



Available at: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tjws>

Turkish Journal of Weed Science

©Turkish Weed Science Society



Araştırma Makalesi/Research Article

Çeltik Yetiştiriciliğinde Zirai İnsansız Hava Araçları ile Herbisit Uygulamaları Sırasında Olası Sürüklenmenin Komşu Parsellere Etkilerinin Belirlenmesi

Yalçın KAYA^{1*}, Nuran YİĞİT², Bülent BAŞARAN¹, Hüsrev MENNAN³, Rüçhan ÇÖMLEK⁴

¹ Orta Karadeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Tokat, Türkiye, Orcid: 0000-0002-5378-6137

² Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara, Türkiye, Orcid: 0000-0002-7385-8812

³ 19 Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Samsun, Türkiye, Orcid: 0000-0003-3874-5481

⁴ 19 Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Samsun, Türkiye, Orcid: 0000-0002-1410-8114

Corresponding author: kayayalcin@tarimorman.gov.tr

ÖZET

Çeltik tarımında yabancı otlar başlıca sorun teşkil etmektedir. Bu yabancı otların çeltik bitkisinin besin maddesi, su ve ışığına ortak olarak verdikleri zarar %20'dan başlayarak %100'e varabilmektedir (Özer, 1993; Damar, 2006; Anonim, 2017; Güncan ve Karaca, 2018). Özellikle sucul sisteme adapte olmuş *Echinochloa*, *Cyperus* ve *Alisma* cinslerine ait yabancı ot türlerinin kimyasal mücadelede herbisitlerden kaynaklı dayanıklılık sorunları pratikte karışımli ilaçlamaları zorunlu kılar hale gelmiştir. Özellikle çeltik yetiştiriciliğinde *Echinochloa* türlerinin kontrolünde bir oksin grubu olan Quinclorac aktif maddesinin etkinliği nedeniyle tercih edilmesi, bu aktif maddenin uçuculuk ve sürüklenme yeteneğinin fazla olmasından kaynaklı sınır komşularında yer alan farklı kültür bitkilerinde fitotoksikite şikayetlerini de beraberinde getirmektedir. Son yıllarda çeltik yetiştiriciliğinde yabancı ot ilaçlamasında geleneksel yöntemlerin yerini almaya başlayan ZİHA (Zirai İnsansız Hava Aracı)'lar için optimum uygulama parametrelerinin araştırıldığı projemizde, parametrelerden bir tanesi de uygulama sonrası herbisit sürüklenmesi ve bu sürüklenmeye bağlı olarak yan parsellerdeki farklı ürünlerde oluşabilecek kalıntı sorununun belirlenmesi olmuştur. Bu kapsamda, 2024 yılında Karadeniz Bölgesinde kurulan kontrollü denemelerde çeltik parsellerinin yan parsellerine mısır bitkileri ekilmiştir. Bu parsellere İHA-1 sınıfı insansız hava aracı kullanılarak çıkış sonrası dönemde Quinclorac 250 g/lt, 20 g/l Penoxsulam + 12,5 g/l Floryprauxifen-benzyl ve Cyhalofop-butyl 200 g/lt ilaç kombinasyonu uygulanmıştır. Bu karışımlar; ülkemizde çeltik yetiştiricilerin büyük çoğunluğunun pratikte kullandıkları karışımlar ve 2020 yılında çeltikte yürütülmüş olan deşarj edilen quinclorac sulama suyunun sebze parsellerinde oluşturduğu fitotoksitenin araştırıldığı projeden elde edilen verilerin dikkate alınarak oluşturulmuştur (Mennan ve ark., 2023). İlaçlamayı takiben ilacli alana 2 m, 4 m, 6 m ve 8 m mesafede bulunan deneme parsellerinden ve kontrol parselinden 0., 1., 7., 14. ve 28. günlerde Standart Kalıntı Deneme Metoduna (Anonim, 2024) göre mısır örnekleri alınmış ve kalıntı analizlerinin yapılması için ilgili laboratuvara gönderilmiştir. Örneklerde tespit edilen aktif madde miktarları mg/kg (ppm) olarak verilmiştir. Her bir pestisit aktif maddesi için LOD ve LOQ değeri 0,01 mg/kg olarak bulunmuştur. Örneklerde tespit edilen aktif madde miktarları mısıra ülkemizde geçerli olan Maksimum Kalıntı Limiti (MRL) değerleri ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak; bu aktif maddelerin farklı uzaklıklardaki parsellerde değişen oranlarda ve farklı günlerde tespit edilmiş olması, bizlere çeltikte yapılan ilaçlamanın komşu parseldeki üründe pestisit kalıntısı yönüyle risk oluşturduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Çeltik, ZİHA, Sürüklenme, Kalıntı, Mısır

Determination of the Effects of Possible Drift to Adjacent Plots During Herbicide Applications with Agricultural Drones in Rice Cultivation

ABSTRACT

Weeds constitute a major problem in rice cultivation. Weeds also pose a problem in rice farming. The damage caused by these weeds to the rice plant's nutrients, water and light can range from 20% to 100% (Özer, 1993; Damar, 2006; Anonymous, 2017; Güncan and Karaca, 2018). Particularly in the chemical control of aquatic weed species belonging to the genera *Echinochloa*, *Cyperus*, and *Alisma*, resistance problems arising from herbicide use have made tank-mixed applications a necessity in practice. In rice farming, the active ingredient Quinclorac, which belongs to the auxin group, is especially preferred for controlling *Echinochloa* species due to its effectiveness. However, its high volatility and drift potential often lead to phytotoxicity complaints in neighboring fields planted with other crops. In our recent project, which investigates optimum application parameters for Agricultural Unmanned Aerial Vehicles (AUAVs), which are increasingly replacing traditional methods in rice herbicide applications, one of the parameters studied is herbicide drift and potential residue problems in adjacent plots planted with different crops. As part of this study, controlled field trials were conducted in the Black Sea Region in 2024. Maize plants were sown in plots adjacent to rice fields. Using a UAV classified under "UAV-1," a combination of post-emergence herbicides was applied at the following rates per hectare: 2 liters of Otör IQ (Quinclorac 250 g/L), 2 liters of Baxiga 32.5 OD (20 g/L Penoxsulam + 12.5 g/L Floryprauxifen-benzyl), and 3 liters of Clincher Duo (200 g/L Cyhalofop-butyl). These mixtures were created by taking into account the mixtures used in practice by the majority of rice growers in our country and the data obtained from the project conducted in 2020 in rice to investigate the phytotoxicity of discharged quinclorac irrigation water in vegetable plots (Mennan et al., 2023). Following the application, maize samples were collected from trial plots located at 2 m, 4 m, 6 m, and 8 m from the sprayed area, as well as from a control plot, on Days 0, 1, 7, 14, and 28, in accordance with the Standard Residue Trial Method (Anonymous, 2020). These samples were sent to a certified laboratory for residue analysis. The detected active ingredient concentrations were measured in mg/kg (ppm). For each pesticide active ingredient, the LOD and LOQ values were determined to be 0.01 mg/kg. The detected active ingredient levels in the samples were compared with the Maximum Residue Limit (MRL) values currently in force in our country for maize. As a result; the fact that these active substances were detected in varying amounts and on different days in parcels at different distances showed us that the spraying of rice poses a risk in terms of pesticide residue in the product in the neighboring parcel.

Keywords: Paddy, AUAV, Drift, Residue, Corn

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun çoğunluğunun besin kaynağı olan çeltik en önemli tarımsal ürünlerden biridir. Hızla artan dünya nüfusunun artış hızı dikkate alındığında bu talebi karşılamak için çeltik üretiminin ülkemizde de artırılması zorunluluk haline gelmiştir. 2023 yılı verilerine göre dünyada çeltik üretiminde Çin 144,6 milyon tonla ilk sırada yer alırken, Hindistan 134 milyon tonla ikinci sırada yer almaktadır. Türkiye ise 900 bin ton çeltik üretimine sahiptir (Anonim, 2023). Hızla artan küresel nüfus ve buna bağlı olarak kentleşme ile bozulan tarım alanları, iklim değişikliği gibi nedenlerle tüm ürünlerde olduğu gibi çeltik üretiminde de talebinin artışına neden olmaktadır. Vaghefi ve ark., iklim değişikliğinin gıda güvenliği üzerindeki etkisi üzerine yaptıkları araştırmalarda sıcaklık ve yağış düzeninde beklenen artışların 2030 yılına kadar çeltik verimini %31,3 oranında azaltabileceğini bildirmişlerdir. Özşahin, 2008'e göre, Türkiye'de çeltik tarımı, yaklaşık 500 yıldır süregelenmektedir. Pirinçle ilgili veriler Osmanlı Devleti muhasebe kayıtlarında da yer almaktadır (Taş, 2020). Ülkemiz nüfusunun 2050 yılında 96 milyon nüfusa ulaşacağı öngörüldüğünden çeltiğe olan talepte de bir artış kaçınılmaz olacaktır. Bu nedenle, günümüzde iç tüketimi karşılamayan çeltik üretim alanlarında ana problem olan yabancı otlarla etkili ve bilinçli bir şekilde mücadele yapılmalıdır (Anonim, 2021).

Tarımsal üretim alanlarında sorun oluşturan yabancı otlara karşı mücadele edilmediğinde, kültür bitkisinin ve yabancı otun türüne bağlı olarak, %20 ile %100 arasında ürün kaybı meydana geldiği bildirilmektedir (Özer, 1993; Damar, 2006; Anonim, 2017; Güncan ve Karaca, 2018). Çeltik bitkisinde yabancı otlardan kaynaklı önemli ürün kaybı yaşayan kültür bitkilerinden biridir. Çeltik ekim alanlarında mücadelesi en zor etmenler yine yabancı otlardır. Bunun nedeni, yabancı otların aynı zamanda çeltik üretiminin tamamen sucul ortamda gerçekleştirilmesinden dolayı bu sisteme adapte olmuş olması bir başka zorluk olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu yabancı ot türleri içerisinde *Echinochloa* ve *Cyperus* cinslerine ait türlerin önemli sorunlar yarattığı ve kontrolünün güç olduğu görülmektedir (Holm vd., 1977; Ruiz-Santaella vd., 2006; Talbert ve Burgos, 2007; Mennan vd., 2012).

Echinochloa cinsine ait türlerden *Echinochloa crus-galli* (L.) P. B. (Darıcan), *Echinochloa oryzoides* (Ard) Fritsch (Çeltiksi

darıcan) ve son yıllarda tespit edilen *E. oryzicola* syn: *E. phyllopogon* türleri Marmara ve Karadeniz bölgesi çeltik alanlarında önemli sorun haline gelmiştir (Işık ve Mennan, 2001; Tabacchı vd., 2006; Damalas vd., 2008; Mennan vd., 2012; Mennan ve Kaya-Altop, 2012). Yine *Cyperus* için *Cyperus difformis* L. ve *Alisma* cinsinden ise *Alisma plantago-aquatica* L.'yı bu yabancı otlara dahil edebiliriz. Bir diğer zorluk ise bu yabancı otlara karşı uzun yıllardır çıkış sonrası olarak ALS ve ACCase inhibitörü herbisitlerin kullanılmasından kaynaklı dayanıklılık problemi ortaya çıkmış olması ve bu yabancı otlarla mücadelenin günümüzde imkânsız hale gelmesidir. Mennan vd., (2012) tarafından Marmara ve Karadeniz Bölgesi çeltik ekim alanlarında *E. oryzoides* ve *E. crus-galli*'nin ALS ve ACCase inhibitörü herbisitlere dayanıklı popülasyonlarının araştırıldığı projede mevcut popülasyonlarının %50'sinin en az bir veya her iki inhibitör grubuna dayanıklı olduğu tespit edilmiştir. Bugün bu oranın daha da artmış olma ihtimali rahatlıkla öngörülebilir.

Gerek dünyada gerekse ülkemizde geleneksel tarım uygulamaları yerine günümüzde hassas tarım uygulamalarının kullanım alanları artmaya başlamıştır. Pestisit uygulamaları (Esposito vd., 2021), sulama (Nawar vd., 2017; Lama vd., 2020), toprak işleme ve ekim (Gautam vd., 2019) ve gübreleme (Chlingaryan, 2018) bu alanlara örnek verilebilir. Bununla birlikte "Hassas Tarım Uygulamaları" içerisinde herbisitlerin farklı yöntemlerle uygulanmasının gündeme gelmesiyle birlikte, Zirai İnsansız Hava Araçları (ZİHA) yabancı ot mücadelesinin önemli bir unsuru olmaya başlamıştır. Küresel İHA pazarı 2018 yılında yaklaşık 20,71 milyar USD dolayında iken 2025 yılında bu pazarın 52,3 milyar USD'ye yükseleceği tahmin edilmektedir. Aynı dönem içerisinde tarımsal amaçlı olarak kullanılan ZİHA pazarı 1,2 milyar USD'den 2025'te 4,8 milyar USD'ye ulaşacağı tahmin edilmektedir (Ting-Chu vd., 2020). Zirai insansız hava araçlarının pazarının büyümesine paralel olarak tarım alanlarında kullanımı da bu pazar içerisinde yerini almıştır. Çeltik gibi agronomisi zahmetli bir ürün için üreticilerin dünyadaki bu eğilimlere duyarsız kalması mümkün değildir. ZİHA'lar ile ilaçlama süresinin geleneksel yöntemlere göre daha kısa olması, zorlu arazi koşullarında dahi ilaçlama yapılabilmesi, homojen bir ilaçlama sağlayabilmesi ve en önemlisi ilaçlama maliyetinin düşük olması gibi avantajlar çeltik üreticileri için önemli avantajlar sağlamıştır.

Günümüzde tarımsal üretimde robotik uygulamalar, yapay zeka, veri analizleri gibi birçok yeni üretim tekniklerini içeren hassas tarım ve akıllı tarım kavramları teknolojinin ilgisini çekmektedir. Gerek teknolojik yatırımların artması gerekse üreticilerin artan ilgisi ile ZİHA'lar herbisit uygulamasında çeltik ekim alanlarında üreticiler tarafından tercih sebebi olmuştur. Çeltik yetiştiricilik sistemlerinde yabancı ot mücadelesinde herbisit kullanımı, başka alternatiflerin olmaması sebebiyle yabancı otlarla mücadelede en çok tercih edilen metottur. Geleneksel yöntemlerle herbisitlerin tarla pülverizatörü ile uygulanması sırasında traktörlerin batması, zaman kaybı, alanların büyüklüğü ve işçilik maliyetleri gibi faktörlerden dolayı ZİHA'ların bu açığı iyi görmüş olması hızlı adapte olmasındaki en önemli faktördür. Ancak bu mücadele yönteminin birçok avantajı olmasına rağmen bilinçsizce ve yoğun olarak kullanılması tarımsal açıdan da birçok sıkıntıyı da beraberinde getirmektedir. Bu sorunlardan biri de ZİHA'larla uygulanan herbisitlerin sürüklenme ve bu sürüklenmeye bağlı olarak komşu parsellerdeki üründe oluşan kalıntı sorunudur. Son yıllarda çeltik yetiştirilen alanlarda yeni bir *Echinochloa* türü (*E. phyllopogon*) sorun olmaya başlamıştır. Bu tür, çeltik yetiştiricileri tarafından kirpi darı ya da dik darı olarak adlandırılmakta olup kimyasal mücadelesinde sentetik oksin etki mekanizmasına sahip quinoline carboxylic acid grubundan quinclorac kullanılmaktadır. Quinclorac bir oksin grubu herbisit olup çeltik ekim alanlarından uçuculuk ve sürüklenme sonucunda Solenacea familyasına ait kültür bitkilerinde yapraklarda kıvrılma, çiçeklerin dökülmesi, meyve tutumunun azalması ve yine meyvede şekil bozuklukları şeklinde belirtiler oluşturmaktadır (Lovelance vd., 2017). Bununla birlikte Florypyrauxifen-benzyl'de bir hormon olup uçuculuk olmasa da komşu parseldeki kültür bitkilerine cyhalofop-butyl ile tehdit oluşturabilir. Marmara Bölgesinde bu yönde bir sorun olmamakla beraber Karadeniz Bölgesinde çeltik ekim alanlarına yakın domates, biber ve fasulye ekimi tamamen bitmiş yerine ise silajlık mısır üretimi başlamıştır. Herbisit uygulama programlarının içerisinde yer alan Quinclorac bir oksin grubu herbisit olup çeltik ekim alanlarından uçuculuk ve sürüklenme sonucunda Solenacea familyasına ait kültür bitkilerine zarar vermesinden dolayı Karadeniz bölgesinde üretim alışkanlıkları değişmiş ve çeltik ekim alanlarının yanına genelde mısır ekilmeye başlanmıştır. Bu çalışma kapsamında çeltik ekim alanından 2'şer metre ara ile 50 m²'den oluşan 4 ayrı, toplamda 8 parselde ilaç kalıntısının izlenmesi (ISO22866:2005) amacıyla

sadece Karadeniz Bölgesinde kontrollü denemeler kurulmuş ve dekara çeltik ekim alanına yakın mısır ekilen bir deneme alanında herbisit programını [dekara 2 lt Otör IQ, 2 lt Baxiga 32.5 ve 3 lt Clincher Duo uygulandıktan sonra mısır da sürüklenme sonucunda muhtemel oluşabilecek kalıntı sorunu araştırılmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1 Materyal

Quinclorac bir oksin grubu herbisit olup çeltik ekim alanlarından uçuculuk ve sürüklenme sonucunda Solenacea familyasına ait kültür bitkilerine zarar vermesinden dolayı çeltik ekim alanlarının yanına genelde mısır bitkisi ekimleri gerçekleştirilmiş, bu amaçla çeltik ekim alanından 2'şer metre ara ile 50 m²'den oluşan 4 ayrı, toplamda 8 parselde ilaç kalıntısının izlenmesi (ISO22866:2005) amacıyla Karadeniz Bölgesinde kontrollü deneme kurulmuştur. Belirlenen ilaçlama kombinasyonuna göre hektara 2 lt Otör IQ (Quinclorac 250 g/lt), 2 lt Baxiga 32.5 OD (20 g/l Penoxsulam + 12,5 g/l Florypyrauxifen-benzyl) ve 3 lt Clincher Duo (200 glt Cyhalofop-butyl) uygulanmıştır. Denemelerde karakter sayısının ve intreaksiyonun fazla olmasından dolayı Tesadüf Blokları bölünen-bölünmüş parseller deneme deseni kullanılmıştır (Acar, 2020). Ülkemizde çeltik yetiştirilen iki ana bölgeyi temsilen Trakya ve Karadeniz Bölgelerinde ve çiftçi tarlalarında denemeler yürütülmüştür.

Trakya Bölgesinde yapılan denemeler Edirne Uzunköprü'de çiftçi tarlasında yürütülmüştür. Biyolojik etkinlik ve ZİHA uygulama parametrelerinin belirlenmesi bu denemede yürütülmüştür. Tarlada yaklaşık 30 yıldır çeltik ekimi yapılmakta olup *E. oryzoides*, *E. crus-galli*, (*E. oryzicola* syn: *E. phyllopogon*) ve *C. difformis* ile yoğun olarak bulaşık olduğu bilinmektedir. Denemeler başlamadan önce tava gelmiş tarla sürülerek ve lazer ile tesviye yapılarak su verilmiştir. Su vermeden hemen önce bölgesel çiftçi uygulamalarına göre 50 kg/da (N-P-K 30-10-10) taban gübresi verilmiştir. Denemede "Ronaldo" çeşidi çeltik tohumluğu kullanılmıştır. Dekara 22 kg/da olacak şekilde tohumlar suda ıslatılmış, 48 saat bekletilerek ön çimlendirilmesi (pre-soaked) tamamlanmış ve 15.05.2024 tarihinde drone ile ekilmiştir. Herbisit uygulaması sırasında komşu parsellere olası sürüklenmeler ise Karadeniz Bölgesinde, Samsun ili Bafra ilçesinde üretici tarlasında yapılmıştır.

Tarlada yaklaşık 22 yıldan bu yana çeltik ekilmekte olup *E. oryzoides*, *E. crus-galli*, (*E. oryzicola* syn: *E. phyllopogon*) ve *C. difformis* yoğun olarak problem olduğu tarafımızdan bilinmektedir. Denemede yine “Ronaldo” çeşidi çeltik tohumluğu kullanılmış olup 25.05.2024 tarihinde ekilmiştir ve drone ile herbisit uygulaması 15.06.2024 tarihinde yapılmıştır.

Denemeler dört tekerrürlü olarak kurulmuş ve parsel boyutları 50 m² (10 m x 5 m) olarak ayarlanmıştır. Bloklar arasında 4 m (herbisit driftinin

diğer blokları etkilememesi amacıyla), parseller arasında ise 3 m emniyet şeridi bırakılmıştır. İlaçlamalarda depo kapasitesi 10 litre, damlacık boyutu 130- 250 µm, iş genişliği 3 m (1,5 metre yükseklik ve 90° püskürtme açısında), uçuş Süresi: 9 dk (12000 mAh li-po,) olan DJI Agras MG1-P RTK model drone kullanılmıştır. Denemede Ronaldo çeşit kullanılmış olup 25.05.2024 tarihinde ekilmiştir ve drone ile herbisit uygulaması 15.06.2024 tarihinde yapılmıştır.



Şekil 1. Karadeniz Bölgesinde yapılan çalışmalar öncesi bir görünüm

2.2 Metod

İlaçlamalarda rüzgâr hızı 2 m/s olarak ölçülmüş olup ilaçlama yükseklikleri 1,5-3-4 ve 5 m, su miktarı 1,5-2-3 ve 4 lt ve ilaçlama hızı 16-20 ve 24 km/s olacak şekilde uygulamalar yapılmıştır.

Arazi denemeleri iyi tarım tekniği uygulamaları dikkate alınarak en kötü kalıntı durumunu verecek koşullarda yapılmıştır. Bunun için ruhsatlı olduğu ürünlerdeki maksimum dozda, maksimum uygulama sayısı ve ilaçlama normu ile asgari son ilaçlama hasat arası süre dikkate alınmıştır. İlaçlama normları, çiftçi koşullarına göre belirlenerek kalibrasyonlar yapılmıştır. Örneklemeler bitki koruma ürününün son uygulamasından önce ilaçsız örnek ve bkü uygulamasından 3 saat sonra 0. gün, 1.gün, 7., 14., 21. ve 28. günlerde tesadüfi olarak toplanmış ve her bir parsel için ayrı ayrı etiketlenmiştir. Her örnekleme

gününde ilaçsız parselden de örnekler alınmıştır. Mısır örneklerinin alınması, Standart Kalıntı Deneme Metoduna uygun olarak her bir parselden en az 12 adet yeşil veya silaj mısır olarak alınmış ve en kısa sürede analiz edilmek üzere SİA analiz laboratuvarına teslim edilmiştir (Lovelance et al. 2009, Anonim, 2024).

Metot çalışmalarında her bir pestisit aktif maddesi için metot validasyon parametreleri (kalibrasyon grafiği, tespit limiti, hesaplama limiti, geri kazanım, vb) ayrı ayrı hesaplanmıştır. Çalışmada matriks etkisini elimine etmek için matrikste hazırlanan kalibrasyon grafiği kullanılmıştır (Sante, 2019). Analiz prosedürü aşağıdaki şekilde gerçekleştirilmiştir. Pestisit kalıntı analizlerinde AOAC Official Method 2007.01 metodu kullanılmıştır (Anonim, 2007).

Yüksek Nişasta Ürün Grubu İçin Ekstraksiyon Yöntemi

- Numunelerden en az 500 g parçalayıcı içerisine konularak öğütülmüştür. Numunenin homojenizasyonu sırasında parçalayıcının çeperlerine sıçrayan veya yapışan parçalar da analitik numuneye dahil edilmiştir. Numune analiz porsiyonu hazırlanması tamamlandıktan hemen sonra analize alınmıştır.
- Homojenize edilen üründen 5 g 50 ml lik santrifüj tüpüne numune tartılır, 10 ml su ve 15 ml %1 asetik asitli (HOAc) asetonitril (ACN) ilave edilmiştir.
- Üzerine Quechers ekstarksiyon kiti (6 gr MgSO₄ + 1,5 gr NaAsetate) ilave edilir ve elle hızlı bir şekilde çalkalanır. 1 dk vortexle karıştırılmıştır.
- En az 4000 rpm/dk santrifüjde 5 dk santrifüj edilmiştir.
- Üst fazdan 8 ml alınıp içerisinde Quechers Clean-up kiti bulunan 15 ml'lik santrifüj tüpüne aktarılmıştır. Elle hızlı bir şekilde (alt-üst edilerek) tam bir dk çalkalanır. 1 dk vortexle karıştırılmıştır.
- En az 4000 rpm/dk santrifüjde 5 dk santrifüj edilmiştir.
- Tüpün üst fazından cihazlara verilmek üzere gerekli miktar 0,45 µm'lik membran filtreden geçirilmiştir.
- 3 ml filtreden geçirilen eluat azot altında ısıtmaksızın uçurulur, 1ml'ye Mobil faz ile tamamlanarak LC-MSMS cihazına enjekte edilmiştir.

Yüksek Su Ürün Grubu İçin Ekstraksiyon Yöntemi

- Numunelerden en az 500 g parçalayıcı içerisine konularak öğütülmüştür. Numunenin homojenizasyonu sırasında parçalayıcının çeperlerine sıçrayan veya yapışan parçalar da analitik numuneye dahil edilmiştir. Numune analiz porsiyonu

hazırlanması tamamlandıktan hemen sonra analize alınmıştır.

- Homojenize edilen üründen 15 g 50 ml lik santrifüj tüpünde numune tartılarak, üzerine 15 ml %1 asetik asitli (HOAc) asetonitril (ACN) ilave edilmiştir.
- Üzerine Quechers ekstarksiyon kiti (6 gr MgSO₄ + 1,5 gr NaAsetate) ilave edilir ve elle hızlı bir şekilde çalkalanır. 1 dk vortexle karıştırılmıştır.
- En az 4000 rpm/dk santrifüjde 5 dk santrifüj edilmiştir.
- Üst fazdan 8 ml alınarak içerisinde Quechers Clean-up kiti (1200 mg MgSO₄ + 400 mg PSA (Polimer SekonderAmin) + 400 mg C18) bulunan 15 ml'lik santrifüj tüpüne aktarılmıştır. Elle hızlı bir şekilde (alt-üst edilerek) tam bir dk çalkalanır. 1 dk vortexle karıştırılmıştır.
- En az 4000 rpm/dk santrifüjde 5 dk santrifüj edilmiştir.
- Tüpün üst fazından cihazlara verilmek üzere gerekli miktar 0,45 µm'lik membran filtreden geçirilmiştir.
- LC-MSMS Cihazına enjekte edilmiştir.

CİHAZ PARAMETRELERİ

- Kolon: Agilent InfinityLab Poroshell 120 EC-C18 (3.0 x 150mm) 2.7-mikron
- Mobil A; 5 mM Amonyum format %0,1 formik asit Su içinde
- Mobil B; 5 mM Amonyum format %0,1 formik asit Methanol içinde
- Enjeksiyon hacmi: 2 µL
- Start Time (min): 0
- End Time (min): 21
- Gas Temperature (°C): 230
- Gas flow (l/min): 10
- Nebulizer (psi): 40
- Sheath Gas Temperature (°C): 350
- Sheath Gas flow (l/min): 11

Retention Time (min)	A [%]	B [%]	Flow (ml/min)
0	80	20	0,6
0,5	80	20	0,6
2	60	40	0,6
13,5	5	95	0,6
16	5	95	0,6
16,1	80	20	0,6
21	80	20	0,6

3. BULGULAR

Çeltik ekim alanında yapılan ilaçlama ile meydana gelebilecek pestisit sürüklenmesini tespit etmek ve bu sürüklenmenin komşu parseldeki üründe (mısır) gerek insan gerekse çevre sağlığı açısından bir risk oluşturup oluşturmadığını belirlemek amaçlanmıştır. Yapılan ilaçlamada hektara 2 lt Otör IQ (Quinclorac 250 g/lt), 2 lt Baxiga 32.5 OD (20 g/l Penoxsulam + 12,5 g/l Florpyrauxifen-benzyl) ve 3 lt Clincher Duo (200 g/lt Cyhalofop-butyl) herbisit kombinasyonları kullanılmıştır.

İlaçlamayı takiben ilaçlı alana 2 metre, 4 metre, 6 metre ve 8 metre mesafede bulunan deneme parsellerinden ve kontrol parselinden 0., 1., 7., 14. ve 28. günlerde Standart Kalıntı Deneme Metoduna (Anonim, 2024) göre mısır örnekleri alınmış ve kalıntı analizlerinin yapılması için ilgili laboratuvara gönderilmiştir. Ankara Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Kalıntı Analiz Laboratuvarındaki elektrik problemi ve sarf malzeme alımı nedeniyle yaşanan bütçe çıkmazı sebebiyle örnek analizleri burada yapılamamıştır ancak örneklerin kalıntı

analizleri Risk Yönetim Tablosunda da belirtildiği üzere SİA Analiz laboratuvarında yaptırılmıştır. Analizler AOAC Official Method 2007.01'e göre yapılmıştır (Anonim, 2007). Her bir pestisit aktif maddesi için LOD (algılama sınırı) ve LOQ (miktar tayini sınırı) değeri 0,01 mg/kg olarak bulunmuştur. Örneklerde tespit edilen aktif madde miktarları mg/kg (ppm) olarak Tablo 1'de verilmiştir. Ayrıca çalışılan aktif maddelerin çeşitli kimyasal özellikleri ve mısırdaki Ülkemizde geçerli olan Maksimum Kalıntı Limiti (MRL) değerleri Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 1 incelendiğinde kontrol parselinde hiçbir aktif maddenin kalıntısına rastlanmadığı görülür. Pestisitlerin ürün üzerinde kalıcılığını etkileyen pek çok faktör vardır. Bunlar aktif maddenin kimyasal özelliklerine bağlı faktörler (Tablo 2), bitkiye bağlı faktörler ve çevresel faktörler olarak 3'e ayrılabilir (Yigit and Velioglu, 2020). Aktif maddelerin farklı uzaklıklardaki parsellerde değişen oranlarda ve farklı günlerde tespit edilmesi çeltikte yapılan ilaçlamanın komşu parseldeki üründe pestisit kalıntısı yönüyle risk oluşturduğunu göstermektedir

Tablo 1. Sürüklenme nedeniyle farklı günlerde mısır bitkisinde tespit edilen aktif madde miktarları (mg/kg)

		Cyhalofop-butyl				Florpyrauxifen-benzyl			
Gün	Kontrol	2 metre	4 metre	6 metre	8 metre	2 metre	4 metre	6 metre	8 metre
0	Tespit Edilemedi	0,566	2,212	0,125	1,08	0,351	0,924	0,262	0,448
1	Tespit Edilemedi	0,903	0,662	1,27	0,684	0,6	0,472	0,682	0,157
7	Tespit Edilemedi	0,325	1,044	0,592	0,2	0,137	0,273	0,186	0,098
14	Tespit Edilemedi	1,19	1,1	1,35	1,11	0,13	0,145	0,173	0,128
21	Tespit Edilemedi	0,052	0,043	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	0,372	0,202	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi
28	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi
		Penoxsulam				Quinclorac			
Gün	Kontrol	2 metre	4 metre	6 metre	8 metre	2 metre	4 metre	6 metre	8 metre
0	Tespit Edilemedi	0,669	1,097	0,644	0,971	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi
1	Tespit Edilemedi	0,968	0,702	0,748	0,831	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi
7	Tespit Edilemedi	0,21	0,444	0,237	0,152	0,688	Tespit Edilemedi	0,385	0,347
14	Tespit Edilemedi	0,187	0,173	0,194	0,153	0,249	0,169	0,157	0,122
21	Tespit Edilemedi	0,182	0,13	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi
28	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi	Tespit Edilemedi

Tablo 2. Pestisit aktif maddelerinin kimyasal özellikleri ve mısır için Maksimum Kalıntı Limiti (Anonymous 2009, Anonim 2015, Anonymous 2016, Anonymous 2020).

Aktif madde adı	Aktif maddelerin Ülkemizde mısır da ruhsat durumu	Maksimum Kalıntı Limiti (MRL, mg/kg)	Molekül Ağırlığı (g/mol)	Suda Çözünürlük (20 °C'de mg/l)	Octanol-water dağılma katsayısı, (pH 7, 20 °C)(K _{ow} log P)	Buhar Basıncı (20 °C mPa)
Cyhalofop-butyl	Ruhsatsız	0.01*	357.4	0.44	3.32	0.053
Florpyrauxifen-benzyl	Ruhsatlı	0.01*	439.25	0.011	5.46	3.2x10 ⁻²
Penoxsulam	Ruhsatsız	0.01*	483.4	0.0049	-0.354	9.55x10 ⁻¹¹
Quinclorac	Ruhsatsız	0.01*	242.1	0.065	-0.74	<0.01

* Değerlendirmeye Esas Tespit limiti (LOD): Bilimsel kontrol yöntemleri ile rutin izlemeler sonucunda ölçülebilen, doğrulanmış en düşük kalıntı miktarını ifade eder.

Çalışmada kullanılan aktif maddelerin hepsi ülkemizde çeltikte ruhsatlı iken, mısırdaki durum farklıdır. Aktif maddelerden yalnızca Florpyrauxifen-benzyl aktif maddesi ülkemizde çeşitli yabancı otlara karşı mısırdaki erken dönemde ruhsatlıdır. Erken dönemde ruhsatlı olması ve bitki koruma ürünleri veri tabanında son ilaçlama ile hasat arası süre kısmının boş olması, hasat için minimum 90 gün geçmesi gerektiğini ifade etmektedir. İlgili aktif maddenin ülkemizde mısırdaki ruhsatlı olması, uygulama dozu, zamanı ve son ilaçlama ile hasat arası süreye dikkat edilmesi halinde insan tüketimi için bir risk teşkil etmeyeceği anlamına gelmektedir. Hem Florpyrauxifen-benzyl hem de diğer aktif maddeler için MRL değerleri 0.01* mg/kg'dır (Tablo 2). Bu MRL değerleri ile Tablo 1'deki örnek sonuçları kıyaslandığında sürüklenmenin komşu parseldeki üründe önemli miktarda kalıntıya neden olduğu ve ilaçlamadan kısa bir süre sonra mısırın insan beslenmesinde ya da hayvan beslenmesinde kullanılmaması gerektiğini göstermektedir. Çalışılan aktif maddelerin suda çözünürlükleri çok düşüktür (Tablo 2), suda çözünürlük pestisitlerin bitki yüzeyinden ve topraktan taşınmasında etkilidir. Aktif maddelerin oktanol-water dağılma katsayıları ve buhar basınçları Tablo 2'de verilmiştir. Oktanol-water dağılma katsayısı, pestisitlerin toprak ve sedimentlere tutunmalarını açıklamada kullanıldığı gibi, bileşiklerin bitkilerin kutikula tabakasına girebilme yetenekleri de Kow değeri ile gösterilir. Diğer faktörler (örneğin hızlı biyolojik bozunma) etkilemediği müddetçe yüksek Kow değeri (>7) o kimyasalın hidrofobik olduğunu ve organik moleküllere kolayca bağlanarak toprak veya sediment tabakasında birikebileceğini gösterir. Kow (genelde log Pow olarak gösterilir) pestisitlerin yağlarda çözünürlüğünü göstermek için de kullanılabilir. Dağılma katsayısı 4-7 arasında olan kimyasallar lipofilik özelliktedir ve bu bileşikler yağ dokularında kolaylıkla birikebilmektedir. Eğer biyolojik birikim olursa bunun sonucu olarak besin

zincirine taşınma ve bu yolla yüksek canlıların bu kimyasallardan etkilenmesi kolaylaşmaktadır. Florpyrauxifen-benzyl aktif maddesinin dağılma katsayısı 5.46 olup yağda birikme potansiyeli olduğu göz ardı edilmemelidir. Yağda, çözünmeyen bileşiklerin dağılma katsayısı 3'ten küçüktür (Hajšlová 1999, Jiang vd. 2013, Yigit ve Velioglu, 2019). Pestisitlerin buhar basınçları, uçuculuklarını ve atmosferde taşınmalarını etkiler. Buhar basıncı 1.10-7 mili pascal (mPa)'dan küçük olan pestisitler havada küçük partiküllerle taşınır (Hajšlová 1999). Sıcaklık arttıkça buharlaşma artar. Yüksek miktarda güneş enerjisinin yapraklara ulaşmasından dolayı özellikle bulutlu günlerde, gün ortasında yaprak yüzeyinin sıcaklığı çevresindeki havadan daha yüksek olabilmekte ve böylece yapraktaki pestisitler uygulamadan hemen sonra kolaylıkla buharlaşabilmektedir. Zaman ilerledikçe pestisitler yüzeydeki mumsu tabakaya geçmektedir (Kerle vd 1996). Tablo 2 incelendiğinde aktif maddelerin buhar basınçlarının genellikle düşük olduğu ve buharlaşma ile ürün üzerinden uzaklaşmanın az olacağı görülmektedir. Sonuç olarak çeltikte dron (ZİHA) ile yapılan ilaçlamanın sürüklenme nedeniyle komşu parseldeki üründe kalıntıya neden olabileceği, insan ve çevre sağlığı açısından riskler taşıyabileceği göz ardı edilmemelidir. Araştırmada ayrıca yabancı otların kontrolünde ZİHA uygulaması ile çiftçi uygulaması arasında herbisit etkinlikleri de ölçülmüştür. Yapılan çalışmalarda yabancı otlar üzerinde biyolojik etkinlik açısından en iyi uçuş parametreleri olarak tespit edilen 4 m yükseklik, 20 km/h hız ve 3 lt su uygulaması ile konvansiyonel (traktör ile ilaçlama) uygulama karşılaştırılmaları yapılmıştır. Tablo 3'de drone için elde edilen en iyi parametrelerle konvansiyonel uygulamanın karşılaştırılmasında elde edilen veriler verilmiştir. Buradan da görüldüğü üzere bölgeler arasında fark önemli bulunmamış ve bunlar birleştirilerek analiz edilmiştir. Drone uygulaması konvansiyonel uygulamaya göre bir miktar daha etkili

görülyor olsa da genel olarak istatistiki açıdan bir fark bulunamamıştır. Sadece 7. günde yapılan sayımlarda

drone uygulaması konvansiyonele göre daha etkili bulunmuştur.

Tablo 3. Çıkış sonrası Drone ile herbisit uygulamalarının konvansiyonel uygulama sistemi ile karşılaştırılması amacıyla Marmara ve Karadeniz Bölgelerinde elde edilen herbisit etkinlikleri.

Sayım günleri (İSGS)	Kontrol (%)											
	<i>E. phyllopogon</i>			<i>E. crus-galli</i>			<i>E. oryzoides</i>			<i>C. difformis</i>		
	Drone	Konv.	t-testi	Drone	Konv.	t-testi	Drone	Konv.	t-testi	Drone	Konv.	t-testi
7	75	67.5	0.109	82.5	80	-0.233	75	67.5	0.111	62.5	57.5	0.205
14	82.5	80	-0.139	100	100	-0.254	82.5	85	-0.155	87.5	82.5	-0.189
28	100	97.5	-0.198	100	100	-0.264	100	97.5	-0.167	100	100	-0.122
56	97.5	95	-0.241	100	100	-0.196	97.5	95	-0.174	100	100	-0.149
Çiçeklenme	90	90	-0.269	100	100	-0.114	95	95	-0.185	92.5	95	-0.171
Hasat öncesi	82.5	80	-0.189	97.5	97.5	-0.202	95	95	-0.166	90	90	-0.157

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Öğretim Üyesi Prof. Dr. Hüsrev MENNAN yürütücülüğünde “Çeltik Ekim Alanlarında Yabancı Otlarla Mücadelede Herbisit Uygulamalarında ZİHA (Zirai İnsansız Hava Araçları)’lar İçin Optimum Uygulama Parametrelerinin Tespit Edilmesi” isimli TUBİTAK-TOVAG 123O060 projesi kapsamında desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

- Acar, M. 2020. Tarımsal Deneme Teknikleri, Karadeniz tarımsal Araştırma Enstitüsü, Samsun,2020.
- Anonim, 2015. Bitki Koruma Ürünleri Veri Tabanı. <https://bku.tarim.gov.tr/Duyuru/DuyuruDetay/7>). 23.09.2024.
- Anonim, 2021. FAO.<https://www.fao.org/publications/sofa/sofa-2021/en/22.08.2022>.
- Anonim, 2023. Çeltik Tarım Ürünleri Piyasaları Raporu-Temmuz,2024.
- Anonim, 2024. Bitki veya Bitkisel Ürünlerde Bitki Koruma Ürünlerinin Kalıntı Denemelerinin Yapılması ile İlgili Standart Deneme Metodu, Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı (2024)60.
- Anonim. 2007. AOAC Official Method, Pesticide Residues in Foods by Acetonitrile Extraction and Partitioning with Magnesium Sulfate, 2007.01.
- Anonim, 2009. Pesticide Manual 16 th Edition. British Crop Production Council. ISBN 978 1 901396 19 5 Copyright © 2009 BCPC (British Crop Production Council) Software engineered by P. J. Mann - Web Design & Consultancy.
- Anonim, 2016. EU Pesticide Database. <https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eupesticides/-database/public/?event=homepage&language=EN>. Son Erişim Tarihi: 23.09.2024.
- Anonim. 2020. Pesticide properties database, (PPDB), <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/577.htm#0>. 23.09.2024.
- Chlingaryan, A.; Sukkarieh, S.; Whelan, B. 2018. Machine learning approaches for crop yield prediction and nitrogen status estimation in precision agriculture: A Comput. Electron. Agric. 151, 61–69.
- Damalas, C. A., Dhima, K. V., and Eleftherohorinos, I. G. 2008. Morphological and physiological variation among species of the genus *Echinochloa* in northern Greece. Weed Sci 56:416–423.
- Esposito, M., Crimaldi, M., Cirillo, V., Sarghini, F., Maggio, A. 2021. Drone and sensor technology for sustainable weed management. Chemical and Biological Technologies in Agriculture volume 8, Article number: 18.
- Gautam, P.K., Singh, A., Misra, K.,Sintu, S., Sama, K. 2019. Synthesis and applications of biogenic nanomaterials in drinking and wastewater treatment. Journal of Environmental Management. Volume 231, 1 Feb, Pages 734-748.
- Hajslova, J. 1999. Pesticides. In Environmental contaminants in food, ed. C. F. Moffat and K. J. Whittle, 215-72. Sheffield, UK: Sheffield Academic Press Ltd.
- Holm, L.G., Plucknett, D. L., Pancho, J. V., Herberger, J. P.1977. The world’s worst weeds: distribution and biology. East-West Center, University Press of Hawaii, pp 609.

- Hsieh, Ting-Chu, Hung, Ming-Chien, Chiu, Mai-Lun and Wu, Pay-Jiing. 2020. Challenges of UAVs Adoption for Agricultural Pesticide, <https://www.preprints.org/manuscript/202001.0121/v1>
- Jiang, Y. P., Shibamoto, T., Li, Y., Pan, C. 2013. Effect of household and commercial processing on acetamiprid, azoxystrobin and methidathion residues during crude rapeseed oil production. Food Additives & Contaminants: Part A 30 (7):1279–86.
- Kerle, E.E., Jenkins, J.J., Vogue, P. A. 1996. Understanding pesticide persistence and mobility for ground water and surface water protection. Oregon state University. EM 8561.
- Lama, S., Velescu, A., Leimer, S., Weigelt, A., Chen, H., Eisenhauer, N., Scheu, S., Oelmann, Y., Wilcke, W. 2020. Plant diversity influenced gross nitrogen mineralization, microbial ammonium consumption and gross inorganic N immobilization in a grassland experiment. Oecologia volume 193, pages 731–748.
- Lovelace, M.L., Talbert, R.E., Hoagland, R.E., Scherder, E.F. 2009. Influence of Simulated Quinclorac Drift on the Accumulation and Movement of Herbicide in Tomato (*Lycopersicon esculentum*) Plants. J. Agric. Food Chem. 57, 14, 6349–6355. <https://doi.org/10.1021/jf803845p>.
- Lovelace, M.L., Talbert, R.E., Hoagland, R.E., Scherder, E.F. 2017. Quinclorac Absorption and Translocation Characteristics in Quinclorac- and Propanil-Resistant and -Susceptible Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) Biotypes. Weed Technology Volume 21 Issue 3.
- Mennan, H., Altop, E.K. 2012. Molecular techniques for discrimination of late watergrass (*Echinochloa oryzicola*) and early watergrass (*Echinochloa oryzoides*) species in Turkish rice production. Weed science 60-4 pp 525-530.3.
- Mennan, H., Nguajio, M., Şahin, M., Işık, D., Altop, E.K. 2012. Competitiveness of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars againsts *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. In water-seeded production systems. Crop Protection 41 pp 1-9.
- Mennan, H., Kaya, Y., Başaran, B., Örnek, H. 2023. Çeltik Ekim Alanlarında Kullanılan ve Deşarj Edilen Quinclorac'lı Sulama Suyunun Sebze Üretim Alanlarında Kullanılması Sonucu Oluşan Fitotoksitelerin Belirlenmesi ve Zamana Bağlı Su Deşarj Yöntemleriyle Önlenmesine Yönelik Araştırmalar, Türkiye Herboloji Dergisi, Cilt:26, Sayı: 1, 58- 66, 10.07.2023.
- Nawar, S., Corstanje, R., Halcro, G., Mulla, D., M. Mouaz, A. 2017. Delineation of Soil Management Zones for Variable-Rate Fertilization. Advances in Agronomy Volume 143, 2017, Pages 175-24.
- Özşahin E. 2008. Gönen ovasında pirinç tarımı. Fırat Üniv Sos Bil Derg, 18(2): 49-70.
- Ruiz-Santaella, J., Heredia, A., Prado, R.D. 2006. Basis of selectivity of cyhalofop-butyl in *Oryza sativa* L.. Planta 223, pp 191–199.
- Sante, 2019. Analytical quality control and method validation procedures for pesticide residues and analysis in food and feed. Sante/12682/2019. 53 pp
- FTabacchi, M., Mantegazza, R., Spada, A., and Ferrero, A. 2006. Morphological traits and molecular markers for classification of *Echinochloa* species from Italian rice fields. Weed Sci. 54:1086–1093.
- Talbert, E., Burgos R. 2010. Confirmation and Control of Propanil-Resistant and Quinclorac-Resistant Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) in Rice and Weed Technology pp 24:226–23
- Vaghefi, N., Shamsudin, M.N., Makmom, A., Bagheri, A., Bagheri, M. 2011. The Economic Impacts of Climate Change on the Rice Production in Malaysia. International Journal of Agricultural Research, 6: 67-74.
- Yiğit, N. ve Velioğlu, S.V., (2020). Effects of processing and storage on pesticide residues in foods. National library of Medicine 2020;60(21):3622-3641. doi: 10.1080/10408398.2019.1702501. Epub 2019 Dec 20. FMen

©Türkiye Herboloji Derneği, 2025

Geliş Tarihi/ Received: Haziran/June, 2025
Kabul Tarihi/ Accepted: Temmuz/July, 2025

To Cite : Kaya Y., Yiğit N., Başaran B., Mennan H. and Çömlek R. (2025), Determination of the Effects of Possible Drift to Adjacent Plots During Herbicide Applications with Agricultural Drones in Rice Cultivation, Turk J. Weed Sci., 28(1):2025:16-24.

Alıntı İçin : Kaya Y., Yiğit N., Başaran B., Mennan H. and Çömlek R. (2025), Çeltik Yetiştiriciliğinde Zirai İnsansız Hava Araçları ile Herbisit Uygulamaları Sırasında Olası Sürüklenmenin Komşu Parsellere Etkilerinin Belirlenmesi, Turk J. Weed Sci., 28(1):2025: 16-24.