

**Orta Anadolu Bölgesi koşullarında Sulfosulfuron ve Mesosulfuron + Iodosulfuron'un topraktaki kalıcılığının biyoassay ile araştırılması<sup>1</sup>**

**Ahmet Tansel SERİM**<sup>2</sup>

**Salih MADEN**<sup>3</sup>

**SUMMARY**

**Research of Sulfosulfuron and Mesosulfuron + Iodosulfuron persistence in soils with bioassay in conditions of the Central Anatolia Region**

Sulfosulfuron and mesosulfuron + iodosulfuron residues, used against weeds in wheat production areas, were investigated under the conditions of the Central Anatolia Region. Herbicides were used in two different locations, in two different periods and at three rates and their residues were determined at 3, 6, 12, and 15 months after the application using a sunflower seedling bioassay. Sulfosulfuron and mesosulfuron+iodosulfuron residues decreased during the investigation period. Differences in the herbicide application times and sites are very important for both herbicides. Effects of herbicide application time on the herbicide residues in the soil were limited at 3 months, but were significant at 6, 12, and 15 months. Herbicide residues in the first site examined were higher than that in the second site.

**Key words:** Sulfosulfuron, mesosulfuron + iodosulfuron, soil residue, bioassay, Central Anatolia Region

**ÖZET**

Buğday alanlarında yabancı otlara karşı kullanılan sulfosulfuron ve mesosulfuron + iodosulfuron'un Orta Anadolu koşullarında topraktaki kalıcılığı biyoassay yöntemi ile araştırılmıştır. Bu herbisitler buğdayda 2 farklı alanda, 2 farklı dönemde ve 3 farklı dozda kullanılmış ve uygulamadan 3, 6, 12 ve 15. ay sonra topraktaki kalıntıları ayçiçeği fide biyoassayı ile belirlenmiştir. Sulfosulfuron ve mesosulfuron + iodosulfuron uygulanan alanlardaki herbisit kalıntıları zaman içerisinde azalmıştır. Herbisit uygulama dönemleri ve uygulama yapılan alanlar arasındaki fark her iki herbisit için de oldukça önemlidir. Herbisit uygulama zamanlarının topraktaki herbisitlerin kalıntısına etkisinin 3. ayda düşük seviyede

<sup>1</sup> "Buğday ekiliş alanlarında kullanılan yeni bazı sulphonylurea grubu herbisitlerin topraktaki kalıntılarının ayçiçeğine etkileri üzerinde araştırmalar" adlı doktora tezinden hazırlanmıştır.

<sup>2</sup> Güney Marmara Kalkınma Ajansı 17100 Çanakkale

<sup>3</sup> Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü 06110 Dışkapı/Ankara  
Sorumlu Yazar (Corresponding author): e-mail: tserim@gmka.org.tr  
Yazının Yayın Kuruluna Geliş Tarihi (Received): 29.04.2011

iken 6, 12 ve 15. aylarda önemli düzeyde olduğu görülmüştür. Birinci alandaki herbisitlerin kalıntı düzeyleri ikinci alandakilerden daha yüksek bulunmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Sulfosulfuron, mesosulfuron + iodosulfuron, topraktaki kalıntı, biyoassay, Orta Anadolu Bölgesi

## GİRİŞ

Buğday, gerek yetiştiriciliğinin yapıldığı üretim alanları gerekse bu üretimi sağlayan çiftçi sayısı bakımından ülkemizin en önemli tarımsal ürünlerindedir. Buğday üretim alanlarımızın sınırlı olması ve bu alanları genişletme imkânının bulunmaması bir yana, giderek artan ülke nüfusunu beslemek ve gıda üretim sanayinin hammadde taleplerini karşılamak için ihtiyaç duyulan buğday arzının sürekliliğini sağlamak hayati öneme sahiptir. Buğday ekiliş alanlarındaki üretimi sınırlayan önemli etmenlerden birisi de şüphesiz ki yabancı otlardır. Yetiştiricilik koşulları ve bitki yapısı gereği günümüz koşullarında, buğday ekiliş alanlarında yabancı ot kontrolünün kimyasal mücadele ile yapılması bir zorunluluk haline gelmiştir.

Modern tarımsal uygulamaların en önemli ve vazgeçilmezlerinden birisi olan herbisit uygulamaları; kısa sürede sonuç vermesi, uzun süren yüksek etkiye sahip olması, uygulama kolaylığı, üretim maliyetinin düşürülmesi gibi faydalarından ötürü en yaygın yabancı ot kontrol yöntemidir. Buğday üretimini artırmak ve sürekliliği sağlamak amacıyla kullanılan yabancı ot ilaçlarının istenmeyen bazı etkileri de bulunmaktadır. Bu yan etkilerin başında ise kalıntı problemi gelmektedir. Buğdayda kullanılan herbisitlerin topraktaki kalıntılarının münavebe bitkilerinde neden olduğu fitotoksikite problemi bazen çok ciddi sonuçlar doğurmaktadır.

Buğdayda ruhsatlı olarak Ülkemizde de kullanılan sulfonilurea grubu herbisitler kalıntı problemine neden olabilen herbisitlerin başında gelmektedir. Sulfonilurea grubu herbisitlerin doğada kaybolması; ışıkta parçalanma, toprakta tutunma, yıkanma (leaching), mikrobiyal ve kimyasal parçalanma yolu ile olmaktadır. Bu gruptan herbisitlerin parçalanması esasen kimyasal, mikrobiyal ve ışıkla olmaktadır (Maheswari and Ramesh 2007, Tiryaki et al. 2004). Sulfonilurea grubundan olan sulfosulfuron ve mesosulfuron + iodosulfuron buğday ekiliş alanlarındaki yabancı otları kontrol edebilmek için Ülkemizde son 10 yılda ruhsatlandırılmış olan ve kullanım miktarı her geçen yıl artan herbisitlerdir.

Bu herbisitler, kullanıldıkları üretim sezonunun sonunda veya en geç münavebe ürünü ekilmeden önce toprakta aktif olmayan formlarına dönüşerek kaybolmalıdır. Aksi halde bu herbisitler ve dönüşüm ürünleri münavebe bitkilerinde ciddi fitotoksikitelere neden olabileceği gibi yeraltı ve yüzey su kaynaklarına karışarak kirliliğe de neden olurlar. Toprakta bulunan yüksek düzeydeki herbisit kalıntıları çiftçilerin ürün rotasyonu seçeneklerini kısıtlamakta ve çevresel sorunlara neden olabilmektedir (Ashok et al. 2003, Geier and Stahlman 2001, Kelley and Pepper

2003, Rodriguez 2005, Shinn et al. 1998; Singh et al. 2003, Soukup et al. 2002, Tiryaki and Temur 2010).

Sulfosulfuron ve mesosulfuron + iodosulfuron'un toprakta parçalanma süresi toprak yapısına, iklim koşullarına, arazi şartlarına ve uygulanan herbisit miktarına bağlı olarak değişmektedir (Atmakuru et al. 2007, Eleftherohorinos et al. 2004, Guo et al. 2006, Maheswari and Ramesh 2007, Moyer and Hamman 2001, Paolini et al. 2004, Rapparini et al. 2003, 2004, Rouchaud et al. 2002, 2003, Saha and Kulshrestha 2008, Sondhia and Singhai 2008, Sondhia 2009).

Orta Anadolu Bölgesi buğday ekiliş alanlarının büyük kısmının yıllık yağış miktarının düşük, topraklarının organik madde miktarının az ve toprak pH'ının yüksek olduğu göz önüne alındığında sulfosulfuron ve mesosulfuron + iodosulfuron'un kalıntılarından kaynaklanan fitotoksisite kaçınılmaz olmaktadır.

Analitik metotlar topraktaki herbisitler ve miktarlarının belirlenmesinde hassasiyetleri ile öne çıkmasına rağmen biyoassayler; yüksek hassasiyet düzeyindeki bitkilerin kullanılması durumunda analitik yöntemler kadar duyarlı sonuçlar verebilmektedir (Hollaway et al. 1999). Biyoassay ucuz, kolay ve uygulanabilir olması nedeniyle özellikle kimyasal maddelerin topraktaki kalıntılarının izlenmesi (monitoring) amacıyla birçok çalışmada kullanılmaktadır (Alonso-Prados et al. 2002, Hernandez-Sevillano et al. 2001, Stork and Hannah 1996). Churchett et al. (1996) arpa, kanola, nohut, maş fasulyesi, süpürge darısı, ayçiçeği ve buğdayın chlorsulfuron, metsulfuron methyl ve triasulfuron'un farklı konsantrasyonlarına olan tepkilerini topraksız biyoassaylerle belirledikleri araştırmada, ayçiçeğinin bu 3 herbisite de en hassas olan bitki olduğunu saptamışlardır.

Bu çalışmanın amacı buğday ekiliş alanlarında sorun olan yabancı otlara karşı kullanılan sulfosulfuron ve mesosulfuron + iodosulfuron'un Orta Anadolu Bölgesi'nin kurak koşullarındaki kalıcılığı ve kalıcılığına tesir eden bazı faktörlerin etkilerinin ayçiçeği biyoassayı ile belirlenmesidir.

## **MATERYAL VE METOT**

Çalışmada, %75 sulfosulfuron (Monitör), %3 mesosulfuron methyl + %0.6 iodosulfuron methyl sodium (Atlantis) aktif maddeli herbisitler, motorlu sırt pülverizatörü, ışık şiddeti ölçer, bitki yetiştirme kabini ve plastik saksılar (Ø75x120mm), Sanbro ve Aitana çeşidi standart ayçiçeği tohumları kullanılmıştır. Denemeler Ankara İli Gölbaşı İlçesinde çiftçi tarlalarında yürütülmüştür (Çizelge 1).

Çizelge 1. Ankara İli Gölbaşı İlçesindeki deneme alanlarının toprak özellikleri

Toprak bünyesi	Alan-1	Alan-2
	Killi-Tınlı	Killi-Tınlı
Kum, Silt, Kil (%)	27.6, 30.9, 41.6	32.5, 26.3, 41.2
pH (1/2.5: toprak/su)	7.92	7.93
Toplam tuz	0.037	0.039
Kireç (CaCO <sub>3</sub> ) %	31.07	15.85
Organik madde	2.49	1.46
Fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	25.61	5.36
Potasyum (K <sub>2</sub> O)	126.84	89.27

### Arazi Çalışmaları

Herbisit uygulamaları Palmera marka motorlu sırt pülverizatörü ile yapılmıştır. Lechler AI 110–015 nolu memelerin kullanıldığı denemelerde uygulama normu 20 l da<sup>-1</sup> alınmıştır. İlaçlamalar 05.04.2008 ve 19.04.2008 tarihlerinde (buğday bitkileri Zadoks ıskalasına göre 20–22 ve 30–33. dönemlerde iken) yapılmıştır (Zadoks et al. 1974).

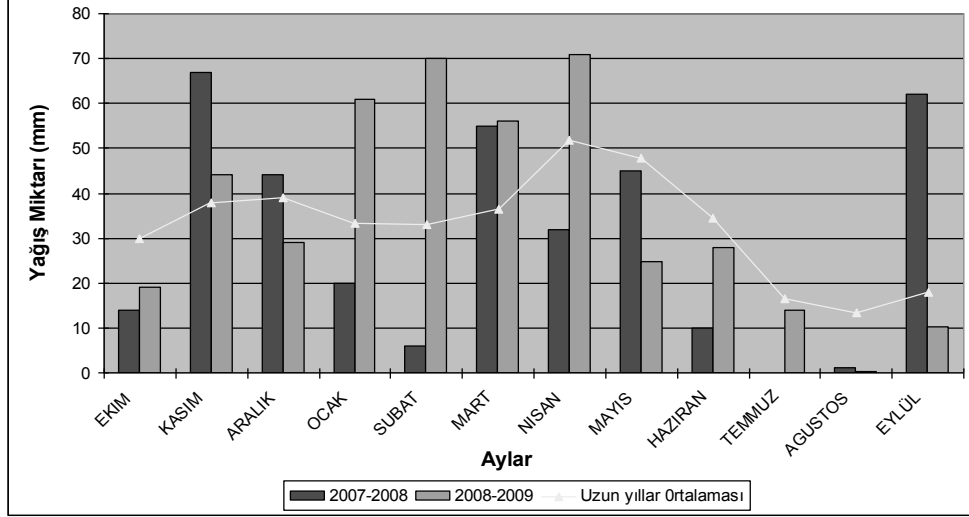
Sulfosulfuron 5.2, 2.6, 1.3 g da<sup>-1</sup> ve mesosulfuron+iodosulfuron 50, 25, 12.5 g da<sup>-1</sup> dozlarında uygulanmıştır. Denemede kullanılan dozlar herbisitlerin ticari preparat dozlarıdır. Çalışma bölünmüş parseller deneme deseninde; ana parsellerde herbisit dozları alt parsellerde çeşitler (Sanbro ve Aitana çeşidi standart ayçiçeği çeşitleri) olacak şekilde 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Parseller arasında 1 m, alt parseller arasında 0.5 m emniyet şeridi bırakılmıştır. Oluşturulmuş çakılı parsellerin boyutları 8x3 m'dir. Denemelerin kurulmuş olduğu tarlalara Bezostaja–1 buğday çeşidi ekilmiş olup, yapılan tarımsal uygulamalar Çizelge 2, deneme alanlarının aylık sıcaklık ve yağış değerleri ise Şekil 1 ve 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Deneme alanlarındaki tarımsal uygulamalar ve tarihleri

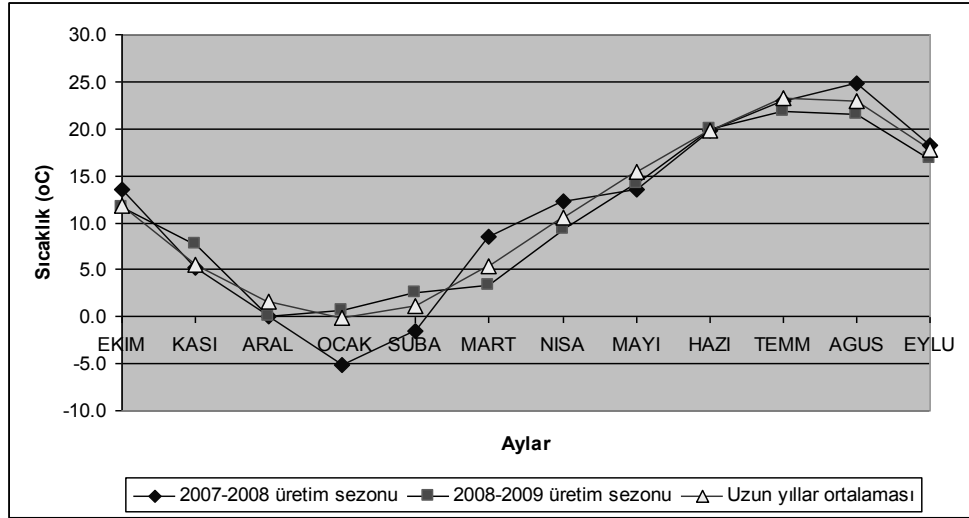
Üretim Sezonu	Tarımsal Uygulama	Alan-1	Alan-2	
2007-2008	Buğday Ekim Tarihi	25.10.2007	17.10.2007	
	Kullanılan tohumluk buğday miktarı (kg da <sup>-1</sup> )	14	16	
	Gübreleme Tarihi	Taban	25.10.2007	17.10.2007
		Üst	22.03.2008	24.03.2008
	Gübre Miktarı (kg da <sup>-1</sup> )	Taban	5 DAP <sup>1</sup>	7 DAP <sup>1</sup>
		Üst	3 Üre <sup>2</sup>	3 Üre <sup>2</sup>
Buğday Hasat Zamanı		13.07.2008	17.07.2008	
2008-2009	Toprak İşleme Zamanı	Sonbahar-1	05.10.2008 <sup>3</sup>	06.10.2008 <sup>3</sup>
		Sonbahar-2	24.10.2008 <sup>4</sup>	29.10.2008 <sup>4</sup>
		İlkbahar-1	14.03.2009 <sup>3</sup>	17.03.2009 <sup>3</sup>
		İlkbahar-2	08.04.2009 <sup>4</sup>	11.04.2009 <sup>4</sup>

<sup>1</sup> DAP (18–46–0 / diamonyum fosfat), <sup>2</sup> Üre (%46), <sup>3</sup>Pulluk, <sup>4</sup>Kazayağı

Herbisitlerin topraktaki kalıntılarının zamana bağlı değişimi ayçiçeği kök biyoassayı ile belirlenmiştir. Bu amaçla herbisit uygulamasından sonra bütün parsellerden 4 farklı zamanda örnekleme yapılmıştır. Herbisit uygulamasından 3 ay (buğdayın hasat zamanı), 6 ay (kışlık münavebe bitkisi ekim zamanı), 12 ay (yazlık münavebe bitkisi ekim zamanı) ve 15 ay (kışlık veya yazlık ekimi yapılacak münavebe bitkisinin hasat zamanı) sonra toprak örnekleri alınmıştır. Herbisit uygulaması yapılan her parselden 0–15 cm'lik toprak kesitinden sonda ile 3'er toprak numunesi alınarak paçal oluşturulmuştur (Alonso-Prados et al. 2002, Lyon et al. 2003).



Şekil 1. Ankara İlinin aylara göre yağış dağılımı.



Şekil 2. Ankara İli Gölbaşı İlçesinin aylara göre sıcaklık dağılımı.

### **Laboratuvar çalışmaları**

Metoduna uygun olarak alınan toprak örnekleri laboratuvara getirilerek 3 gün süre ile kurutulduktan sonra 2 mm'lik elekten geçirilmiştir. Kurutulan toprak örnekleri denemeler yapılıncaya dek buzdolabında +4°C'de muhafaza edilmiştir.

Ön çimlendirme yapmak amacıyla sulfosulfuron uygulanan parsellerden alınan topraklar için SANBRO; mesosulfuron + iodosulfuron için ise AITANA çeşidine ait tohumlar, steril saf su ile ıslatılmış Schleicher & Schuell marka 5703 numaralı tohum çimlendirme kağıtlarının olduğu steril petri kutularının içine konularak oda sıcaklığında 3 gün tutulmuştur. Çimlenen ayçiçeği fidecikleri test bitkisi olarak kullanılmıştır. Buzdolabından alınan toprak örnekleri plastik saksılara konulduktan sonra her saksıya 30 ml deiyonize su ilave edilerek çimlendirilmiş tohumların ekilmesi için hazırlanmıştır. Çimlenerek 5 mm çim borucuğu oluşturan tohumlar her saksıya 1 adet ekildikten sonra toprağın kaymak tabakası bağlamasını engellemek için, kotiledonlar toprak yüzeyinde görülene kadar saksıların üzeri şeffaf polietilen örtü ile kapatılmıştır. Tohum ekilen saksılar 16 saat ışık ( $24 \pm 1^\circ\text{C}$  ve ışık şiddeti  $100 \mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), 8 saat karanlık ( $15 \pm 1^\circ\text{C}$ ) koşullardaki bitki yetiştirme kabinine yerleştirilmiştir. Saksılar 15 günlük deneme süresince gerektiğinde deiyonize su ile sulanmıştır (Alonso-Prados et al. 2002, Hernandez-Sevillano et al. 2001). Denemenin 15. gününde saksılar bitki yetiştirme kabininden alınarak, akan musluk suyu altında bitki köklerinin etrafındaki toprakların yıkanarak uzaklaştırılması sağlanmıştır. Bitkilerin kök uzunlukları ölçülerek kaydedilmiştir.

Laboratuvar denemeleri 5 tekerrürlü olarak kurulmuş ve iki kez tekrarlanmıştır. Elde edilen sonuçlara Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanarak uygulamalar arası farklılıklar belirlenmiştir. İstatistiksel değerlendirmeler SPSS 13.0 demo istatistik programı ile yapılmıştır.

### **SONUÇLAR VE TARTIŞMA**

Sulfosulfuron uygulamasından 15 ay sonra alınan toprak örnekleri ile yapılan biyoassaylerin sonucuna göre sadece 2. alanda erken dönemde tavsiye dozunun yarısı kadar herbisit uygulanan parsellerdeki kalıntı seviyesi kontrolle aynı çıkmıştır (Çizelge 3). Çizelge 3 incelendiğinde, bu karakterin olduğu parseller dışındaki bütün uygulama yapılan parsellerdeki kalıntı miktarları istatistiksel olarak ayçiçeğinde kök uzunluğunun azalmasına neden olacak seviyede bulunmuştur.

Erken ilaçlamada sulfosulfuron kalıntısı nedeniyle 1. alanda ayçiçeğinde kontrole göre kök gelişimi 3. ayda doza bağlı olarak %81-93, 15. ayda %21-46, 2. alanda ise 3. ayda 84-92, 15. ayda % 25 azalmıştır. Geç ilaçlama yapılan 1. alandaki kalıntı nedeniyle 3. ayda ayçiçeği fidesi kök uzunluğu kontrole göre %83-94, 15. ayda %21-61, 2. alanda ise 3. ayda %86-93, 15. ayda %23-46 azaltmıştır. Sulfosulfuron uygulama dönemlerinin herbisit kalıntısına etkisi ayçiçeği kök uzunluğundaki değişim üzerinden incelendiğinde, her iki alanda da 3. aydaki farklar dikkate alınmayacak kadar birbirine yakın iken 15. ayın sonunda 1. alanda %14'ü, 2.

alanda ise %27'yi bulmuştur. Uygulama yapılan alanlar arasındaki farklılıklar da ayçiçeği kök uzunluğundaki değişim üzerinden incelendiğinde; 3, 6 ve 12. aylardaki biyoassay sonuçlarına göre gerek erken gerek geç dönemde herbisit uygulamaları için önemsenmeyecek kadar düşük seviyede kalmıştır. 15. ayın sonunda ise bu farkın erken ilaçlama yapılan parsellerde %19-21 ve geç ilaçlama yapılan parsellerde ise %1-14 olduğu görülmüştür.

Toprak pH'sının düşük ve toprak organik madde miktarının yüksek olduğu alanlarda veya toprak neminin ve sıcaklığının yüksek olduğu koşullarda, sulfosulfuron çok çabuk parçalanarak topraktan kaybolabilmektedir (Eleftherohorinos et al. 2004, Kelley and Peeper 2003, Moyer and Hamman 2001). Kurak koşullarda topraktaki nem miktarı oldukça düşük ve mikroorganizma faaliyeti sınırlı olacağı için topraktaki herbisit miktarını düşürecek ana faktörler olan hidroliz ve mikrobiyal parçalanmanın etkisi oldukça azalmaktadır. Özellikle ilaçlamadan 15 ay sonra alınan topraklarla yapılan denemelerden elde edilen sonuçlar dikkate alındığında herbisit uygulandıkları alanlardaki parçalanma hızı, aynı lokasyonda yer alan iki farklı deneme alanında birbirinden oldukça farklı olmuştur.

Birinci alanda herbisit kalıntısının, ikinci alanda olduğundan daha yüksek miktarda olduğu görülmektedir. Bunun sebebinin ise 1. alanda ikincisinden daha yüksek miktarda bulunan ve herbisit mikrobiyal parçalanmasının azalmasına neden olabilecek kirecin olduğu düşünülmektedir.

Sulfosulfuron uygulanma zamanları değerlendirildiğinde, erken ilaçlama yapılan alanlardaki herbisit kalıntısının geç ilaçlama yapılan alanlardan daha az olduğu görülmüştür. Herbisit uygulama zamanının sulfosulfuron'un topraktaki kalıntısına olan etkisi doza ve uygulama yapılan alana ve toprak örneklerinin alındığı zamana bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Yapılan kaynak taramalarında, herbisit uygulama zamanının herbisitlerin parçalanma hızına etkisi konusunda bir çalışmaya rastlanamamıştır. Sulfosulfuron uygulama dönemleri arasındaki 14 günlük süre zarfında herbisit belirli bir miktarının parçalandığı değerlendirilmektedir. Çalışma kapsamında ilaçlamanın yapıldığı nisan ayının başında toprağın nemli olduğu ve nisan yağışlarının da etkisi ile herbisit parçalanma sürecinin başlamış olduğu düşünülmektedir. Arazi denemesinin kurulduğu Ankara İlinde 2008 yılı Nisan ayında iki ilaçlama uygulaması arasındaki 14 günlük dönemde ölçülen yağış miktarı 29.7 milimetredir. Beckie and McKercher (1989), Eleftherohorinos et al. (2004) ile Saha and Kulshrestha (2008)'nin sonuçları 14 gün gibi kısa bir sürede herbisit belirli bir miktarının parçalanmış olabileceği görüşümüzü desteklemektedir.

Çizelge 3. İki farklı dönemde ve iki alanda değişik dozlarda sulfosulfuron uygulanan parsellerden alınan topraklar kullanılarak laboratuvarında saksı içerisinde 15 günde yetiştirilen ayçiçeği fidelerinde oluşan kök uzunlukları

Alan	Dönem	Uygulama	3. Ay			6. Ay			12. Ay			15. Ay		
			KU	SS	G	KU	SS	G	KU	SS	G	KU	SS	G
1. Alan	Erken	Kontrol	20.99	4.07	A	20.99	4.07	A	16.66	1.94	A	19.1	1.24	A
		1 / 2X	3.93	0.74	B	5.83	1.47	B	12.12	1.72	B	15.67	1.82	B
		1 / 1X	2.26	1.04	BC	4.60	0.69	BC	8.7	1.48	C	12.11	1.68	C
		2 / 1X	1.49	0.28	C	3.13	0.66	C	7.46	1.16	D	11.43	1.36	C
	Geç	Kontrol	20.99	4.07	A	20.99	4.07	A	16.66	1.94	A	19.1	1.24	A
		1 / 2X	3.51	1.04	B	3.19	0.64	B	11.41	2.16	B	15.13	2.07	B
		1 / 1X	1.41	0.63	B	2.55	0.73	B	9.64	2.03	C	12.74	1.52	C
		2 / 1X	1.3	0.34	B	1.58	0.32	B	5.86	0.69	D	9.02	0.98	D
2. Alan	Erken	Kontrol	21.42	2.96	A	19.06	1.46	A	19.47	2.88	A	19.97	1.62	A
		1 / 2X	3.47	0.62	B	6.69	1.16	B	20.62	2.73	A	20.75	1.39	A
		1 / 1X	2.43	1.00	BC	3.91	0.84	C	14.38	1.88	B	15.42	1.45	B
		2 / 1X	1.72	0.50	C	2.12	0.63	D	14.2	1.39	B	14.9	1.49	B
	Geç	Kontrol	21.42	2.96	A	19.06	1.46	A	19.47	2.88	A	19.97	1.62	A
		1 / 2X	3.06	0.42	B	4.11	1.01	B	13.93	1.33	B	15.36	1.12	B
		1 / 1X	2.33	0.65	BC	3.5	0.91	B	13.13	1.42	B	13.76	1.25	C
		2 / 1X	1.56	0.47	C	1.9	0.32	C	10.02	1.59	C	10.7	1.56	D

KU: Kök uzunluğu (cm), SS: Standart sapma, G: Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenen istatistikî grup ( $p < 0.05$ ), X: Tavsiye dozunda herbisit uygulaması



Sulfosulfuron'da olduğu gibi 15 ay sonunda 1. ve 2. alanda erken dönemde tavsiye dozunun yarısı kadar mesosulfuron + iodosulfuron uygulanan parsellerde herbisit kalıntısı tespit edilemeyecek düzeye inmiştir (Çizelge 4). Bu iki karakterin bulunduğu parseller dışındaki parsellerdeki herbisit kalıntısının önemli düzeydedir. Birinci alanda erken ilaçlama yapılan parsellerdeki herbisit kalıntısı doza bağı olarak ayçiçeğinde kök uzunluğunu 3. ayda %66-85, 15. ayda %3-32; 2. alanda 3. ayda %60-91, 15. ayda %5-21 azaltacak seviyeye inmiştir. Geç ilaçlama yapılan 1. alandaki parsellerdeki kalıntı seviyesi 3. ayda kök uzunluğunu %71-87, 15. ayda %11-52; 2. alanda ise 3. ayda %59-93, 15. ayda %26-40 azaltacak seviyeye inmiştir. Mesosulfuron + iodosulfuron uygulama dönemlerinin herbisit kalıntısına etkisi ayçiçeği kök uzunluğundaki değişim üzerinden incelendiğinde her iki alanda da 3. aydaki farklar birbirine yakın iken 15. ayın sonunda da her iki alanda %20'yi bulmuştur.

Uygulama yapılan alanlar arasındaki farklar da ayçiçeği kök uzunluğundaki değişim üzerinden incelendiğinde; gerek erken gerek geç dönemde herbisit uygulamaları bakımından 3, 6 ve 12. aylarda düşük seviyede kalırken, 15. ayın sonunda erken ilaçlama yapılan alanlarda %12'yi ve geç ilaçlama yapılan alanlarda ise %15'i bulmuştur.

Guo et al. (2006) iodosulfuron–methyl–sodium'un, parçalanmasında biodegradasyonun herbisit parçalanmasında ana etken olduğunu ve biodegradasyonun sıcaklık, ortam nemi ve toprağın organik madde seviyesi ile pozitif, herbisit başlangıç konsantrasyonu ile negatif ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.

İlaçlamadan 15 ay sonra alınan topraklarla yapılan denemelerden elde edilen sonuçlara göre herbisit uygulandııkları alanlardaki parçalanma hızı, iki farklı deneme alanında birbirinden farklı olmuştur.

İkinci alanda herbisit kalıntısının birinci alanda olduğundan daha düşük seviyede olduğu görülmektedir. Bunun sebebinin ise sulfosulfuron ile yürütülen denemede olduğu gibi 1. alanda ikincisinden daha yüksek miktarda bulunan ve herbisit mikrobiyal parçalanmasının azalmasına neden olabilecek kirecin olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4. İki farklı dönemde ve iki alanda değişik dozlarda mesosulfuron + iodosulfuron uygulanan parsellerden alınan topraklar kullanılarak laboratuvarında saksı içerisinde 15 günde yetiştirilen ayçiçeği fidelerinde oluşan kök uzunlukları.

Alan	Dönem	Uygulama	3. Ay			6. Ay			12. Ay			15. Ay		
			KU	SS	G	KU	SS	G	KU	SS	G	KU	SS	G
1. Alan	Erken	Kontrol	20.19	4.81	A	20.58	2.77	A	18.72	1.9	A	19.69	1.54	A
		1 / 2X	6.9	1.5	B	15.71	2.47	B	18.54	1.82	A	19.15	1.23	A
		1 / 1X	3.84	1.35	C	4.70	1.07	C	13.04	0.75	B	15.48	1.16	B
		2 / 1X	3.03	0.69	C	2.13	0.73	D	11.63	1.75	B	13.3	1.38	C
	Geç	Kontrol	20.19	4.81	A	20.58	2.77	A	18.72	1.9	A	19.69	1.54	A
		1 / 2X	5.88	1.38	B	15.21	1.79	B	15.01	1.97	B	17.56	1.79	B
		1 / 1X	3.6	1.25	BC	3.89	1.32	C	11.99	2.80	C	14.88	3.18	B
		2 / 1X	2.58	0.38	C	3.03	0.99	C	7.05	1.62	D	9.4	1.43	C
2. Alan	Erken	Kontrol	20.2	2.53	A	17.62	1.9	A	20.25	3.24	A	20.84	1.74	A
		1 / 2X	8.09	0.82	B	14.91	1.12	B	18.41	2.02	AB	19.73	1.95	A
		1 / 1X	2.83	1.42	C	7.87	1.08	C	16.2	1.69	BC	17.32	1.52	B
		2 / 1X	1.76	0.8	C	2.95	0.48	D	15.38	1.65	C	16.5	1.85	B
	Geç	Kontrol	20.2	2.53	A	17.62	1.9	A	20.25	3.24	A	20.84	1.74	A
		1 / 2X	8.3	1.41	B	14.87	1.36	B	13.48	1.24	B	15.49	1.42	B
		1 / 1X	1.55	0.48	C	7.14	0.73	C	12.09	2.37	B	13.94	1.77	BC
		2 / 1X	1.41	0.48	C	3.12	0.64	D	9.87	1.78	C	12.6	2.60	C

KU: Kök uzunluğu (cm), SS: Standart sapma, G: Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenen istatistikî grup (p<0.05), X:Tavsiye dozunda herbisit uygulaması

Mesosulfuron + iodosulfuron uygulama zamanları bakımından sonuçlar değerlendirildiğinde, erken ilaçlama yapılan alanlardaki herbisit kalıntılarının geç ilaçlama yapılan alanlardan daha az olduğu görülmüştür. Herbisit uygulama zamanının mesosulfuron + iodosulfuron'un topraktaki kalıntısına olan etkisi sulfosulfuron'dan elde edilen sonuçlarda görüldüğü gibi; doz, uygulama yapılan alan ve toprak örneklerinin alındığı zamana bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Yapılan kaynak taramalarında, herbisit uygulama zamanının herbisitlerin parçalanma hızına etkisi konusunda bir çalışmaya rastlanamamıştır. İki ilaç uygulama dönemi arasındaki 14 günlük süre herbisitlerin belirli bir kısmının parçalandığı düşünülmektedir. Çalışma kapsamında ilaçlamanın yapıldığı nisan ayının başında toprağın nemli olduğu ve Nisan yağışlarının da etkisi ile sulfosulfuron'da elde edilen bulgulara olduğu gibi herbisitlerin parçalanma sürecinin başlamış olduğu değerlendirilmektedir. Araştırmada ilk uygulama döneminin Nisan ayının ilk günlerinde olduğu dikkate alınır, Guo et al. (2006) tarafından bildirildiği gibi toprak ve iklim koşullarının herbisitlerin parçalanması için oldukça uygun bir ortam sağladığı görülmektedir. Nitekim Paolini et al. (2004)'nin sonuçları da bunu desteklemektedir.

Tarımsal üretim yapılan her bölgenin toprak yapısı ve iklim şartları farklı olduğu için herbisitlerin toprakta parçalanması için uygun olmayan bazı bölgelerde kalıcılık problemlerinin yaşanması kaçınılmaz hal almaktadır. Orta Anadolu Bölgesi ülkemiz tarımsal üretim alanları içerisinde en az yağış alan bölgelerin başında gelmektedir. Yağışın sınırlı olması nedeniyle buğday-nadas veya buğday-münavebe bitkisi ekim sistemi ile tarımsal üretim yapılabilir. Bölgenin büyük kısmında toprak pH'sının alkali olduğu ve topraktaki organik madde oranının diğer bölgelerle kıyaslandığında oldukça sınırlı olduğu için kullanılan herbisitlerin toprakta kalıntısının olması muhtemeldir. Kaldı ki bu sıkıntılar da göz önüne alınarak chlorsulfuron aktif maddeleri herbisitlerin Ülkemiz genelinde kullanımını sınırlandırılmış olup, bu aktif maddeli herbisitlerin şu an sadece Trakya Bölgesinde kullanımına izin verilmektedir. Chlorsulfuron gibi toprakta kalıcılık problemi olabilen sulfosulfuron ve mesosulfuron+iodosulfuron'un Orta Anadolu Bölgesi topraklarında uygulamayı takip eden 1 yıl boyunca kaldığı ve bu herbisitlerin kalıntılarının test bitkisi olarak ekilen ayçiçeği bitkilerinin gelişimini önemli derecede engellediği belirlenmiştir.

Sulfosulfuron ve mesosulfuron+iodosulfuron'un Orta Anadolu Bölgesi topraklarında özellikle kuraklık görülen yıllardaki kalıcılığı yüksek olmaktadır. Herbisitlerin parçalanmasında bölge koşulları dikkate alındığında en önemli faktörlerden olan toprak organik maddesinin düşük olması belirleyici olmamaktadır. Toprak neminin düşük seviyede olması bölge için en büyük sorun kaynağıdır. Herbisitlerin erken dönemde uygulanması durumunda hem daha düşük herbisit miktarı ile yeterli yabancı ot kontrolünün sağlanabilmesi mümkün olurken, bir sonraki sene toprakta kalacak olan herbisit kalıntı miktarı da en aza indirilmiş olacaktır. Sulfosulfuron ve mesosulfuron+iodosulfuron uygulanan alana bir sonraki yıl ekilecek ayçiçeği ve mercimek gibi hassas münavebe bitkilerinde çok önemli

fitotoksisiteye sebep olabilir. Aynı zamanda sulfosulfuron ve mesosulfuron+iodosulfuron'un kullanıldığı alanlar bir sonraki seneye kadar yer altı ve yüzey su kaynaklarını sürekli kirletmeye devam eden bir kontaminasyon kaynağı haline gelmiş olacaktır.

#### KAYNAKLAR

- Alonso-Prados J. L., Hernandez-Sevillano E., Llanos S., Villarroya M. and Garcia-Baudin J. M. 2002. Effects of Sulfosulfuron Soil Residues on Barley (*Hordeum vulgare*), Sunflower (*Helianthus annuus*) and Common Vetch (*Vicia sativa*). *Crop Protection*, 21 (10), 1061-1066.
- Ashok Y., Mehta R., Punia S. S., Hooda V., Malik R. K., Rana V. and Bellinder R. R. 2003. Residual Effects of Four Sulfonylurea Herbicides Applied in Wheat on Succeeding Crops in the Rotation. *Indian Journal of Weed Science*, 35 (3&4), 259-261.
- Atmakuru R., Elumalai T. P. and Sivanandam, S. 2007. Identification of Residues of Sulfosulfuron and Its Metabolites in Subsoil–Dissipation Kinetics and Factors Influencing the Stability and Degradation of Residues From Topsoil to Subsoil under Predominant Cropping Conditions. *Environ. Monit. Assess.*, 130 (1-3), 519–528.
- Beckie H. J. and McKercher R. B. 1989. Soil Residual Properties of DPX–A7881 under Laboratory Conditions. *Weed Science*, 37 (3), 412–418.
- Churchett J. D., Walkera S. R., Dunmalla T. A. and Jettner R. J. 1996. Crop Sensitivity to Residues of Three Sulfonylurea Herbicides in a Soil–Free System. *Eleventh Australian Weeds Conference Proceedings*, 59–61. <http://www.caws.org.au/awc/1996/awc199610591.pdf> (Erişim tarihi: 29.03.2010)
- Eleftherohorinos I. K., Dhima K. and Vasilakoglou I. 2004. Activity, Adsorption, Mobility and Field Persistence of Sulfosulfuron in Soil. *Phytoparasitica*, 32 (3), 274–285.
- Geier P. W. and Stahlman P. W. 2001. Grain Sorghum (*Sorghum bicolor*) and Sunflower (*Helianthus annuus*) Response to MKH 6561 and MON 37500 Residues in Soil. *Weed Technology*, 15 (4), 767–770.
- Guo Z. Y., Tang M. Z., Yuan M. and Xu Z. 2006. Effects of Environmental Conditions and Microbes on Degradation of Iodosulfuron–methyl–sodium in Soil. *Journal of Ecology and Rural Environment*, 22 (3), 76–79.
- Hernandez-Sevillano E., Villarroya M., Alonso-Prados J. L. and Garcia-Baudin J. M. 2001. Bioassay to Detect MON-37500 and Triasulfuron Residues in Soils. *Weed Technology*, 15 (3), 447-452.
- Hollaway K. L., Kookana R. S., Mcquinnà D. J., Moerkerk M. R., Noy D. M. and Smal M. A. 1999. Comparison of Sulfonylurea Herbicide Residue Detection in Soil by Bioassay, Enzyme–Linked Immunosorbent Assay and HPLC. *Weed Research*, 39 (5), 383–397.

- Kelly J. P. and Peeper T. F. 2003. Wheat (*Triticum aestivum*) and Rotational Crop Response to MON 37500. *Weed Technology*, 17 (1), 55-59.
- Lyon D. J., Miller S. D. and Siefert-Higgins S. 2003. MON 37500 Soil Residues Affect Rotational Crops in the High Plains. *Weed Technology*, 17 (4), 792-798.
- Maheswari S. T. and Ramesh A. 2007. Adsorption and Degradation of Sulfosulfuron in Soils. *Environ. Monit. Assess.*, 127 (1-3), 97-103.
- Moyer J. R. and Hamman W. M. 2001. Factors Affecting the Toxicity of MON 37500 Residues to Following Crops. *Weed Technology*, Volume 15 (1), 42-47.
- Paolini R., Faustini F. and Fiobrillo A. 2004. Effetti Sulle Colture in Successione di Hussar OF Applicato su Grano Duro. *Informatore Agrario*, 60 (14), 81-84.
- Rapparini G., Paci F. and Campagna G. 2003. Persistence and Percolation of Metsulfuron-methyl and Iodosulfuron-methyl Applied in Post-emergence of Wheat. 7. EWRS Mediterranean Symposium. *Proceedings* pp 105-106.
- Rapparini G., Campagna G. and Geminiani E. 2004. Verifica della Percolazione e della Persistenza Sulle Colture di Successione di Iodosulfuron, Metsulfuron-metile e Triasulfuron Applicati in Pieno Campo su Frumento. *Giornate Fitopatologiche, Atti* 1, 421-428.
- Rodríguez N. 2005. Residualidad (Carryover) de Herbicidas y Mezclas. *Publicación Técnica Anguil: EEA Anguil "Ing. Agr. Guillermo Covas"*, 61, 179-206.
- Rouchaud J., Neus O., Eelen H. and Bulcke R. 2002. Soil Persistence and Metabolism of Iodosulfuron in Winter Wheat Crops. *Mededelingen (Rijksuniversiteit te Gent. Fakulteit van de Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen)*, 67 (3), 393-399.
- Rouchaud J., Moulard C., Eelen H. and Bulcke R. 2003. Persistence of the Sulfonylurea Herbicide Iodosulfuron-Methyl in the Soil of Winter Wheat Crops. *Toxicol. and Environ. Chem.*, 85 (4-6), 103-120.
- Saha S. and Kulshrestha G. 2008. Hydrolysis Kinetics of the Sulfonylurea Herbicide Sulfosulfuron. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 88 (12), 891-898.
- Shinn S. L., Thill D. C., Price W. J. and Ball D.A. 1998. Response of Downy Brome (*Bromus tectorum*) and Rotational Crops to MON 37500. *Weed Technology*, 12 (4), 690-698.
- Singh G., Singh V. P. and Singh M. 2003. Studies on the Effect of Mesosulfuron and Iodosulfuron on Weeds in Wheat, Their Compatibility With Other Chemicals and Residual Effects on Succeeding Crops. *Indian Journal of Weed Science*, 35 (3-4), 173-178.
- Sondhia S. 2009. Persistence and Leaching of Sulfosulfuron in Wheat (*Triticum aestivum*). *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 79 (6), 484-487.
- Sondhia S. and Singhai B. 2008. Persistence of Sulfosulfuron under Wheat Cropping System. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 80 (5), 423-427.

- Soukup J., Jursík M., Hamouz P. and Kohout V. 2002. Comparison of Sulfonylurea Herbicides from the Aspect of Phytotoxicity in Following Crops. 12th EWRS Symposium, Proceedings, pp 120-121
- Stork P. and Hannah M. C. 1996. A Bioassay Method for Formulation Testing and Residue Studies of Sulfonylurea and Sulfonanylide Herbicides. *Weed Research*, 36 (3), 271–281.
- Tiryaki O. and Temur C. 2010. The Fate of Pesticide in the Environment. *J. Biol. Environ. Sci.*, 4 (10), 29-38.
- Tiryaki O., Yücel Ü. ve Sezen G. 2004. Biodegradation of Trifluralin in Harran Soil. *Journal of Environmental Science and Health, Part B: Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes*, 39 (5&6), 747–756.
- Zadoks J. C., Chang T. T. and Konzak C. F. 1974. A Decimal Code for the Growth Stages of Cereals. *Weed Research*, 14 (6), 415-421.