



Available at: dergipark.org.tr/tr/pub/tjws

Turkish Journal of Weed Science

@Turkish Weed Science Society



Derleme Makalesi/Review Article

HERBİSİT UYGULAMALARINDA ÖNEMLİ BİR SORUN: SÜRÜKLENME

Bayram USTA^{1*}

Murat KARACA²

¹ BASF Türk Kimya Sanayi ve Ticaret Ltd. Sti.

² Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, KONYA

*Sorumlu yazar e-mail: bayram.usta@basf.com

ÖZET

Modern tarımsal uygulamaların vazgeçilmezlerinden biri olan herbisit uygulamaları bugün tüm dünyada; Kısa sürede sonuç vermesi, uzun süreli yüksek etkiye sahip olması, kolay uygulanabilmesi ve üretim maliyetlerini düşürmesi nedeniyle yabancı ot mücadelesinde en yaygın kullanılan yöntemdir. Uygulama sırasında veya hemen sonrasında kullanılan herbisitler, amaçlanan hedef uygulama alanını havadan terk ettiğinde 'herbisit sürüklenmesi' meydana gelmektedir. Herbisit sürüklenmesine etki eden birçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörlerden en önemlisi uygulayıcıların diğer bir deyişle operatörlerin bilgi ve becerileridir. Ayrıca tercih edilen pülverizatör meme tipi ve iklim koşulları da herbisit sürüklenmesinde önemli diğer faktörlerdendir. Herbisit sürüklenmesi insanlara, bitişikte yer alan kültür bitkilerine veya diğer hedef alanı dışındaki bitkilere, çiftlik hayvanlarına, balıklara veya bal arılarına kısaca ekolojiye zarar verebilmektedir. Gözle görülebilen bir zararlanma meydana gelmese bile, uygulama alanı dışında kalan bitişik alanlarda istenmeyen kalıntılara sebebiyet verebilmektedir. Herbisit sürüklenmesi ayrıca hukuki sorumluluğa, para cezalarına ve davalara neden olabilmektedir. Hedef alanda herbisit sürüklenmesi meydana geldiğinde, herbisit bir kısmı amaçlanan hedefine ulaşamaz ise yabancı otlarla mücadelede doğru uygulamanın gerçekleşmesi önlenir ve elde edilmek istenen potansiyel fayda azalmaktadır. Kullanılmak istenen ruhsatlı herbisitler, uygulama alet ve ekipmanları ile uygulama alanı ve hava koşulları arasındaki ilişkiler, uygulayıcılar tarafından anlaşılır ve tatbik edilirse, herbisit sürüklenme olasılığı da azalmış olacaktır.

Anahtar kelimeler: Herbisit, Sürüklenme, Pülverizatör, Meme, Damla çapı.

A MAJOR PROBLEM IN HERBICIDE APPLICATIONS: DRIFTING

ABSTRACT

Herbicide applications, one of the indispensables of modern agricultural practices, are all over the world today; It is the most common used method in weed control because it gives results in a short time, has a long-term high effect, is easy to apply and reduces production costs. Herbicide drift occurs when herbicide leaves the targeted application area in the air, either during application or just after application. There are many factors that affect herbicide drift. The most important of these factors is the knowledge and skills of the operators, in other words the practitioners. In addition, preferred sprayer nozzle type and climatic conditions are other important factors in herbicide drift. Herbicide drift can damage human, nearby crops, non-targeted plants, livestock, fish and honey bees, briefly ecology. Even if there is no visible damage, it may cause undesirable residues in adjacent areas outside the application area. Herbicide drift could also cause legal liability, monetary penalties and cases. When herbicide drift occurs on targeted area, if some of the herbicide does not reach the weeds, it prevents the correct control and reduces the aimed benefit of application. The possibility of herbicide drift will be reduced if the relationships between the licensed herbicides to be used, application tools and equipment, application area and weather conditions are understood and applied by the applicators.

Key words: Herbicide, Drift, Sprayer, Nozzle, Drop diameter.

GİRİŞ

Günümüzün en önemli sorunlarından bir tanesi çok hızlı artış gösteren dünya nüfusedir. Dünyanın yüzölçümü sınırlı olduğundan, artan nüfusa paralel olarak artış gösteren gıda ihtiyacını karşılayacak üretim için yeni alanların tarıma açılması mümkün değildir. Mevcut tarım alanlarından daha fazla besin üretimi elde edilebilmesi adına bitki zararlıları, hastalıklar ve yabancı otlarla mücadelede pestisitler bugün bütün dünyada vazgeçilemeyecek ana maddeler olarak kabul görmektedir. Tarım ürünlerinde zararlılara, hastalıklara ve yabancı otlara karşı kültür bitkilerinde dayanıklı çeşitler konusunda yapılan ıslah çalışmalarına rağmen üretim ve verimdeki artışın, bitki koruma zararlılarıyla yapılan kültürel, mekanik, kimyasal, biyolojik vb. tarımsal mücadele yöntemlerine bağlı olduğu bilinmektedir. Kullanılan bu mücadele yöntemlerinin doğru seçilmesi, verime yönelik alınan sonuç ile ilişkili olup, mücadelede direk tercih edilme oranını etkilemektedir (Dağ ve ark., 2000).

Modern tarımsal uygulamaların en önemli ve vazgeçilmezlerinden birisi olan herbisit uygulamaları bugün tüm dünyada; kısa sürede sonuç vermesi, uzun süren yüksek etkiye sahip olması, uygulama kolaylığı ve üretim maliyetlerini düşürmesinden ötürü yabancı otlarla mücadelede kullanılan en yaygın kontrol yöntemidir. Herbisitler, özellikle İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra çok hızlı gelişen, sık kullanılan ve tarımsal üretimin de artışında önemli rolü olan faktörlerin başında gelmektedir. Bunun gibi pozitif yönlerinden dolayı herbisitler, üreticiler için elzem hale gelmiş ve günümüzde kullanımı gün geçtikçe de artmaktadır (Menguc, 2018).

Yabancı otların neden olduğu ürün kayıplarının önlenmesinde herbisitlerin önemi bilinmekle birlikte, herbisitlerin yoğun ve bilinçsiz kullanımı sonucunda da çeşitli problemler ortaya çıkabilmektedir. İnsan sağlığı, çevre ve doğal dengeyi olumsuz yönde etkileyebilmesi, hatalı uygulamalar ve benzeri durumlar neticesinde gıdalarda, toprak, su ve havada herbisit kendisinin ya da bileşenlerinin kalıntı bırakabilmesi ve artan üretim maliyetleri gibi bazı istenmeyen sebeplerden dolayı herbisitlerin hassas, dikkatli ve en az herbisit kaybına neden olacak şekilde uygulanması gerekmektedir (Ergül ve Dursun, 2004). Herbisit sürüklenmesi de hedef dışı ürünlerde fitotoksisteye veya ürün kayıplarına sebep olabilmektedir.

Herbisitlerin hedef dışı alanlara taşınması farklı şekillerde meydana gelebilmektedir. Bunlardan birincisi pülverize edilen herbisit karışımlarının ve/veya buharlaşan herbisit rüzgâr ile hedef alanı dışına (*Drift*) taşınmasıdır. İkincisi ise toprak yüzeyinde çözünmemiş halde bulunan herbisit moleküllerinin yoğun yağmur veya sulama gibi bir faktörün etkisiyle suda çözünerek

yüzeyde (*Ran-off*) taşınmasıdır (Devlin ve ark., 1992). Karadan kanallara, akarsulara, nehirlere ve göllere doğru akan su, herbisitleri de hareket ettirebilmektedir (Anonim, 2021a). Herbisitlerin topraktan kaybolma yollarından biri olarak değerlendirilen yüzey sürüklenmesinin oluşmasında şüphesiz en büyük neden ani yağışlardır (Asav ve Serim, 2018). Üçüncüsü ise sızıntı şeklinde sürüklenme olup, uygulanan herbisit su tarafından geçirgen topraklardan aşağıya doğru (*Leaching*) taşınmasıdır. Toprak partikül çapı büyüdükçe daha fazla sızıntı şeklinde sürüklenme meydana gelirken, toprak partikül çapı küçüldükçe yüzey taşınması (akışı) şeklinde sürüklenme durumu artabilmektedir (Anonim, 2021b). Bir diğer taşınma ise hayvanlar, insanlar gibi canlı organizmalarla, bitkilerde kalıntı suretiyle ve nesnelere herbisit hedef alanı dışına hareket etmesidir. Herbisitler ayakkabılara, giysilere veya hayvan kürküne yapışabilir ve diğer yüzeylere aktarılabilirler. Herbisit uygulayıcısı eve getirdiği kirlenmiş kişisel koruyucu alet ve ekipmanlarıyla, iş kıyafetleriyle diğer eşyalara bulaştırabilmekte (halı, mobilya, çamaşır) bu sayede evcil hayvanlara ve insanlara herbisit kalıntılarını taşıyarak bulaştırabilmektedir (Anonim, 2018a). Bu sürüklenme tipleri içerisinde, rüzgâr ile herbisit sürüklenmesi (*Drift*), hedef dışı bitkilerde görülen fitotoksistenin asıl sorumlusu olarak karşımıza çıkmaktadır (Anonim, 2018b).

Bu derlemede herbisit uygulamaları sırasında havada asılı damlacıkların rüzgâr ile hedef uygulama alanının dışına taşınması konusu ele alınmış ve herbisitlerin sürüklenme ile olan olumsuz etkileri irdelenerek bu sorunu ortadan kaldırmaya yönelik çözüm önerileri sunulmuştur.

SÜRÜKLENME ve NEDENLERİ

Hedef dışına sürüklenen herbisitler ulaştıkları alanlarda diğer kültür bitkilerini, hayvanları ve insanları olumsuz yönde etkilemektedir. Herbisit sürüklenmesi, hassas kültür bitkilerine zarar verebilir veya hasat edilen mahsullerde yasaklanmış (ruhsat dışı) kalıntılara neden olabilmektedir. Sürüklenme ayrıca evlere, okullara, barınaklara, bal arısı kolonilerine, bahçe ve süs bitkilerine zarar verebilir, su kirliliğine neden olabilir ve hatta hassas olmayan bir kültür bitkisinde, o bitkinin kolay etkilenebileceği bir gelişim döneminde (örneğin; 2,4-D ve türevlerinin çiçeklenme aşamasındaki buğday bitkisine sürüklenmesi) önemli zararlar verebilir. Sürüklenme ayrıca tarlada, istenilen dozun hedef alana homojen düşmemesi sonucu, olası kültür bitkisinde fitotoksisteye ve yetersiz yabancı ot kontrolüne neden olabilir (Dexter, 1995). Total herbisitlerin özellikle Glyphosate ve Glufosinate'in sürüklenmesi kültür bitkilerinde önemli fitotoksisteye ve ürün kayıplarına neden olabilmektedir (Miller ve ark., 2003; Roider ve

ark., 2007). Imazamox gibi selektif herbisitler de sürüklenme neticesinde hedef dışı kültür bitkilerinde ciddi fitotoksositeye neden olabilir. Bu konuda bazı herbisitlerin kültür bitkileri üzerinde ruhsatlı veya tavsiye edilen üst ve alt dozlarında, kültür bitkilerinin farklı fenolojik dönemlerine uygulanmasıyla, kültür bitkilerinde meydana gelen etkilerin ortaya konulduğu birçok araştırma mevcuttur. Söz edilen çalışmalar sürüklenme neticesinde ortaya çıkabilecek tartışmaların önlenmesi noktasında oldukça önemli çalışmalardır.

Oluşmasında sebep olarak gösterilebilen sürüklenme durumu birçok etkenden dolayı gerçekleşebilmektedir. Kullanılan herbisitlerin sadece %0.015-6'sı hedef alınan yabancı ot üzerine ulaşmakta, geri kalan %94-99.9'luk kısmı ise tarımsal ekosistemde hedef olmayan organizmalara ve toprağa ulaşmakta ya da çevredeki doğal ekosistemlere sürüklenme ve akıntı nedeniyle kimyasal kirleticiler olarak sulara karışmaktadır (Yıldız ve ark., 2005).

Sürüklenme, çoğunlukla uygulama sırasında herbisit damlacıklarının hedef bölgeden uzağa doğru fiziksel olarak hareketiyle (*Airborn drift*) gerçekleşir. Bu şekilde oluşan sürüklenme, herbisit uygulama şekli ve kullanılan pülverizatörün niteliği ile ilgilidir. Küçük herbisit damlacıkları, hedef yüzeyler üzerine yerleşmeden önce binlerce metre uzağa hareket edebilirler. Hava içerisindeki çok küçük damlacıklar atmosfer içinde buharlaşabilir ve kilometrelerce uzağa taşınabilirler.

Hava içerisinde fiziksel yolla oluşan sürüklenme:

- * İlaçlamanın uygun zamanda yapılması,
- * En uygun ilaçlama makinasının seçilmesi,
- * Kullanılan alet veya makinanın en uygun işletme koşullarında çalıştırılması ile en aza indirilebilir.

Bazı pülverizatör arızaları ve uygulayıcı hatalarından kaynaklanan, hedef dışı alana herbisit uygulanması sürüklenme olarak nitelendirilmemektedir. Buna örnek olarak pülverizatörle uygulama yapan uygulayıcıların hedef alanı dışında olan bumu kapatmaması ve drone gibi havadan uygulama yapan makinelerin tarlanın bitiminde bumları kapatamaması gösterilebilir (Radford ve Bohler, 2016). Ülkemizde uçakla ilaçlama 2006 yılında yasaklanmış olsa da, dünyada bazı ülkelerde uçakla ilaçlama örnekleri vardır (Anonim, 2015).

Sürüklenme, bazı durumlarda herbisit uygulaması yapıldıktan sonra da oluşabilir. Bu tip sürüklenme, genellikle buharlaşma ile oluşan sürüklenme (*Vapor drift*) olarak isimlendirilmiştir. Buharlaşma yoluyla oluşan sürüklenme, genellikle herbisitlerin buharlaşma özelliğiyle bağlantılıdır. Eğer uygulanan herbisit buharlaşma özelliği fazla olup, hava koşulları herbisit buharlaşmasına uygun ise

buharlaşma yoluyla herbisit sürüklenmesi önemli sorunlara yol açabilmektedir.

Herbisit sürüklenmesinin neden olabileceği durumlar:

- * Yabancı otlara karşı beklenen etki oluşmayabilir ve ek herbisit uygulamalarını gerektirebilir. Bu da üretim maliyetinin artmasına neden olur.
- * Sürüklenme nedeniyle komşu tarlalardaki kültür bitkileri zarar görebilir, zararlarının karşılanması için tazminat ödenmesi gerekebilir.
- * Gıda maddelerinin yüksek dozlardaki herbisitlerle kirlenmesi, ürünün zorunlu olarak imha edilmesini gerektirebilir.
- * Hava ve su kaynaklarını kirlitebileceği gibi insan ve hayvan sağlığını olumsuz yönde etkileyebilir (Çilingir ve Dursun, 2018).

Herbisit Sürüklenmesine Etki Eden Faktörler

1. Damla büyüklüğü, spektrumu ve meme tipi:

Yüz-200 µm çapındaki damlacıklar, genellikle temas ettikleri yüzeye tutunurlar ancak 500 µm'den daha büyük çaptaki damlacıklar bitki aksamı yüzeyine tutunamaz veya bitkinin alt kısımlarına ya da toprak yüzeyine düşerler, 50 µm'den daha küçük olan damlacıklar ise bitki yüzeyine tutunamaz ve etrafa yayılırlar (Peltzer ve Douglas, 2020). Pülverizasyonda ideal damla büyüklüğünü, ideal damla spektrumunu, herbisit homojen dağılımını sağlamak ve doğru meme seçimini yapmak herbisit sürüklenmesini en aza indirerek, uygulamalarda istenilen başarıyı getirmektedir. Küçük damlacıklar hafif oldukları için hava içerisinde yavaşça düşerler ve hava hareketiyle birlikte uzaklara taşınabilirler. Damlacık çapı büyüdükçe hava içerisindeki sürüklenme potansiyeli azalacaktır.

Damla büyüklüğünün yanında damla spektrumunun da sürüklenmeye etkisi bulunmaktadır. Damla spektrumunun geniş olması, pülverizasyonda çok büyük ve küçük çaplı damlaların oluştuğunu göstermekte ve hedef yüzeyde homojen olmayan bir kaplama oluşturabilmektedir. Damla, spektrumları yönüyle karşılaştırıldığında döner diskli memeler, hidrolik memelere göre daha homojen hacimlerde damlalar üretebilmektedir (Sayıncı ve Bastaban, 2011). Mevcut pülverizatörlerin çoğunda hidrolik memeler kullanılmakta olup çok geniş bir damlacık spektrumuna sahiptirler. Damlacık spektrumu içerisinde olan ve çapı özellikle 100 µm'nin altında olan damlalar sürüklenmeye oldukça elverişlidirler. Çapı 50 µm'den küçük olan herbisit damlacıkları belirsiz bir süre veya buharlaşmaya kadar havada asılı kalırlar (Peltzer ve Douglas, 2020). Bu küçük damlacıklardan kaçınılmalıdır. Çünkü bunların hedef yüzeyler dışına sürüklenmesini önleyecek etkin bir yol

bulunmamaktadır. Damla spektrumundaki sürüklenmeye elverişli damlaların oranı ve bu damlaların toplam hacmi meme verdisi, meme tipi ve çalışma basıncı gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Çilingir ve Dursun, 2018). Bir mikronun 1/63.500 cm ve insan saç telinin 100 mikron (μm) çapında olduğu düşünüldüğünde, püskürtülen sıvıdaki sürüklenme potansiyeline sahip damlacıkların çapları daha kolay anlaşılabilir.

Pülverizatörlerde herbisit püskürtüldüğü son nokta püskürtme memeleridir. Pülverizatörün en küçük ama en önemli parçalarından biri olan püskürtme memeleri istenilen damla büyüklüğü ve spektrumunu sağlamak açısından önemli bir aksamdır. Püskürtme memelerinde püskürtme sıvısının basınç altında küçük bir delikten geçmesi sağlanmaktadır. Basınç arttıkça damla çapı küçülmekte, hüzmeye açısı artmakta ve püskürtülen sıvı miktarı da artmaktadır. İdeal olarak püskürtme memesinde basınç sabit olmalıdır. Herbisit uygulamalarında basınç 2-3 bar önerilmektedir (Öztürk, 2017). Pek çok herbisit, 150-300 μm büyüklüğünde, ince damlacık oluşturabilecek püskürtme memelerine sahip hidrolik aksamı içeren ilaçlama aletleri ile uygulanır (Peltzer ve Douglas, 2020).

Meme verdisi arttıkça küçük çaplı damlacıkların herbisit hacmi yüzdesi azalmakta ve genellikle damla büyüklüğü artmaktadır. Bu sebeple, sürüklenme açısından daha yüksek verdili memeler kullanmak daha güvenlidir. Buna karşın, çoğunlukla düşük verdili memeler tercih edilmektedir. Çünkü bu memelerle yapılan uygulamalarda birim alana daha düşük herbisit hacmine gereksinim duyulmaktadır. Çalışma basıncının damla spektrumu üzerine etkisi, çalışma basıncının artmasıyla küçük çaplı damlacıkların artması sonucu ortalama damla çapının küçülmesi şeklinde görülmektedir. Herbisit uygulamalarında, küçük damlacıklarla sağlanan iyi kaplama ve büyük damlacıklarla herbisit sürüklenmesinde sağlanan azalma arasında bir dengeye ulaşılmalıdır. Uygulanacak herbisit damlacık büyüklüğü gerekli olandan daha küçük olmamalıdır (Çilingir ve Dursun, 2018) Küçük çaplı damla üreten meme tipleri sürüklenmeye elverişli olduğu gibi bu tip memelerde tıkanma sorunu ile de daha çok karşılaşabilmektedir (Slocombe ve Sharda, 2015).

Küçük damlacıkların sürüklenmesini azaltan alet ve ekipmanlar kullanılarak, ve pülverizasyondaki damla boyut dağılımının değişmesine ve bu sayede sürüklenmenin azalması sağlanabilmektedir (Jensen ve ark., 2001). Pülverizasyonda 100 μm 'den küçük çaplı damlaların oranını azaltmak için düşük sürüklenme önleyici yeni nesil hidrolik memeler geliştirilmiştir. Ön orifis odasına sahip bu tip memelerde, sıvının giriş basıncı azaltılarak daha büyük çaplı damlaların oluşması sağlanmaktadır. Bu tip hidrolik memelerle üretilen

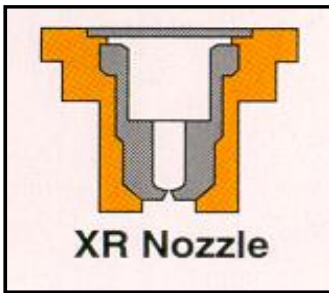
damlaların orifisi terk etme hızı, aynı pülverizasyon karakteristiğine sahip standart tip hidrolik memelere göre daha düşüktür. Nuyttens ve ark., (2007) tarafından yürütülen bir araştırmada, düşük sürüklenme önleyici (Albuz ADI 11002, 3.0 bar, 0.8 l min⁻¹, DV.50=342 μm) ve standart yelpaze hüzmeli memelerle (Hardi ISO F10 06, 3.0 bar, 2.4 l min⁻¹, DV.50=345 μm) üretilen damlaların çıkış hızları sırasıyla 2.7 m s⁻¹ ve 6.6 m s⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Yapılan bir çalışmada herbisitlerde sürüklenmeyi en aza indirmek ve herbisit uygulamasında maksimum fayda sağlamak adına pülverizasyonda küçük çaplı damlaların oranını azaltmada farklı meme tipleri olan yeni geliştirilmiş Drift Korunmalı Meme [DG (Drift Guard)], Çarpmalı Meme [TT (Turbo Teejet)], Turbo Damlacık Üreten Meme [AI (Air Induction)] ve Çift Akışkanlı Meme [AJ (Air-jet)] ile Standart Yelpaze Hüzmeli (XR) memeler karşılaştırılmıştır. Çalışmada her bir memenin sürüklenme potansiyeli ve bazı meme kriterlerine ait veriler belirlenmiştir. En yüksek herbisit sürüklenme potansiyelinin, artan işletme basıncı ile (2-4 bar) standart yelpaze hüzmeli (XR) memede (%30.5) olduğu tespit edilmiştir. Sırasıyla DG memede bu oran %17.8, TT memede %15.6, AI memede %3.7 ve AJ (TK-5) memede ise %2.8 olmuştur. Meme ölçüsü büyüdükçe 100 μm 'den küçük damlacıkların oranının azaldığı ancak aynı meme ucunda basınç artışıyla 100 μm 'den küçük damlaların oranının arttığı saptanmıştır (Soysal ve Bayat, 2006).

Serim ve Özdemir (2012), herbisit uygulamalarında kullanılan pülverizatör memelerinin damla büyüklük dağılımlarının belirlenmesi konusunda yapmış oldukları bir çalışmada ülkemizde yabancı ot mücadelesinde kullanılan 5'i yelpaze, 15'i içi boş konik hüzmeli (İBKH) toplam 20 pülverizatör memesinin damla büyüklük dağılımlarını laboratuvar şartlarında denemişlerdir. Sonuç olarak herbisit uygulamalarında, İBKH memeler yerine yelpaze hüzmeli memelerin tercih edilmesinin sürüklenme potansiyeli yüksek damla (<100 μm) miktarının azaltılmasına yardımcı olabileceği kanısına varmışlardır.

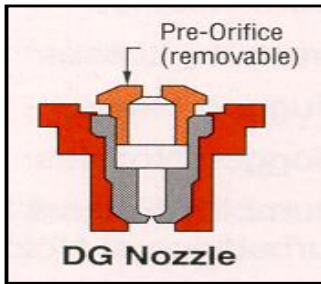
Yelpaze hüzmeli püskürtme meme (XR kodu ile tanımlanırlar-Şekil 1) tiplerinden birisi olan ön orifisli yelpaze hüzmeli püskürtme memeleri, hidrolik püskürtme memeleri tarafından üretilen küçük çaplı damlaların yoğun olduğu zamanlarda, daha büyük damlalar üreterek herbisit sürüklenme riskini ortadan kaldırmaktadır. Püskürtme memesinde elips şeklindeki son çıkıştan önce yer alan ön orifis, basınçta düşme ve standart yelpaze hüzmeli püskürtme memelerine göre daha geniş ortalama damla büyüklüğü sağlamaktadır. Bu tip yelpaze hüzmeli püskürtme memeleri herbisit sürüklenme riski düşük olan (*Less drift*) püskürtme memeleridir. Driftguard, Turbo drop ve Air Induction

memeler gibi sürüklenmeyi azaltan yeni teknoloji memelerin, standart yelpaze hüzmeli memelerle kıyaslandığında 200 µm' nin altındaki damlacık sayısında %50-80 oranlarında azalma sağladığı ve dolayısıyla sürüklenmeyi azalttığı tespit edilmiştir (Dursun, 2002; Dursun ve ark., 2005; Öztürk, 2017). Ancak herbisit uygulamalarında, küçük damlacıklarla sağlanan iyi kaplama ve büyük damlacıklarla ilaç sürüklenmesinde sağlanan azalma arasındaki dengenin önemi asla unutulmamalıdır. Nitekim konvansiyonel tarımda yelpaze hüzmeli memeler daha homojen kaplama yapmasından dolayı özellikle herbisit uygulamalarında tercih edilen meme tipidir. Herbisit sürüklenmesinin azaltılması için düşük basınçlı uygulama da tercih edilmelidir.



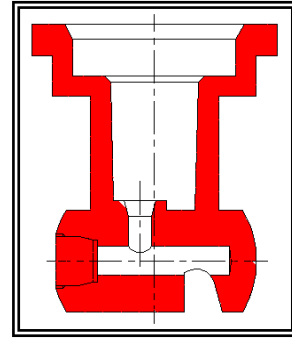
Şekil 1. Yelpaze hüzmeli püskürtme memesi (Radford ve Bohler, 2016)

Driftguard (DG) püskürtme memeleri, ilk üretilen sürüklenme önleyici meme tipidir. Bunlar iç basıncı azaltan bir ön orifise sahiptir (Şekil 2).



Şekil 2. Driftguard (DG) püskürtme memesi (Radford ve Bohler, 2016)

Turbo püskürtme memeleri (TT), türbülans odalı bu memeler, uçta enerjiyi emen bir iç hazneye sahiptir (Şekil 3). Bunların yelpaze hüzmeli olanları da vardır.



Şekil 3. Turbo Teejet (TT) püskürtme memesi (Radford ve Bohler, 2016)

Air induction (AI) püskürtme memeleri (Şekil 4); en yüksek basınç altında orta büyüklükteki damlacıkları oluştururken, daha düşük basınçla ekstra iri taneli damlacıklar üretebilmektedir. AI püskürtme memesi güçlü bir sürüklenmeyi azaltan önemli bir meme tipidir.



Şekil 4. Air Induction (AI) püskürtme memesi (Radford ve Bohler, 2016)

Teknolojik meme tiplerinden birisi olan çoklu memeler üç, dört veya beş başlık grubuna sahiptir. Bu başlıklara farklı tipte meme monte edilebilmektedir. Bu nedenle, farklı uygulamaların sağlanması için doğru meme seçimi daha kolay olacaktır (Celen ve Onler, 2011).

Bütün bu bilgiler neticesinde damlacık boyutunun, herbisit etkinliğini değiştirebildiği görülmektedir. Örneğin ince damlacıklar, çıkış sonrası herbisit uygulamalarında, yaprak yüzeylerinde mükemmel kaplama için veya yabancı ota iyice temas edebilmesi için gereklidir. Orta ve büyük hacimli damlacıklar, sistemik herbisitler ve çıkış öncesi uygulanan herbisitler için kullanılırlar. Diğer taraftan herbisitlerin etkili olabilmesi için istenen optimum damlacık büyüklüğü, insektisit ve fungusitlerle kıyaslandığında daha büyüktür. Toprak herbisitleri ile çıkış sonrası uygulanan herbisitler, istenen optimum damlacık büyüklüğü açısından karşılaştırıldığında

toprak herbisitlerinde daha büyük damla çaplarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Uygun püskürtme memesi seçiminde, püskürtme meme tedarikçileri tarafından damlacık boyutlarına göre yapılan uluslararası renkli kodlamalar neticesinde uygulamalarda kolaylıklar sağlanmıştır. Buna göre sarı renk orta büyüklükteki, mavi renk ise büyük hacimli damlacıkları ifade etmektedir (Radford ve Buhler, 2016).

2. Bum yüksekliği ve memeler arası uzaklık:

Uygulama sonrası herbisit damlalarının rüzgârla sürüklenmesinde bum yüksekliğinin önemli bir rolü vardır. Bum yüksekliği arttıkça hedef uygulama alanından uzaklaşılır ve herbisit damlacıkları bu nedenle daha fazla rüzgâr hızına maruz kalır. Rüzgâr hızının yükseklikle değişmediği kabul edilse bile, artan bum yüksekliğiyle damlaların hedefe ulaşma sürelerinin arttığı ve böylece havada daha uzun süre kalmasından dolayı sürüklenme olasılığı artabilmektedir. Püskürtme aksamının (bum) herbisit uygulanan yüzeye mümkün olduğu kadar yakın çalıştırılması sürüklenmeyi azaltmak için iyi bir yoldur. Buna karşın, bum üzerinde meme aralığında gerekli ayarlamaların yapılmadan bum yüksekliğinin azaltılması uygun olmayan herbisit kaplamasıyla sonuçlanmaktadır. Bu sorun geniş hüzmeye açılı memeler kullanılmak suretiyle çözülebilmektedir. Bunun yanı sıra, geniş hüzmeye açılı memeler aynı basınç ve verimde çalıştırıldıkları zaman, dar hüzmeye açılı memelere göre daha küçük damlalar üretirler (Çilingir ve Dursun, 2018). Sürüklenmenin problem olacağı düşünülen yerlerde, bum yüksekliğinin, mümkün mertebe en düşük seviyede ilaçlama yapılmasına olanak verecek şekilde ayarlanmalıdır.

Özellikle herbisit uygulamalarında tavsiye edilen yelpaze hüzmeli memelerde 50 cm bum yükseliği tavsiye edilmektedir (Öztürk, 2017). Çelen (2016) yaptığı çalışmada, statik koşullarda 110 derece AIXR püskürtme memeleri (015-02-04-05), standart yelpaze hüzmeli XR püskürtme memeleri (04) ile 50, 70, ve 110 cm yüksekliklerde yapılan uygulamalarla karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak AIXR110 püskürtme memeleri için en uygun püskürtme memesi yüksekliğinin 70 cm olduğunu, XR110 püskürtme memesi içinse 40 cm yükseklikte olduğu bildirilmiştir. Uygulama yapılacak alandaki tepe ve çukur kısımların herbisit uygulamasıyla buluşması açısından bum yüksekliğinin optimum olması gerekmektedir.

Çoğu pülverizatörlerde bum, 50.8 cm (20 inç)'lik meme aralığı ile düzenlenmiştir. Bununla birlikte, 76.2 cm (30 inç)'lik meme aralığının çeşitli avantajları olabilir. Bir bum, 50 cm aralıklı memelerle yapılandırılmışsa, operatörler aşağıda sözü edilen avantajları sağlamak adına 76 cm'lik bir meme formatını düşünmelidir. 50 cm aralıklı 80 derecelik bir

meme, 76 cm aralıklı 110 derecelik bir meme ile değiştirilirse, aşağıdaki avantajlar elde edilebilmektedir. Bunlar:

- * Bum yüksekliği aynı kalır.
- * Orifis boyutu üçte bir artar.
- * Sürüklenme potansiyeli azalır.
- * Bum üzerindeki meme sayısı düşeceğinden maliyet ve amortisman da düşer.
- * İş genişliği artar, daha az tıkanma görülür.
- * Meme aralığı, tarlada püskürtme sırasında 76 cm'lik bitki sıralarıyla eşleşir (Slocombe ve Sharda, 2015).

3. Herbisit uçuculuğu ve formülasyon tipi:

Herbisit uçuculuğu, herbisit gaza dönüşüp uygulama bölgesinden çıkması sırasında uygulama sonrası oluşan bir hareketin sonucudur. Uçuculuk, püskürtme çözeltisi sahaya yerleştiğinde ve ardından bir buhara dönüşüp saha dışına çıktığında meydana gelebilir. Herbisit buharı rüzgârla saha dışına taşınabilir. Kayalar ve kaldırım gibi herbisit absorbe edilmediği geçirimsiz yüzeylerde uçuculuk potansiyeli en yüksektir.

Uçuculuk, herbisit formülasyonunun ve bazı durumlarda aktif bileşenin bir özelliği olup, tüm herbisitlerde uçuculuk potansiyeli söz konusu değildir. Yüksek sıcaklık ve düşük nem gibi uçuculuk koşulları maksimum olduğunda, uçucu olmayan bir herbisiti kullanmak hedef dışı alanda kalan bitki zararlanmasını önlemeye yardımcı olacaktır (Anonim, 2019).

Fenoksi grubu herbisitlerin (örn. 2,4-D, MCPA, triclopyr ve picloram) amin, tuz ve ester formülasyonlarının mevcut olduğu bilinmektedir. Bu formülasyon özelliklerinin bilinmesi buharlaşma ile gelebilecek zararlardan kaçınmak için önemlidir. Fenoksi grubu herbisitlerin amin ve sodyum tuzu formülasyonları, normal uygulama sıcaklıklarında uçucu buharlar üretmezken (yalnızca damlacıklar veya kuru parçacıklar halinde sürüklenirler), ester formülasyonları normal uygulama sıcaklıklarında bile uçucu buharlar üretebilirler (damlacıklar ve kuru parçacıklar halinde sürüklenmeye ek olarak uçucu buhar olarak da sürüklenirler). Hem Yüksek Uçucu Esterler (HVE) (ethyl, butyl ve isobutyl esterler) hem de Düşük Uçucu Esterler (LVE) (hexyl, octyl vb.) uçucu buharlar üretebilirler. Damlacıklar birkaç yüz metre uzağa gidebilir ve görülebilirken, buhar kilometrelerce uzaklara gidebilir ve görülemezdir. Uçucu herbisitlerin buharlaşarak sürüklenmesinden dolayı domates, bağ, kabakgiller gibi hassas bitkilerde oluşturabileceği zarar düşünüldüğünde herbisit formülasyon tipinin önemi açıkça ortaya çıkmaktadır (Dexter, 1995; Anonim, 2018c).

Herbisit karışımının akıcılığını arttırmak suretiyle, sürüklenmeye elverişli küçük damlacıkların sayısı azaltılabilmektedir. Herbisit karışımlarının

viskozitesini artırmak için çeşitli pestisit katkı maddeleri eklenebilmektedir. Sürüklenmenin kontrol altına alınmasının yanı sıra, bu katkı maddelerinin çoğu pestisitlerin yapraklar üzerine yayılma ve tutunmasını iyileştirmektedir. Bu tip katkı maddeleri, sürüklenmeyi tamamen engelleyemezler. Sürüklenmenin azalmasına yardımcı olan bu tip maddelerden istenilen sonuçları elde etmek için, etiket değerlerine ve üzerinde yazan önerilerine göre karıştırılmalı ve uygulanmalıdır (Çilingir ve Dursun, 2018).

Kullanılan püskürtme memeleri ve ilgili aksamalar, genellikle farklı pek çok büyüklükte damlacık oluştururlar. O nedenle, sadece belli bir oranda ince ve küçük damlacıkların sürüklenmesi söz konusudur. Emülsiyon konsantre (EC) formülasyon uygulamaları için, yardımcı (Sprey adjuvantı) bazı ürünler sürüklenmeyi azaltabilir. Bu gibi formülasyonlarda, sürüklenmeyi azaltıcı ürünlerin kullanılması, çapı 100 µm 'den daha küçük damlacıkların oluşmasını artırır. Özellikle santrifüj pompaların kullanımı, polimer sürüklenme önleyicilerin etkisini azaltabilir (Peltzer ve Douglas, 2020).

Yapılan bir çalışmada; çeşitli kimyasalların damlacık büyüklüğüne etkileri araştırılmış ve sonuçta hacimsel ortalama damla çapında en yüksek %63, en düşük %3.5 oranlarında bir artış elde edilmiştir. Bir diğer çalışmada ise kullanılan polimer yapıcı yapıştırıcı (Sprey adjuvantı) maddesinin kullanılmasıyla sürüklenmenin %49 ile %75 oranları arasında azaldığı belirtilmiştir (Özkan ve ark. 1993).

Herbisit uçuculuğuna bağlı hedef dışı hasarı en aza indirmek için en iyi uygulamalar:

* Hava koşulları kontrol edilerek, yüksek sıcaklıklarda herbisit uygulaması yapmaktan kaçınılmalıdır. Yüksek sıcaklık ve düşük nem herbisit uçuculuğunu artıracığından, herbisit etiketinde belirtilen uyarılar dikkate alınmalı ve uygun olan hava şartlarında herbisit uygulamaları gerçekleştirilmelidir.

* Püskürtme yaparken, kaya veya kaldırım gibi geçirimsiz yüzeylere uygulama yapmaktan kaçınılmalıdır.

* Ester formülasyonları veya karışımlarının potansiyel uçucu olduğu bilinmelidir (Anonim, 2019).

* Amonyum sülfat uçuculuğu artırdığı için, amonyum sülfat ile uçucu herbisitlerin tank karışımından kaçınılmalıdır (Anonim, 2020).

* Etiketeye bağlı kalınmak suretiyle herbisit ekim öncesi toprağa karıştırılarak uygulanması gerekebilir.

4. Buharlaşma:

Su ve herbisit karışımları püskürtüldükten sonra hedef yüzeye doğru düşerken buharlaşmadan dolayı giderek küçülürler. Damlalar küçüldükçe hızla artan yüzey alanı/hacim oranının bir sonucu olarak buharlaşma oranı

da artmaktadır. Su ve herbisit karışımının yüzey alanı, özellikle çapı 50 µm 'nin altında olan küçük damlacıklar şeklinde parçalanırsa, buharlaşma çok yüksek oranda artış göstermektedir. Yerden yapılan herbisit uygulamaları için 30 µm ve daha küçük çaplı damlacıklar hedefe ulaşmadan önce tamamen buharlaşmaktadır. 150 µm 'den büyük damlacıkların hedefe ulaşmadan önce büyüklüğündeki azalma önemli olmamaktadır. Boyutları 30 ve 150 µm arasındaki damlacıkların buharlaşması sıcaklık, nem ve diğer hava koşullarından önemli ölçüde etkilenebilmektedir (Çilingir ve Dursun, 2018).

5. Uygulama yöntemi:

Yerden yapılan herbisit uygulamalarında bitkinin yüksek olması, arazinin sulanmış olması, toprağın sıkıştırılması gibi bazı dezavantajlara karşın, uygulama rahatlığı, yüksek iş verimliliği, toprağı sıkıştırmadan ve bozmadan ilaçlamanın yapılabilmesi gibi avantajlar nedeniyle, uygulayıcılar havadan ilaçlama seçeneğine yönelebilmektedir (Wang ve ark., 2018).

Havadan yapılan pestisit uygulamalarında damlaların sürüklenme potansiyeli yerden yapılan uygulamalara göre daha yüksektir. Bu durum, uygulama hacmi ve ekipman dizaynındaki farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Damlaların sürüklenme riski, özellikle düşük hacimli (LV) ve sisleme (ULV) uygulama tekniklerinde artmaktadır (Çilingir ve Dursun, 2018). Bu ve benzeri sebeplerden dolayı ülkemizde hava ilaçlamaları yasaklanmıştır. Ayrıca son günlerde oldukça çok konuşulan İnsansız Hava Araçları (İHA) ile herbisit uygulamaları konusunda en büyük engel olarak görülen herbisit sürüklenmesi, çalışılması gereken konulardan bir tanesidir.

6. İklim koşulları:

Uygulanan herbisitlerin hedef dışı hareketinde hava koşullarının etkisi son derece önemli ve kritiktir. Uygulamanın yapıldığı alandaki mikroklima ile ilgili değişik faktörler sürüklenmeye sebep olabilmektedir.

Bunlar;

- Rüzgâr hızı ve yönü,
- Nisbi nem ve sıcaklık,
- Atmosferik kararlılık ve ters hava akımları' dır.

Rüzgâr hızı ve yönü, herbisit sürüklenmesini etkileyen en önemli çevresel faktörlerdendir. Herbisiti uygulamak için genellikle sabahın erken veya akşam saatleri en iyi zamanlardır. Rüzgârlı hava koşulları, toprağa yakın olan hava kütesinin sıcaklığının artmış olduğu öğle saatlerinde daha olasıdır. Bu durum, sıcak havanın hızla yükselmesine ve üzerindeki soğuk hava ile hızla karışmasına neden olarak sürüklenmeyi kolaylaştırır (Anonim, 2018b).

Hava koşullarının sürüklenmeye etkisi, 150 mikron ve daha az çaplı damlacıkların toplam hacmine

bağlı olarak değişebilmektedir. Eğer bu küçük damlacıkların oluşması engellenirse hava koşullarının sürüklenmeye etkisi de en düşük seviyeye indirilebilir. Rüzgâr hızı sürüklenmeyi etkileyen en önemli meteorolojik faktördür. Rüzgâr hızına bağlı olarak hedef alanın dışına taşınan herbisit miktarı ve bu herbisitlerin hareket mesafeleri değişmektedir. Büyük çaplı damlacıklar hedef yüzeylere doğru hızla düşerler ve rüzgârdan daha az etkilenirler. Buna karşın yüksek hızlı rüzgârlar büyük çaplı damlacıkları bile hedef alanlarının dışına taşıyabilir. Bundan dolayı, eğer rüzgâr hızı aşırı derecede yüksek ise ilaçlama işlemi ertelenmelidir. Rüzgâr hızının düşük olduğu veya hassas ürünlerden uzağa doğru yavaşça estiği zamanlarda pestisit uygulanmalıdır. Eğer rüzgâr yönünde hassas ürünler varsa, kullanılacak olan herbisit için en az 30 metrelik bir tampon şerit ilaçlanmadan bırakılmalı, sonrasında rüzgâr yön değiştirdiği zaman kalan tampon şerit ilaçlanmalıdır (Çilingir ve Dursun, 2018).

Genel olarak herbisit uygulamalarında sürüklenme sorunlarına karşın günün serin ve rüzgârsız saatleri tercih edilmelidir. Özellikle esterli bileşikler gibi hormon yapılı herbisitler kullanılacaksa buharlaşma riskine karşın hava sıcaklığına ve rüzgâra azami ölçüde dikkat edilmelidir.

7. Pülverizatör ilerleme hızı:

"Hıza olan ihtiyaç" değerlendirilirken göz önünde bulundurulması gereken bir husus, fiziksel sürüklenmeyi potansiyel olarak nasıl etkileyebileceğidir. Yapılan bir çalışmada, traktör hızının sırasıyla 3.7 MPH' den 7.5 MPH' ye yükseltilmesi, kullanılan meme tipine bağlı olarak sürüklenmede 1.3 kat ila 3.9 kat artışa neden olmuştur. Hızın 4.4 MPH'den 6.2 MPH'ye yükseltilmesi ise sürüklenmede yüzde 90'lık bir artışla sonuçlanmıştır (Prostko, 2017). Pülverizatör ilerleme hızının artmasıyla damlaların yatay doğrultuda sürüklenme mesafesi de artmaktadır.

Nihayetinde tarla koşulları uygulama hızını belirleyecektir, ancak memenin basınç sınırlarını zorlamadan sürdürülebilir ve bunun sarsılmasına neden olmayan bir hız optimaldir. Daha yüksek hızlar sadece ekipmana zarar vermekle kalmaz, aynı zamanda sapmaya neden olacak kadar yeterli hava hareketine sebep olur. Artan çalışma hızları, püskürtmenin yukarı doğru rüzgâr akımlarına ve püskürtücünün arkasındaki girdaplara yönlendirilmesine neden olabilir, bu da küçük damlacıkları yakalar ve sürüklenmeye katkıda bulunabilir (Fishel ve Ferrell, 2019).

8. Operatörün bilgi ve becerisi:

Belirli bir ilaçlama koşulunda yukarıda sözü edilen başlıklardan herhangi biri, sürüklenmenin azaltılmasında en kritik faktör olabilir. İşte ilaçlamayı yapan operatör ise bu kritik faktörü belirleyerek

sürüklenmeye karşı gerekli önlemleri alabilir. Operatörler, uygulama koşullarına göre hem ekipmanı hem de atmosferik koşullara ilişkin kararları doğru vermek suretiyle hemen hemen her koşulda sürüklenmeyi en düşük seviyeye indirebilirler (Çilingir ve Dursun, 2018).

Öztekin ve Temel (2020), Tokat ilinde yapmış oldukları anket çalışmasında bitki koruma makinelerinin güvenli kullanımı konusunda çiftçilerin %76.8' inin orta düzeyde bilgi sahibi olduklarını belirtmişlerdir. Çiftçilerin %64' ünün ise bitki koruma makinelerinin güvenli kullanımı konusunda kendi bilgilerini uyguladığını bildirmişlerdir. Anket yapılan çiftçilerden elde edilen sonuçlara göre kalibrasyon hakkındaki bilgileri %0.6' sının çok iyi, %6.1' inin yeterli, %14' ünün orta, %17.7' sinin yetersiz ve %14' ünün çok kötü düzeyde olup, kalibrasyonu ilk defa duyanlar ise %47.6 oranında bulunmuştur. Çiftçilerin %2.4' ü her zaman, %20.1' i ara sıra, %15.9' u ise nadiren kalibrasyon ayarı yaptığını, %61.6' sı ise kalibrasyon ayarını yapmadığını belirtmiştir.

Ayrıca yapılan bir başka anket çalışmasında sürüklenmeye neden olan faktörler arasında operatörler %38 oranla en yüksek faktör olarak belirlenmiştir. Bunu %26 oranıyla meme tipi, %23 oranıyla fiziksel faktörler ve %13 oranıyla ise diğer faktörler takip etmiştir (Fishel ve Ferrell, 2019).

SONUÇ

Herbisit sürüklenmesi, herbisit püskürtülerek uygulandığı durumlarda ciddi bir problemdir çünkü herbisit etkisiz kullanımına, bitişik tarlalardaki mahsullerde hasara, hava ve su kirliliğine neden olurlar (Özkan ve ark., 1993).

Herbisit sürüklenmesi sonucunda çevrede bulunan birçok bitkide fitotoksisite belirtileri meydana gelebilir ve bu belirtilerin oluşması için fazla miktarlarda herbisit yoğunluğuna gerek yoktur. Örneğin hormon grubu herbisitlerden 2,4 D' nin tavsiye edilen etiket dozunun 100 kat azaltılmış hali bile bağ vb. geniş yapraklı bitkilerde önemli fitotoksik belirtiler oluşturabilmektedir (Delvalle, 2017).

Yüksek sıcaklık ve düşük nem ortamında yapılan uygulamalarda pestisit damlaları buharlaşırken (Kirk ve ark., 1992; Hoffmann ve Salyani, 1996), rüzgâr hızının yüksek olması durumunda da pestisit damlalarının sürüklenme potansiyeli artmaktadır (Piché ve ark., 2000). Böyle durumlarda herbisit uygulamaları yapılmamalıdır.

Sonuç olarak herbisit uygulayıcılarının herbisit uygulaması öncesinde, sırasında ve sonrasında dikkate almaları gereken önlemler vardır. Birkaç örnek vermek gerekirse, herbisit kullanım prosedürlerine uygun davranmalı, doğru dozlarda karışım yapmalı,

kullanılmış herbisit ambalajlarının ve kişisel koruyucu ekipmanlarını güvenli bir şekilde imha etmelidir. Tüm uygulama ekipmanlarının bakımı ve kalibrasyonu yapılmalıdır. Ayrıca aşınmış veya uygun olmayan püskürtme uçları ve ekipmanları kullanmaktan kaçınılmalıdır.

Herbisiti uygulamadan önce herbisitün uçuculuğu ve formülasyonu hakkında bilgi sahibi olunmalı ve ilaçlama programı hazırlanırken göz önünde bulundurulmalıdır. Bu gibi durumlarda ilaç viskozitesini arttırmak gerekirken ve bunun için çeşitli dolgu katkı maddeleri eklenerek hem sürüklenme kontrol altına alınmakta hem de herbisitlerin yapraklar üzerine yayılma ve tutunmasını iyileştirilmektedir. Herbisit uygulamalarında orifisli yelpaze hüzmeli püskürtme memeleri tercih edilmelidir. Bu tip memelerde genellikle 1-3 bar basınç ve 50 cm bum yüksekliği kullanılmalıdır. Püskürtme hızını belirleyen en önemli etken saha koşullarıdır. Memenin basınç sınırlarını zorlamadan sürdürülebilir ve bumun sıçramasını engelleyen hız optimaldir. Yeterli biyolojik etkinlik sağlanabilmesi için, hedeflenen yüzey üzerinde yeterli oranda kaplama elde edilmesi gerekmektedir. Özellikle herbisitlerin rüzgârla sürüklenmesi

istenmediğinden, 250 µm' den daha büyük damla çaplarıyla uygulanması gerekmektedir. Pülverizasyonda herbisit sürüklenmesini en aza indirmek, damla büyüklüğü ve homojen dağılımı sağlamak uygulamada başarıyı getirebilmektedir.

Herbisit sürüklenmesine neden olan sebepler yukarıda detaylı bir şekilde irdelenmiştir ve birçok madde listelenmiştir. Tüm bu maddeler içerisinde operatörün yani uygulayıcının yeri büyük önem arz etmektedir. Çünkü uygulayıcı sürüklenmeye sebep olabilecek olan diğer sebepleri bilgi ve becerileri ile minimize edebilecektir. Bu sebeptendir ki uygulayıcı kullandığı pülverizatörün ve herbisitün özelliklerini iyi tanımalıdır. Nitekim bu konuda ülkemizde Tarım Bakanlığı yönetmelik yayınlarak pestisit uygulamaları yapan operatörlerin eğitilmesi ve "Bitki Koruma Ürünü Uygulama Belgesi" almasının gerektiği yönünde kararlar almıştır (Resmi Gazete, 2014).

İHA ile herbisit uygulamaları konusunda herbisit sürüklenmesi, çalışılması gereken konulardan bir tanesidir. Zaman ve maddeden tasarruf önemli hususlardır. Dolayısı ile bu konu ile ilgili çalışmalara gereken ağırlık verilmelidir.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2015. Ülkemizde Zirai Mücadele Girdilerinin Değerlendirilmesi, T.C. Gıda Tarım Ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 2015 Ankara.
- Anonim, 2018a. Applying Pesticides Correctly: A Guide for Private and Commercial Applicators. Pesticides in the Environment University of Hawaii at Manoa. Colleague of Tropical Agriculture and Human Resources.
- Anonim, 2018b. Factors Affecting Pesticide Drift. Kentucky Pesticide Safety Education Program. University of Kentucky College of Agriculture.
- Anonim, 2018c. Volatile Vapour Drift Risk. The State Of Victoria Department Of Economic Development, Jobs, Transport & Resources, June 2018.
- Anonim, 2019. Minimize the effects of volatility and spray drift when applying herbicides. T&DWorld Newsletter. Digital Edition. May, 2019.
- Anonim, 2020. Rutgers University, New Jersey Agricultural Experiment Station, Thierry Besancon (<https://plant-pest-advisory.rutgers.edu/10-best-management-practices-to-avoid-herbicide-drift/>) Erişim Tarihi: 23.02.2021
- Anonim, 2021a. The Problem of Runoff. Pesticide Environmental Stewardship. Cornell University. Compiled by Ron Gardner. (<https://pesticidestewardship.org/water/>) Erişim Tarihi: 23.02.2021
- Anonim, 2021b. The Problem of Leaching. Pesticide Environmental Stewardship. Cornell University. Compiled by Ron Gardner. (<https://pesticidestewardship.org/water/>) Erişim Tarihi: 23.02.2021
- Asav Ü. ve Serim A.T., 2018. Vejetatif Filtre Şeritleri: Herbisitlerin Yüzey Sürüklenmesi Yoluyla Taşınması'nın Engellenmesinde Çevreci Bir Yaklaşım. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi. DOI: 10.15316/SJAFS.2018.140
- Celen İ. H., Onler E., 2011. Reducing Spray Drift. Namik Kemal University, Faculty of Agriculture, Biosystem Engineering. DOI: 10.5772/18288
- Çelen İ. H., 2016. Hava Emişli Yelpaze Hüzmeli Püskürtme Memelerinde Püskürtme Dağılımının İlerleme Hızına Bağlı Olarak Değişimi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi Journal of Tekirdag Agricultural Faculty. ISSN: 1302-7050, Cilt: 13, Sayı: 1, Yıl: 2016, Sayfa: 99-106.
- Çilingir, İ., Dursun, E. 2018. Bitki Koruma Makinaları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1531, Ders Kitabı: 484 s.
- Dağ, S., Aykaç, V. T., Gündüz, A., Kantarcı, M., Şişman, N., 2000. "Türkiye'de Tarım İlaçları Endüstrisi ve Geleceği", Türkiye Ziraat Mühendisliği V. Teknik Kongresi (2 Cilt).
- Delvalle, T., 2017. Herbicide Drift and Drift Related Damage. The Pennsylvania State University. College of Agricultural Sciences. Updated: August 22, 2017.
- Devlin, D.L., Peterson, D.E., Regehr, D.L. 1992. Residual Herbicides, Degradation, and Recropping Intervals. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service. File code: Crops and Soils—5-2 (Herbicides)
- Dexter, A.G., 1995. Herbicide spray drift. Sugarbeet Specialist, North Dakota State University and the University of Minnesota. Published and copyrighted by: North Dakota State University Extension Service, NDSU, Fargo, ND 58105.
- Dursun, E., 2002. İlaç Sürüklenmesinin Azaltılmasına Yönelik Uygulama Yöntemlerindeki Gelişmeler. Ekin Dergisi Yıl: 4, Sayı 12, s.51-55.

- Dursun, E., Çilingir, İ., Erman, A., 2005. Tarımsal Savaşım ve Mekanizasyonunda Yeni Yaklaşımlar. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası 6. Teknik Kongresi, 669-686, Ankara, 2005.
- Ergül, İ. ve Dursun, E., 2004. Konik hüzmeli memelerde aşınmanın verdi ve ilaç dağılım paternine etkileri. Tarımsal Mekanizasyon 22. Ulusal Kongresi, 08-10 Eylül, Aydın.
- Fishel, F. M., Ferrell, J. A., 2019. Managing Pesticide Drift. Agronomy Department, University of Florida, IFAS Extension. Publication number PI232, 15p.
- Hoffmann, W.C., Salyani, M., 1996. Spray deposition on citrus canopies under different meteorological conditions. Transactions of the ASAE, 39(1): 17-32.
- Jensen, P.K., Jørgensen, L.N., Kirknel, E., 2001. Biological efficacy of herbicides applied with low-drift and twin-fluid nozzles. Crop Protection, 20: 57-64.
- Kirk, L.W., Bouse, L.F., Carlton, J.B., Franz, E., Stermer, R.A., 1992. Aerial spray deposition in cotton. Transactions of the ASAE, 35(5): 1393-1399.
- Menguc C. (2018). Herbisit Toksisitesi ve Yabancı Otlara Karşı Alternatif Mücadele Stratejileri. Turk J Weed Sci, 21(1):61-73.
- Miller D. K., Downer R. G., Leonard B. R., Holman E.M., Kelly S. T.. 2003. Response of Non-Glufosinate-Resistant Cotton to Reduced Rates of Glufosinate. Weed Science, Vol. 51, No. 5 (Sep. - Oct., 2003), pp. 781-785
- Nuyttens, D., Baetens, K., De Schampheleire, M., Sonck, B., 2007. Effect of nozzle type, size, and pressure on spray droplet characteristics. Biosystems Engineering, 97(3): 333-345.
- Ozkan, H. E., Reichard, D. L., Zhu, H., Akerman, K. D., 1993. "Effect of Drift Retardant Chemicals on Spray Drift, Droplet Size and Spray Pattern," Pesticide Formulations and Application Systems: 13th Volume, ASTM STP 1183, ASTM International, West Conshohocken, PA, 1993.
- Öztekin, Y. B., Temel, U., 2020. Bitki Koruma Makineleri Kullanımının Tarımda İş Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi. Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2020) ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online) doi: 10.7161/omuanajas.627038
- Öztürk, C., 2017. Yeni Tip Püskürtme Memelerinde Yükseklik ve Basıncın Hacimsel Püskürtme Dağılımına Etkileri
- Peltzer, S., Douglas, A. 2020. Herbicides, Agriculture and Food. Government of Western Australia. Department of Primary Industries and Regional Development.
- Piché, M., Panneton, B., Thériault, R., 2000. Reduced drift from airassisted spraying. Canadian Agricultural Engineering, 43(3):117-122.
- Prostko, E. 2017. Clearing up the controversy over sprayer speed and herbicide coverage. SouthEast FarmPress.
- Radford J.E., Buhler W., 2016. Spray Drift Management. North Carolina Agricultural and Technical State University. The Pesticide Environmental Stewardship (PES) Website.
- Resmi Gazete, 2014. Bitki Koruma Ürünlerinin Önerilmesi, Uygulanması ve Kayıt İşlemleri Hakkında Yönetmelik, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bak., 3 Aralık 2014, Sayı:29194.
- Roider C. A., Griffin J.L., Harrison S. A., Jones C. A. 2007. Wheat Response to Simulated Glyphosate Drift. Weed Technology, Vol. 21, No. 4 (Oct. - Dec., 2007), pp. 1010-1015.
- Saymıcı B., Bastaban S., 2011. Patates İlaçlamasında Farklı Tip Püskürtme Memelerinin Damla Taşınma Etkinlikleri - Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der. / Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech. 1(1): 81-90, 2011
- Serim A. T. ve Özdemir Y. G., 2012. Herbisit Uygulamalarında Kullanılan Pülverizatör Memelerinin Damla Büyüklük Dağılımlarının Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 5 (2): 172-175, 2012 ISSN: 1308-3945, E-ISSN: 1308-027X
- Slocombe, J.W., A. Sharda. 2015. Agricultural spray nozzles: selection and sizing. Application Technology Series (MF3178), Kansas State University.
- Soysal, A., Bayat, A., 2006. Herbisit uygulamalarında kullanılan düşük sürüklenme potansiyelli memelerin püskürtme tekniği açısından değerlendirilmesi. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 2(3): 189-195.
- Wang X N, He X K, Song J L, Wang Z C, Wang C L, Wang S L, Wu R, Meng Y, 2018. Drift potential of UAV with adjuvants in aerial applications. Int J Agric & Biol Eng, 2018; 11(5): 54-58.
- Yıldız, M., Gürkan, O., Turgut, C., Kaya, Ü., Ünal, G. (2005). Tarımsal Savaşımında Kullanılan Pestisitlerin Yol Açtığı Çevre Sorunları VI. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ankara, 3-7 Ocak 2005.

©Türkiye Herboloji Derneği, 2021

Geliş Tarihi/Received: Mart/March, 2021
Kabul Tarihi/ Accepted: Haziran/June, 2021

To Cite : Usta B. and Karaca M. (2021). A Major Problem In Herbicide Applications: Drifting. Turk J Weed Sci, 24(1):39-48
Alıntı İçin : Usta B. ve Karaca M. (2021). Herbisit Uygulamalarında Önemli Bir Sorun: Sürüklenme. Turk J Weed Sci, 24(1):39-48