262.
- [8.] Balabanova, DA; Paunov, M.; Goltsev, V.; Cuypers, A.; Vangronsveld, J.; Vassilev, A.(2016). Herbisit Imazamox ve Bir Amino Asit Ekstraktı ile Tekli ve Kombine İşleme Maruz Kalan İmidazolinona Dirençli Ayçiçeğinin Fotosentetik Performansı. *Ön. Bitki Bilimi* , 7 , 1559. [[Google Akademik](#)] [[CrossRef](#)]
- [9.] Delen, N., Durmusoglu, E., Güncan, A., Güngör, N., Turgut, C., Burçak, A., (2005). Türkiye’de Pestisit Kullanımı, Kalıntı ve Organizmalarda Duyarlılık Azalışı Sorunları. *Türkiye Ziraat Mühendisliği 6. Teknik Kongre*. Ankara, 3-7 Ocak.
- [10.] DU, Z., ZHU, Y., ZHU, L., ZHANG, J., Lİ, B., WANG, J., and CHENG, C., (2018). Effects of the herbicide mesotrione on soil enzyme activity and microbial communities. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 164: 571-578.
- [11.] GIANFREDA, L., and RAO, M. A., (2010). The influence of pesticides on soil enzymes. In *Soil Enzymology* Springer, Berlin, Heidelberg, 293-312).
- [12.] GOMEZ, E., FERRERAS, L., LOVOTTI, L., and FERNANDEZ, E., (2009). Impact of glyphosate application on microbial biomass and metabolic activity in a Vertic Argiudoll from Argentina. 163-167.
- [13.] HOFFMAN, E.D., and HOFFMANN, G.G., (1966). Die Bestimmung der biologischen Tätigkeit in Böden mit Enzymen. Reprinted from *Advances in Enzymology and Related Subjects of Biochemistry*, 28:365-390.
- [14.] JYOT, G, MANDAL, K., and SINGH, B., (2015). Effect of dehydrogenase, phosphatase and urease activity in cotton soil after applying thiamethoxam as seed treatment. *Environmental Monitoring and Assessment*, 187(5), 298.
- [15.] KUCHARSKI, J., TOMKIEL, M., BACMAGA, M., BOROWIK, A., and WYSZKOWSKA, J., (2016). Enzyme activity and microorganisms diversity in soil contaminated with the Boreal 58 WG herbicide. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 51(7): 446-454.
- [16.] LANE, M., LORENZ, N., SAXSENA, J., RAMISER, C., and DICK, R.D., (2012). The effect of glyphosate on soil microbial community structure and soil potassium. *Pedobiologia*, 55: 335-342.
- [17.] Bonny, S. Genetiği değiştirilmiş herbisite dayanıklı mahsuller, yabani otlar ve herbisitler: Genel bakış ve etki. *Çevre. Yönetici*. 2016 , 57 , 31–48. [[Google Akademik](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- [18.] MORENO, L., M.J, ALIAGA, A, MARTÍ, NAVARRA, S., HERNANDEZ, T., and GARCÍA, C., (2007). Effects of artline on microbial activity in semiarid soil. *Applied Soil Ecology*, 35: 120-127.
- [19.] Myers, JP; Antoniou, Minnesota; Blumberg, B.; Carroll, L.; Colborn, T.; Everett, LG; Hansen, M.; Landrigan, PJ; Lanphear, BP; Mesnage, R.; ve ark. (2016). Glifosat bazlı herbisitlerin kullanımına ilişkin endişeler ve maruz kalmayla ilişkili riskler: Bir fikir birliği beyanı. *Çevre. Sağlık* , 15 , 19. [[Google Akademik](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- [20.] Mesnage, R.; Székács, A.; Zaller, JG (2021). Herbisitler: Kısa tarihçe, tarımsal kullanım ve yabani ot kontrolü için potansiyel alternatifler. Herbisitlerde ; Elsevier: Amsterdam, Hollanda. [[Google Akademik](#)]
- [21.] Moss, S.; Ulber, L.; Hoed, ID A herbisit direnci risk matrisi. *Mahsul Koruması* (2019) , 115 , 13–19. [[Google Akademik](#)] [[CrossRef](#)]

- [22.] Navarro-Leon, E.; Borda, E.; Marin, C.; Testereler, N.; Blasco, B.; Ruiz, JM, (2022). Enzimatik Hidrolize L-a-Amino Asit Bazlı Biyostimulantın Imazamox'a Ayçiçeği Toleransını Geliştirmek İçin Uygulanması. *Bitkiler* , 11 , 2761. [**Google Akademik**] [**CrossRef**] [**PubMed**]
- [23.] PERUCCI, P., and SCARPONİ, L., 1994. Effects of the herbicide imazethapyr on soil microbial biomass and Various soil enzyme activities. *Biology and fertility of soils*, 17(3): 237-240.
- [24.] POSE –JUAN, E., SANCHEZ – MARTİN, M. J., Herrero – Hernandez, E., and Rodriguez-Cruz, M.S., (2015). Application of mesotrione at different doses in an amended soil microbial biomass and activity. *Dissipation and effect on the Total Environment*, 536: 31-38.
- [25.] REICHENBERGER, S., BACH, M., SKİTSCHAK, A., and FREDE, H.G., (2007). Mitigation strategies to reduce pesticide inputs into ground-and surface water and their effectiveness; A review. *Science of the total environment*, 384: 1-35.
- [26.] SAHA, A., BHADURİ, D., PİPARİYA, A., and JAİN, N.K., (2016). Influence of imazethapyr and quizalofop-p-ethyl application on microbial biomass and enzymatic activity in peanut grown soil. *Research*, 23 (23): 23758-23771.
- [27.] SAHA, A., DUTTA, D., KARMAKAR, R., and RAY, D.P., (2012). Structure toxicity relationship of chloroacetanilide herbicides; relative impact on soil microorganisms. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 34(2): 307- 314.
- [28.] SAĞLIKER, H.A., (2009). Effects of trifluralin on soil carbon mineralization at different temperature conditions. *European journal of soil biology*, 45(5-6): 473-477.
- [29.] SAHA, A., BHADURİ, D., PİPARİYA, A., and JAİN, N.K., (2016). Influence of imazethapyr and quizalofop-p-ethyl application on microbial biomass and enzymatic activity in peanut grown soil. *Research*, 23 (23): 23758-23771
- [30.] Timmons, FL (2017). Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada'da yabancı ot kontrolünün tarihi. *Ot Bilimi*, 18 , 294–307. [**Google Akademik**] [**CrossRef**]
- [31.] Zimdahl, RL (2010). *Amerika Birleşik Devletleri'nde Yabancı Ot Biliminin Tarihi* ; Elsevier: Amsterdam, Hollanda. [**Google Akademik**]
- [32.] <http://www.epa.gov>. Erişim Tarihi: 03.02.2009.
- [33.] <http://www.tema.org.tr/CevreKutuphanesi/Tarim/Tarim.html>. Erişim Tarihi: 18.11.2010.