

Buğdayda Sorun Olan Bazı Yabancı Otlara Karşı Elektrostatik İlaçlamanın Etkinliğinin Araştırılması

Hasan DEMİRKAN¹, Emrah KOÇYİĞİT¹, Hüseyin GÜLER²

¹Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Bornova/İZMİR

²Ege Üniversitesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Bornova/İZMİR

Sorumlu yazar: hasan.demirkan@ege.edu.tr

Received (Geliş Tarihi): 03.02.2017

Accepted (Kabul Tarihi): 04.04.2017

Özet: Bu çalışma EÜ Ziraat Fakültesinin Menemen Araştırma, Uygulama ve Üretim Çiftliği'ndeki buğday tarlasında 2015 yılında yapılmıştır. Buğdayda sorun olan yabancı otlara karşı geleneksel ve elektrostatik ilaçlamanın $\frac{3}{4}$ ve tam dozları karşılaştırılmalı olarak bu çalışmada denenmiştir. Denemede dar yapraklılara karşı pinoxaden 45 g l⁻¹ aktif maddeli ve geniş yapraklılara karşı ise de chlorsulfuron WP %10 aktif maddeli herbisitler kullanılmıştır. Deneme sonucunda yabancı ot popülasyonları dikkate alındığında ana zararlı yabancı otun *Phalaris* spp. olduğu bulunmuştur. Diğer dar yapraklı yabancı otların sayısı oldukça az olduğundan değerlendirmeye alınmamıştır. Geniş yapraklı yabancı ot popülasyonu da oldukça az seviyede bulunmuştur. *Phalaris* spp. yabancı ot yoğunluğuna göre; geleneksel ilaçlama tekniğinin $\frac{3}{4}$ dozu % 53.7, geleneksel ilaçlama tekniğinin tam dozu % 75.2, elektrostatik ilaçlama tekniğinin $\frac{3}{4}$ dozu % 73.3 ve elektrostatik ilaçlamanın tam dozu ise % 77.3 oranında etkili bulunmuştur. Geniş yapraklı yabancı ot yoğunluğuna göre; geleneksel ilaçlama tekniğinin $\frac{3}{4}$ dozu % 43.0, geleneksel ilaçlama tekniğinin tam dozu % 48.2, elektrostatik ilaçlama tekniğinin $\frac{3}{4}$ dozu % 38.3 ve elektrostatik ilaçlamanın tam dozu ise % 56.7 oranında etkili bulunmuştur. Verimin kontrol parsellerine göre; geleneksel ilaçlama tekniğinin $\frac{3}{4}$ dozu % 27.3, geleneksel ilaçlama tekniğinin tam dozu % 30.1, elektrostatik ilaçlama tekniğinin $\frac{3}{4}$ dozu % 25.6 ve elektrostatik ilaçlamanın tam dozu % 32.4 oranında artış gösterdiği bulunmuştur.
Anahtar kelimeler: Doz, verim, biyolojik etkinlik, geleneksel ilaçlama.

Surveying the Efficiency of Electrostatic Spraying Against Some Weeds in Wheat

Abstract: This study was done in wheat field at Menemen Research, Application and Farm production belonging to EU Faculty of Agriculture. The $\frac{3}{4}$ and full doses of conventional and electrostatic spraying was compared against weeds in wheat. In this trial pinoxaden containing 45 g l⁻¹ active substance against narrow leaf and chlorsulfuron containing WP %10 active substance against broadleaf were used. At the end of the trial, considering the weed population the major weed was determined as *Phalaris* spp. The rest of narrow leaf weeds were counted few therefore they were not evaluated. The population of broadleaf weeds was also counted in low levels. According to the weed density of *Phalaris* spp.; $\frac{3}{4}$ dose of the conventional spraying technique, full doses of conventional spraying technique, $\frac{3}{4}$ doses of electrostatic spraying technique and full doses of electrostatic spraying technique were found to be effective 53.7%, 75.2%, 73.3% and 77.3% respectively. According to the density of broadleaf weeds; $\frac{3}{4}$ doses of conventional spraying technique, full doses of conventional spraying technique, $\frac{3}{4}$ doses of electrostatic spraying technique and full doses of electrostatic spraying technique were found to be effective in comparison to control parcels 43.0%, 48.2%, 38.3% and 56.7% respectively. In comparison to control parcels; $\frac{3}{4}$ dose of conventional spraying technique, full doses of conventional spraying technique, $\frac{3}{4}$ dose of electrostatic spraying technique and full doses of electrostatic spraying technique caused an increase in yield 27.3%, 30.1%, 25.6% and 32.4% respectively.

Key words: Dose, yield, biological efficacy, conventional spraying

GİRİŞ

Buğday, en fazla üretilen tarım ürünü olup Dünya'da 2016 yılında 758.1 milyon ton üretimle tahıllar içerisinde ilk sırada yer almaktadır (Anonim,

2017). Buğday yalnız başına dünya gıda kaynaklarının yaklaşık % 20'sini ve tahıl üretiminin de % 30'unu karşılamaktadır (Mızrak, 2011). Bugün dünyadaki tarım alanlarının büyük çoğunluğu, tahıl grubu

bitkilerle ekilmektedir. Türkiye’ de işlenen alanların %75’ ine yakın bölümünde tahıl tarımı yapılmakta olup, tahıllar içinde de buğday, en geniş ekim alanına sahip bitkidir (TMO, 2012). Dünyada buğday üretiminin ilk sırasında Çin yer alırken, Türkiye ise 15.5 milyon ton üretimi ile 8. sırada yer almaktadır. Dünya buğday üretimindeki ilk dört ülke Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Dünya’da buğday üretici ülkeler (TUSAF, 2013)

Table 1. Wheat producing countries in the World (TUSAF, 2013)

Sıralama	Ülke	Üretim (milyon ton)		
		2010	2011	2012
1	Çin	115.2	117.9	593.8
2	Hindistan	80.78	86.79	94.9
3	A.B.D	60.1	54.4	61.7
4	Rusya	41.5	56.2	37.7
8	Türkiye	17.5	18.8	15.5

İnsanoğlunun istemediği yerde yetişen, yararından çok zararı olan, özellikle tarım alanlarında ürünün verim ve kalitesini azaltan bitkilere yabancı ot denir. Yabancı otlar; bitkiler ile, besin elementleri, su ve ışık için rekabete girmekte ve bunun yanında zararlı böceklerle ve patojenlere konukçuluk yapabilmektedirler. Yabancı otlar ayrıca, yetiştirilen ürünlerin hasadını zorlaştırdıkları gibi hasat işlemlerini de daha masraflı hale getirebilmektedirler. Kalitatif ve kantitatif ürün azalmasına; gerekli kültürel işlerin süratle yapılamamasına; çeşitli böcek ve hastalıkların taşınmasına ya da konukçuluk yaparak bu hastalık ve zararlıların gelişmelerine neden olurlar (Uygur ve ark.,1984). Buğday’ın içinde en fazla zarar veren yabancı ot türleri; *Avena fatua* L. (yabani yulaf), *A. sterilis* L. (kısır yabani yulaf), *Phalaris brachystachys* Link. (kısa başaklı kuş yemi), *P. canariensis* L.(uzun başaklı kuşyemi), *P. Minör* Retz. (küçük başaklı kuşyemi), *P. paradoxa* L.(yumuşak başaklı kuşyemi) ve *Sinapis arvensis* L. (yabanihardal)’dir.

Yabancı ot mücadelesinde, kültürel önlemlerden en önemli yeri tohum temizliği almaktadır. Bunun yanında ekim nöbetini ihmal etmemek gerekir. Ayrıca tarla temizliğine uyulmalı, tarım alet ve makinalarıyla yabancı otların yayılmalarına engel olunmalıdır (Güncan, 2010).

Kimyasal savaşta başarı sağlanabilmesi için ilacın hedef alanda istenilen dozda ve homojen dağılması gerekmektedir. İlaç dağılımının homojen olmaması, yabancı ot kontrolünün istenen düzeyde

gerçekleşmemesine, ilaç uygulamalarının tekrarlanmasına ve çevre kirliliğine neden olmaktadır. Tarımsal ilacın hedef dışı alanlara sürüklenmesi ve hedef alandaki dağılımı başta meteorolojik koşullar olmak üzere, ilacın damla büyüklüğüne, formülasyonuna ve bırakılma yüksekliği gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Yapılan araştırmalar, püskürtülen ilacın yaklaşık % 50-80’lik kısmının hedef yüzeylere ulaşmadığını, ya sürüklenme yoluyla hedef dışına taşındığını ya da aynı alan içerisindeki toprak yüzeyine ulaştığını göstermektedir (Pergher et al., 1997; Tosun ve ark., 2013a).

Uygulayıcıya ve çevreye olan risk potansiyelini en düşük seviyeye indirerek ilaç kullanımında maksimum etkinlik elde etmek için yeni yöntemler ve ekipmanlar geliştirilmiştir. Bu gelişmelerden birisi de elektrostatik yükleme tekniğidir. Elektrostatik yükleme tekniğinde, sıvı ilaç damlaları statik elektrikle yüklenmekte ve yüklenmiş damlalar bitkiye yaklaşırken bitkiden toprağa bir kısım elektron akışı olmakta ve bitkide zıt bir yük oluşmaktadır. Böylece damlalar ve bitki yüzeyleri arasında elektrostatik çekim kuvveti oluşturularak yüklü damlaların bitki yüzeyleri üzerine çökmesi sağlanmaktadır. Yüklü damlalar bitki üzerindeki zıt yüklü iyonlar tarafından çekilmekte ve böylece daha iyi bir penetrasyon ve yaprakların da her iki yüzeyinde iyi bir tutunma ve kaplama sağlanmış olur (Tosun ve ark., 2013b).

Elektrostatik yüklemenin faydaları şu şekilde sıralanabilir:

- İlaç damlaları üzerine etkili olan yerçekimi kuvvetine ek olarak bir elektriksel kuvvet uygulandığı için, bitkiler üzerinde daha fazla ilaç birikmektedir.
- Elektriksel kuvvet, rüzgarın sürüklenme etkisini azaltmada yardımcı olmakta hem ilaç kayıplarının hem de çevre kirliliğinin azalmasına olanak sağlamaktadır.
- Aynı elektriksel yükü yüklenmiş damlaların doğal olarak birbirlerini itmesi nedeniyle bitki yüzeyleri üzerinde daha düzgün bir ilaç dağılımı görülür.
- Elektriksel bir yükü yüklenmiş damlalar, elektriksel alan çizgilerine bağlı olarak değişik yörüngeler izledikleri için yaprak altlarının da yeterli miktarda ilaç alması sağlanmış olur (Dursun ve ark., 2005).

Bu çalışmada, İzmir’de buğdayda sorun olan yabancı otlara karşı elektrostatik ve geleneksel ilaçlama tekniklerinin etkililikleri araştırılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma İzmir'in Menemen İlçesindeki EÜ Ziraat Fakültesi Menemen Araştırma, Uygulama ve Üretim Çiftliğinde yürütülmüştür. Deneme alanına 20-20-0-36 SO₃ taban gübresi 20 kg da⁻¹ dozda, amonyum nitrat (%26'lık) ise 25 kg da⁻¹ oranında üst gübresi olarak atılmıştır. Ceyhan 99 ekmeçlik buğday çeşidi ekilmiştir. Deneme alanına fungusit ve insektisit atılmamıştır. Parselasyon, 20 Ocak 2015 tarihinde yapıp kazıklar çakılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Menemen'deki deneme alanından genel bir görünüm

Figure 1. An overview from the experimental area in Menemen

Denemede kullanılan preparatlar

Çalışmamızda buğdayda sorun olan yabancı otlara karşı ruhsatlı pinoxaden (dar yapraklı yabancı otlara karşı) ve chlorsulfuron (geniş yapraklı yabancı otlara karşı) kullanılmıştır. Denemede kullanılan herbisitler, birbiriyle karıştırılarak tek uygulama şeklinde atılmıştır. Denemede kullanılan herbisitlerin bazı özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Denemede kullanılan herbisitlerin bazı özellikleri

Table 2. Some properties of the herbicides used in the experiment

Herbisit	Aktif Madde	Firma	Önerilen Doz
Axial 45 EC	Pinoxaden 45 g l ⁻¹	Syngenta	100 cc da ⁻¹
Hammer 10 WP	Chlorsulfuron WP %10	Doğal Kimya	7.5 g da ⁻¹

Denemede kullanılan makineler

Denemede sırt pülverizatörü ve elektrostatik ilaçlama makinası kullanılmıştır. Elektrostatik ilaçlama

makinası iki zamanlı bir motor, kompresör, sıvı deposu, elektrostatik yüklemeye yapan el tabancası ve çatı aksamından oluşmaktadır. Geleneksel sırt pülverizatöründe ise 2 konik hüzmeli meme bulunmakta olup 3 bar (40 psi) basınçta çalıştırılmıştır (Şekil 2).



(a)

(b)

Şekil 2. Denemede kullanılan elektrostatik ilaçlama makinası (a) ve sırt pülverizatörü (b)

Figure 2. Electrostatic spraying machine (a) and knapsack sprayer (b) used in the experiment

Suya duyarlı kağıtlar ve tutturucular

Kalitatif yöntemlerde damla spektrumu ve damla yoğunluğu belirlenebilmekte, damlaların yüzeyde kapladığı alan yüzde olarak ölçülebilmektedir. Bu yöntemde su bazlı ilaç damlalarının analizinde suya duyarlı kağıtlar kullanılmaktadır (Sayıncı ve Bastaban, 2009). Denemede birikim miktarının belirlenmesi ve ilacın dağılım düzgünlüğünün ölçülmesi için 2.5 cm çapında kare şeklindeki suya duyarlı özel kağıtlar bitkinin alt, orta ve üst taraflarına kışkaçlar ile tutturulmuştur (Şekil 3).

Deneme, 5 karakterli (chlorsulfuron 1 g da⁻¹ ve pinoxaden 100 ml da⁻¹ geleneksel ilaçlama ve elektrostatik ilaçlama, chlorsulfuron 0.75 g da⁻¹ ve pinoxaden 75 ml/da⁻¹ geleneksel ilaçlama ve elektrostatik ilaçlama ve kontrol) 4 tekerrürlü olmak üzere tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuştur. Herbisitler, buğdayın kardeşlenme dönemi içerisinde yani yabancı otların 2-3 yapraklı döneminde uygulanmıştır. EPPO ilaçlama standartlarına göre her bir parselin büyüklüğü 20 m² (4 x 5m)'dir. Karakterler ve tekerrürler arasında birer metre emniyet şeridi bırakılmıştır.



Şekil 3. Suya duyarlı kağıtların buğday bitkisi üzerine yerleştirilmesi

Figure 3. Positions of water-sensitive papers on the wheat plant

İlaçlamadan sonra yabancı ot tür ve sayısını belirlemek için yapılan sayımlarda, her parselde tesadüfi olarak üç çerçeve atılarak örneklemeler yapılmıştır. Elde edilen değerlerin ortalamaları alınarak, o alan için ana zararlı ve diğer zararlı yabancı otların yoğunlukları tespit edilmiştir. Kurulan bu deneme sonucunda, her karakterin yabancı otlara tür düzeyinde (dominant olan türlere karşı) etkisine bakılarak ve her parselin hasadı ayrı ayrı yapılarak verim değerlendirilmesi yapılmıştır.

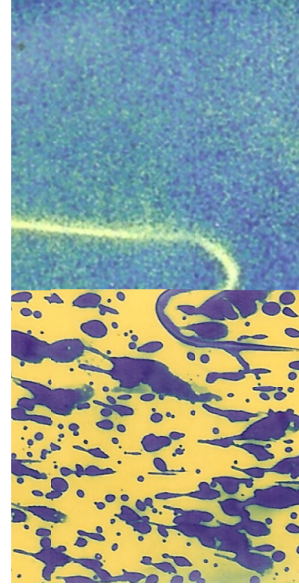
Veriler SPSS For Windows Version16.0 İstatistik Programı ile değerlendirilmiş ve Duncan testi ($P=0,05$) ile sonuçlar yorumlanmıştır. İstatistiksel açıdan farklı çıkan sonuçlar ayrı sütun halinde verilerek a, b ve c şeklinde harflerle belirtilmiştir.

BULGULAR

Bitki Üzerindeki Birikim Miktarı

Buğday bitkisi yapraklarının alt, orta ve üst yerlerine yerleştirilen suya duyarlı kağıtlar ilaçlama yapıldıktan hemen sonra toplanmıştır. Geleneksel ve elektrostatik ilaçlama aletleriyle yapılan ilaçlamanın kaplama oranının belirlenmesi ve ilacın dağılım

düzensizliğinin ölçülmesi hedeflenmiştir. Elektrostatik ilaçlama aleti, homojen bir dağılım ve çok küçük çaplarda ilaç damlaları oluştururken, geleneksel ilaçlama aleti ise tam tersi heterojen bir dağılım ve büyük çaplarda damla çapları oluşturmuştur. Şekil 4'de elektrostatik ve geleneksel ilaçlama dağılımı arasındaki fark gösterilmiştir.



Şekil 4. Elektrostatik (solda) ve geleneksel ilaçlama (sağda) sonrasında suya duyarlı kağıtlarından bir görünüm

Figure 4. A view of the water sensitive papers after electrostatic (left) and conventional spraying (right)

Damlaların hacimsel çap miktarlarını ve kaplama oranını bulmak için suya duyarlı kağıtlar tarayıcı yardımıyla bilgisayara kaydedilmiştir. Damlalar kağıt üzerine düştüğünde belli bir miktar yayılma göstermektedir. Bu nedenle damlanın gerçek çap değeri Image Tool programı ile hesaplanmış ve hacimsel anma çap değeri elde edilmiştir (Çizelge 3). Dv 0.1 öyle bir çap değeri ki bu çap değerinden küçük olan damlalar püskürtülen sıvı hacminin %10'unu ve Dv 0.9 çap değerinde ise büyük damlalar püskürtülen sıvı hacminin %10'unu oluşturmaktadır. Dv 0.5 çap değeri ise küçük-büyük damlaların püskürtülen sıvı hacminin %50'sini oluşturmasıdır.

Suya duyarlı kağıtların ayrıca kaplama oranları bulunmuştur. Elektrostatik ilaçlama ön ve arka kısımlarda eşit oranda kaplama sağlamıştır. Geleneksel ilaçlamanın ise ön ve arka tarafları arasındaki kaplama oranı farkının fazla olmadığı bulunmuştur (Çizelge 4). Ayrıca istatistiksel açıdan da kaplama oranları arasında

farkın önemsiz olduğu bulunmuştur. Elektrostatik ilaçlama ile geleneksel ilaçlama arasındaki farkın az olmasının bir sebebi ilaçlama çalışmalarında sırt ekipmanlarının kullanılmış olmasıdır.

Çizelge 3. Hacimsel anma çapı değerleri

Table 3. Volume Median Diameters

Hacimsel anma çapı (µm)	Geleneksel ilaçlama	Elektrostatik ilaçlama
Dv 0,1	240	70
Dv 0,5	340	93
Dv 0,9	410	117

Çizelge 4. Damlaların yapraktaki kaplama oranı

Table 4. Coverage rates of the leaves

Kaplama Oranı (%)	Ön	Arka
Elektrostatik ilaçlama	13.56	13.68
Geleneksel ilaçlama	10.38	12.92

Deneme alanında 7 adet yabancı ot türü tespit edilmiştir. Dar yapraklı yabancı otlar; *Phalaris* spp. (kuş yemleri), *Avena* spp. (yabani yulaflar), *Lolium temulentum* (delice), geniş yapraklı yabancı otlar; *Lamium amplexicaule* (ballıbabası), *Stellaria media* (kuş otu), *Vicia* spp. (yabani fiğ türleri), *Urtica urens* (ısırgan otu) ve *Veronica* spp. (yavşan otları)'dır.

Çizelge 5'ten de görüleceği gibi, (1. yabancı ot sayımı) kontrolde m²'de 387.6 adet *Phalaris* spp.

Görülürken elektrostatik ilaçlamada tam dozda 92.3 (%76.2 etki), ¾ dozda ise 106.9 adet (%72.4 etki) *Phalaris* spp. görülmüştür. Geleneksel ilaçlamada ise etki tam dozda ve ¾ dozda sırasıyla 96.2 adet (%75.2 etki) ve 190.6 adet (%50.8 etki) *Phalaris* spp. görülmüştür.

Çizelge 6'da ise 2. yabancı ot sayımı sonrasında, kontrolde m²'de 400 adet *Phalaris* spp. görülürken elektrostatik ilaçlamada tam dozda 86.3 (%78.4 etki), ¾ dozda ise 103.3 adet (%74.2 etki) *Phalaris* spp. görülmüştür. Geleneksel ilaçlamada ise etki tam dozda ve ¾ dozda sırasıyla 98.9 adet (%75.3 etki) ve 173.9 adet (%56.5 etki) *Phalaris* spp. görülmüştür.

Deneme alanında görülen geniş yapraklı yabancı otlar oldukça az sayıda görülmüştür bu yüzden hepsi geniş yapraklı yabancı ot başlığı altında verilmiştir. Sayımlar sonucunda geniş yapraklı yabancı ot sayısı Çizelge 7 ve 8'de verilmiştir.

Çizelge 7'de görüleceği gibi 1. yabancı ot sayımı sonrasında, kontrolde m²'de 11.8 adet geniş yapraklı yabancı ot görülürken elektrostatik ilaçlamada tam dozda ve ¾ dozda sırasıyla 5.9 adet (%50 etki) ve 7.3 adet (%38.1 etki) geniş yapraklı yabancı ot görülmüştür. Geleneksel ilaçlamada ise tam dozda ve ¾ dozda sırasıyla 6.5 adet (%44.9 etki) ve 9.9 adet (%16.1 etki) geniş yapraklı yabancı ot görülmüştür.

Çizelge 5. Deneme alanında görülen *Phalaris* spp. (kuş yemleri) (1. sayım)

Table 5. Determined *Phalaris* spp. (canarygrass) on experimental area (1. count)

Uygulamalar	Tekerrürler				Ortalama (adet m ⁻²)*	Etki Değeri (%)
	1	2	3	4		
Kontrol	334.4	380	389.2	446.8	387.6 a	
Geleneksel ilaçlama (3/4 doz)	214.8	181.4	184	182.4	190.6 b	50.8
Geleneksel ilaçlama (tam doz)	61.2	46.4	106.4	170.8	96.2 c	75.2
Elektrostatik ilaçlama (3/4 doz)	62.4	180	88	97.2	106.9 c	72.4
Elektrostatik ilaçlama (tam doz)	144	58.8	80	86.4	92.3 c	76.2

*a, b ve c harfleri İstatistiksel açıdan farkları belirtmektedir.

Çizelge 6. Deneme alanında görülen *Phalaris* spp. (kuş yemleri) (2. sayım)

Table 6. Determined *Phalaris* spp. (canarygrass) on experimental area (2. count)

Uygulamalar	Tekerrürler				Ortalama (adet m ⁻²)*	Etki Değeri (%)
	1	2	3	4		
Kontrol	266.8	433.2	410.8	489.2	400 a	
Geleneksel ilaçlama (3/4 doz)	212	120	185.2	178.4	173.9 b	56.5
Geleneksel ilaçlama (tam doz)	62.8	57.2	101.2	174.4	98.9 c	75.3
Elektrostatik ilaçlama (3/4 doz)	61.2	170.8	84	97.2	103.3 c	74.2
Elektrostatik ilaçlama (tam doz)	132	68	62.4	82.6	86.3 c	78.4

*a, b ve c harfleri istatistiksel açıdan farkları belirtmektedir.

Çizelge 7. Deneme alanında görülen geniş yapraklı yabancı otlar (1. sayım)

Table 7. Determined broadleaf on experimental area (1. count)

Uygulamalar	Tekerrürler				Ortalama (adet m ⁻²)	Etki Değeri (%)
	1	2	3	4		
Kontrol	0	19	11.2	16.8	11.8 a	
Geleneksel ilaçlama (3/4 doz)	2.4	16.4	0	20.8	9.9 a	16.1
Geleneksel ilaçlama (tam doz)	10.4	2	10.4	3.2	6.5 a	44.9
Elektrostatik ilaçlama (3/4 doz)	5.6	3.2	4.4	16	7.3 a	38.1
Elektrostatik ilaçlama (tam doz)	5.6	12.4	5.6	0	5.9 a	50

Çizelge 8. Deneme alanında görülen geniş yapraklı yabancı otlar (2. sayım)

Table 8. Determined broadleaf on experimental area (2. count)

Uygulamalar	Tekerrürler				Ortalama (adet m ⁻²)	Etki Değeri (%)
	1	2	3	4		
Kontrol	0	25.6	17.2	22.8	16.4 a	
Geleneksel ilaçlama (3/4 doz)	7.6	22	0	24.4	13.5 a	17.7
Geleneksel ilaçlama (tam doz)	15.8	3.2	9.2	4.4	8.1 a	50.7
Elektrostatik ilaçlama (3/4 doz)	6.8	5.6	6.8	21.2	10.1 a	38.4
Elektrostatik ilaçlama (tam doz)	7.2	12.4	5.6	0	6.3 a	61.6

Çizelge 8'de ise 2. yabancı ot sayımı sonrasında, kontrolde m²'de 16.4 adet geniş yapraklı yabancı ot görülürken elektrostatik ilaçlamada tam dozda ve ¾ dozda sırasıyla 6.3 adet (%61.6 etki) ve 10.1 adet (%38.4 etki) geniş yapraklı yabancı ot görülmüştür. Geleneksel ilaçlamada ise tam dozda ve ¾ dozda sırasıyla 8.1 adet (%50.7 etki) ve 13.5 adet (%17.7 etki) geniş yapraklı yabancı ot görülmüştür.

Verim Analiz Sonuçları

Hasat yapılmadan önce parsellerin etrafı ipe çevrelenmiştir. Parsellerin her biri ayrı ayrı hasat edilerek sap samandan ayrılan daneler hassas terazide

tartıldıktan sonra her bir tekerrürün değeri Çizelge 9'da verilmiştir. Tekerrürlerin ortalamaları alınarak dekara göre verimi hesaplanmıştır. Artış değerleri kontrol parsellerinin ortalaması baz alınarak % olarak hesaplanmıştır. Çizelge 9'dan da görüleceği gibi, kontrol parsellerinden 220 kg da⁻¹ verim elde edilmiştir. Elektrostatik ilaçlamanın tam doz ve ¾ doz parsellerinden sırasıyla 291.25 kg da⁻¹ (%32.4 artış) ve 276.25kg da⁻¹ (%25.6 artış) verim elde edilmiştir. Geleneksel ilaçlamanın tam doz ve ¾ doz parsellerinden sırasıyla 286.25 kg da⁻¹ (%30.1 artış) ve 280 kg da⁻¹ (%27.3 artış) verim elde edilmiştir.

Çizelge 9. Deneme parsellerinin buğday verim değerleri (kg da⁻¹)Table 9. Wheat yield values of experimental area (kg da⁻¹)

Uygulamalar	Tekerrürler				Ortalama (kgda ⁻¹)	Artış (%)
	1	2	3	4		
Kontrol	230	245	200	205	220 a	
Geleneksel ilaçlama (3/4 doz)	265	305	270	280	280 b	27.3
Geleneksel ilaçlama (tam doz)	320	265	285	275	286.25 b	30.1
Elektrostatik İlaçlama (3/4 doz)	275	270	270	290	276.25 b	25.6
Elektrostatik ilaçlama (tam doz)	265	290	325	285	291.25 b	32.4

TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada Ege bölgesinde buğdayda yabancı ot mücadelesinde elektrostatik ilaçlama tekniği ile geleneksel ilaçlama tekniği etkinliklerinin karşılaştırılması olarak verilmesi amaçlanmıştır. Buğdayda yabancı otlara karşı elektrostatik ilaçlama tekniği ülkemizde ilk kez bu çalışmada denenmiştir. Deneme alanına 23 Ocak 2015 tarihinde buğdayın kardeşlenme dönemi sırasında ilaçlama yapılmıştır. İlaçlamadan 20 gün sonra fitotoksosite kontrolü yapılmış olup ve herhangi bir fitotoksitete rastlanmamıştır. İlaçlamadan 28 ve 55 gün sonra yabancı ot sayımı yapılmıştır. Sonuç olarak uygulanan bütün uygulamalar, kontrol parsellerine göre etkili bulunmuştur.

Phalaris spp. yabancı ot yoğunluğuna göre 1. sayım sonrasında; geleneksel ilaçlama tekniğinin ¾ dozu % 50.8, geleneksel ilaçlama tekniğinin tam dozu %75.2, elektrostatik ilaçlama tekniğinin ¾ dozu %72.4 ve elektrostatik ilaçlamanın tam dozu %76.2 oranında etkili bulunmuştur. *Phalaris* spp. yabancı ot yoğunluğuna göre 2. Sayım sonrasında ise; geleneksel ilaçlama tekniğinin ¾ dozu % 56.5, geleneksel ilaçlama tekniğinin tam dozu %75.3, elektrostatik ilaçlama tekniğinin ¾ dozu %74.2 ve elektrostatik ilaçlamanın tam dozu %78.4 oranında etkili bulunmuştur.

Geniş yapraklı yabancı ot yoğunluğuna göre 1. sayım sonrasında; geleneksel ilaçlama tekniğinin ¾ dozu %16.1, geleneksel ilaçlama tekniğinin tam dozu %44.9, elektrostatik ilaçlama tekniğinin ¾ dozu %38.1 ve elektrostatik ilaçlamanın tam dozu % 50 oranında etkili bulunmuştur. Geniş yapraklı yabancı ot yoğunluğuna göre 2. Sayım sonrasında ise; geleneksel ilaçlama tekniğinin ¾ dozu %17.7, geleneksel

ilaçlama tekniğinin tam dozu %50.7, elektrostatik ilaçlama tekniğinin ¾ dozu % 38.4 ve elektrostatik ilaçlamanın tam dozu %61.6 oranında etkili bulunmuştur.

Hasattan sonra (2 Haziran 2015) her bir parselin verimi ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Verimin kontrol parsellerine göre; geleneksel ilaçlama tekniğinin ¾ dozu %27.3, geleneksel ilaçlama tekniğinin tam dozu %30.1, elektrostatik ilaçlama tekniğinin ¾ dozu % 25.6 ve elektrostatik ilaçlamanın tam dozu %32.4 oranında artış gösterdiği bulunmuştur.

Herbisitlerin yabancı ot yoğunluğunu etkilemede düşük kalmasının sebepleri, deneme alanının küçük olması, ilaçlamada kullanılan suyun pH'ının ölçülmemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Suyun pH'ının belirli aralığın dışında olması ilaçların etkinliğini düşüren bir etkiye sahip olabilmektedir. Ayrıca deneme parsellerinde el tabancası ile uygulama yapılmasının da olumsuz etkileri olduğu düşünülmektedir. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda her iki teknik için de tarla tipi pülverizatörlerin kullanılması daha doğru olacaktır. Verim değerlerinin düşük kalmasının ise bazı deneme parsellerinde fazla su birikimi olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu nedenle bu çalışmanın daha büyük alanlarda ve yabancı otun daha homojen dağıldığı ve daha yoğun olduğu buğday alanlarında tekrarlanması yararlı olacaktır.

Denemede ayrıca yaprakta kaplama oranını belirlemek ve ilacın dağılımını ölçmek için yerleştirilen suya duyarlı kağıtlara bakıldığında (Şekil 4) elektrostatik ilaçlamanın yaprak üzerine küçük çaplı damlalar (ince damla sınıfı) halinde homojen bir şekilde dağıldığını görülmektedir. Geleneksel ilaçlamanın ise büyük çaplı damlalar halinde heterojen bir şekilde dağıldığı görülmektedir. Elektrostatik

ilaçlamanın bu etkinliği dar yapraklı yabancı otlar gibi yüzey alanı dar olan bitkilere bile etkili bir şekilde ulaşacağını göstermektedir. Dv 0.5 ortalama hacimsel anma çap değerine bakıldığında elektrostatik ilaçlamanın 93 µm geleneksel ilaçlamanın ise 340 µm boyutunda olduğu bulunmuştur. Geleneksel ilaçlamada damla çapı elektrostatik ilaçlamadaki damla çapından 3.65 kat daha büyüktür. Ancak damla çapındaki bu büyüklük damla hacimleri arasında yaklaşık 49 katlık bir fark oluşmasına yol açmaktadır. Başka bir ifade ile geleneksel yöntemle oluşturulan damlaların hacimleri elektrostatik püskürtme tekniğinde elde edilen damlaların hacminden 49 kat daha büyüktür. Bu durum geleneksel yöntemde kullanılan, hedef dışına gitmesi durumunda boşa giden ilaç miktarlarının ve paralelinde çevre kirliliğinin fazla olmasına neden olmaktadır.

Elektrostatik ilaçlama ve geleneksel ilaçlamanın ¾ dozları karşılaştırıldığında elektrostatik ilaçlamanın daha başarılı olduğu bulunmuştur. Yapılan bir çalışmada (Cesari et al, 1986), elektrostatik ilaçlamada kullanılan fungusit miktarının % 20 oranında düşürüldüğünde etkinin azalmadığını belirtmiştir. Başka bir çalışmada ise (Law and Mills, 1980), ABD’de brokolide *B.thuringiensis* mikrobiyal insektisitinin uygulama hacmindeki 8 katlık azalmanın insektisit miktarını % 25-50 arasında azalttığı belirtilmiş olup benzer sonuçlar elde edilmiştir. Herbisitlerin fiyatlarının yüksek oluşu düşük dozlarda mücadelenin önemini artırmaktadır. Bir çalışmaya göre ABD’de ürünün kalitesinde ve miktarında yabancı otların sebep olduğu kaybin yılda 5.1 milyar dolar olduğunu saptamıştır (Zimdahl, 1980). Chlorsulfuron gibi etkili maddeli herbisitlerin toprakta kalıcılığı uzun olduğundan dolayı daha düşük dozlarda dahi mücadele olanağı sağlamaktadır. Yapılan bir çalışmada buğday bitkisine uygulanan chlorsulfuron etkili maddeli herbisitinin 10 g/da % 75’lik preperat dozunun uygulanmasından 8 ay sonra ekilen mercimek bitkisinin çıkışını % 62, aynı herbisitinin 20 g/ha dozu ise % 86 etkilediği bulunmuştur (Uzun, 1992). Elektrostatik ilaçlama tekniğinde ilacın sürüklenmesi sonucu toprağa giden ilaç miktarı geleneksel ilaçlamaya göre oldukça az miktardadır. Bu nedenle başta çevre olmak üzere hedef dışı organizmalara etkisi minimum seviyededir.

Yukarıda bahsedilen deneme sonuçlarına göre buğdayda sorun olan yabancı otlara karşı elektrostatik ilaçlama tekniğinin etkililiğini geleneksel ilaçlama tekniği ile karşılaştırılmış olup yapılan öneriler şu şekildedir:

- Yabancı ot ilaçlamasında toprağa ve hedef dışı organizmalara giden ilaçlı su miktarının elektrostatik ilaçlama tekniği ile azaltılabileceği düşünülmektedir.
- Herbisitlerin özellikle dar yapraklı yabancı otların yapraklarına ulaşabilmesi zor olmaktadır ama elektrostatik yönteminde yüklü iyonlar sayesinde yabancı otun yapraklarına tutunabilmesi daha kolay olmaktadır.
- Herbisitlerin fiyatlarının yüksek oluşu ve herbisitlerin toprakta kalıcılığı uzun olduğundan düşük dozlarda geleneksel ilaçlamaya göre daha başarılı olan elektrostatik ilaçlama daha fazla önem kazanmaktadır.
- Gelişmiş ülkelerde yaygın ve uzun yıllardır kullanılan elektrostatik ilaçlama teknolojisi ülkemizde de yaygınlaştırılması gerekmektedir.
- Bu çalışma ile buğday yapan üreticilere ve tarımla uğraşan diğer üreticilere ülkemiz için yeni bir teknoloji olan elektrostatik ilaçlama aletinin avantajları sunulmuştur ve elektrostatik ilaçlama ile daha etkili ve daha başarılı bir şekilde ilaçlama yapılabileceği belirtilmiştir.

Kimyasal mücadelenin 3 temel ilkesi olan ekolojik, ekonomik ve etkinlik prensiplerine uyan bu teknolojinin ülkemizde yaygınlaştırılması gerekmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde verdikleri destekten dolayı Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi (2014 ZRF039 NO’LU PROJE) Komisyonuna teşekkür ederiz.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Anonim, 2017, Record Cereal Production to Boost Global Supplies in 2016/2017. FAO. Release date:02.02.2017
- Anonim, 2013, Tahıl raporu/Nüsha <http://arastirma.tarim.gov.tr/gaputaem/Belgeler/tar%C4%B1msal%20veriler/gaputaem%20gncel/Tah%C4%B1%20Raporu.pdf> (Erişim tarihi 23 Mart 2015).
- Cesari A., Davi R., Castagnoli F. and Flori P., 1986, Low Volume Phytoiatric Applications With Electrostatic Distribution Systems. Department for the Protection and Development of Agri-foodstuffs Plant Pathology Section - University of Bologna (Italy) Atti Giorn. Fitopat., 2, 525-534.
- Dursun, E., Çilingir, İ. ve Erman, A., 2005, Tarımsal Savaşım ve Mekanizasyonunda Yeni Yaklaşımlar. http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/ab070d53bd0d200_ek.pdf?tipi=14&sube= (Erişim tarihi 1 Eylül 2015)
- Güncan, A., 2010, Yabancı Ot Mücadelesi (genişletilmiş ve ilaveli ikinci baskı). Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Konya. 278 s.,

- Law, S. E. and Mills, H. A., 1980, Electrostatic Application of Low-Volume Microbial insecticide spray on broccoli plants. Journal of American Society for Horticultural Science Vol. 105 No. 6pp. 774-777.
- Mızrak, G., 2011, Buğdayın Hikayesi. Türkiye Ziraat Odaları Birliği Yayını, 156. s.
- Pergher, G., R.Gubiani and G.Tonetto., 1997, Foliar Deposition and Pesticide Losses From Three Air-assisted Sprayers in a Hedgerow Vineyard. Crop Protection, 16 (1): 25-33.
- Sayıncı B. ve Bastaban S., 2009, İlaç Uygulama Performansının Değerlendirilmesinde Kalitatif ve Kantitatif Analiz Yöntemlerinin İncelenmesi. Anadolu Tarım Bilim. Der., 2009,24(2):133-140.
- TMO (Toprak Mahsülleri Ofisi) 2012, "Hububat Sektör Raporu" <http://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/raporlar/HububatSektorRaporu2012.pdf> (Erişim tarihi 15 Mayıs 2014)
- Tosun N., Güler H., Urkan E. ve Güven H., 2013 a, Bitki Sağlığında Yeni Dönem; Elektrostatik Püskürtme. Hasad Bitkisel Üretim. 28 (335):56-59s.
- Tosun N., Güler H., Urkan E. ve Güven H., 2013 b, Bitki Korumada Elektrostatik İlaçlama Yöntemi. (Ed. K. Melan, O. Arı) I. Bitki Koruma Ürünleri ve Makineleri Kongresi 03-04 Nisan 2013, Antalya. Bitki Koruma Makineleri, Cilt3, Ankara, 267-282.
- TUSAF (Türkiye Un Sanayicileri Federasyonu) 2013, "2013 Yılı Un Sanayi Sektör Raporu" <http://www.usf.org.tr/TR/dosya/1-2141/h/tusaf-un-sektor-raporu-2013.pdf> (Erişim tarihi 15 Mayıs 2014)
- Uygur, F.N., Koch, W. ve Walter, H., 1984, Yabancı Ot Bilimine Giriş (Kurs Notu). PLITS, 1984/2 (1), Verlag J. Margraf, Stuttgart, Germany, s. 114.
- Uzun, A., 1992, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Glean 75 DF (Chlorsulfuron) İlaç Kalıntısının Münavebe Bitkisi Mercimek (*Lens esculenta* Moench.)'in Çıkışına Etkisinin Belirlenmesi Üzerinde Çalışmalar. Zirai Mücadele Araştırma Yıllığı, 1992.
- Zimdahl, R. L., 1980, Weed-Crop Competition (A Review). International Plant Protection Center Pub. Oregon State Univ., Corvallis, Oregon, USA.