

# TARIMSAL SAVAŞIM MEKANİZASYONUNDA TEKNOLOJİK GELİŞMELER

Hüseyin GÜLER<sup>1</sup> Erkan URKAN<sup>1</sup> Müjdat TOZAN<sup>1</sup> Behiç TEKİN<sup>1</sup> Öncül CANER<sup>2</sup>

## ÖZET

Ülkemizde tarımsal üretimde yapılan uygulamalar içinde gelişmenin en az olduğu alan tarımsal ilaç uygulamalarıdır. Oysa tarım ilaçlarının gerek çevre ve gerekse de insan sağlığı üzerinde çok büyük zararları vardır. Dünyada tarım ilacı uygulama teknolojisinin bu gün geldiği noktada bu zararları tamamen yok etmek mümkün olmamakla birlikte, kayıpları mümkün olduğunca azaltmak, aynı zamanda ilaçlamadan beklenen başarıyı sağlamak mümkündür.

Sürüklenme son 15-20 yıllık süreçte üzerinde en çok durulan konudur. Çünkü sürüklenme ilaçlamanın etkinliğini azaltmakta ve bunun sonucunda tekrar yapılan ilaçlama ise ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Üstelik bu uygulamalar sonucunda hedef bitki üzerinde kalıntı miktarı artmakta ve bunun kaçınılmaz sonucu olarak bu besinler kullanılamaz duruma gelmekte ya da kullanıldığı taktirde tüketicilerin sağlığını ciddi bir şekilde tehdit edebilmektedir. Uygulamada kullanılan makina ile birlikte uygulama tekniğini bilmeksizin adı geçen zararlı etkileri azaltabilmek ve uygulamanın başarısını artırabilmek mümkün değildir.

Avrupa Birliği üyesi bir çok ülkede sadece yeni pulverizatörlerin değil kullanımında olanlarında belirli periyotlarda testleri yapılmaktadır. Bu sayede pulverizatörlerden kaynaklanan hatalar azaltılabilmektedir. Ülkemizde maalesef kullanımdaki pulverizatörlerin testleri ile ilgili herhangi bir çalışma yapılmamaktadır.

Bu makalede; ülkemizde pestisit uygulamasında yaygın olarak yapılan hatalar ve mevcut eksiklikler belirtilerek, ilaçlamada hedeflenen başarıyı sağlamayı kolaylaştırırken çevre sağlığı üzerine olan olumsuz etkileri azaltmaya yönelik uygulama teknolojisindeki gelişmeler hakkında bilgi vermek ve pulverizatör kaynaklı hataların giderilebilmesi için çok önemli olan "kullanımdaki pulverizatörlerin testleri" konusuna dikkati çekmek amaçlanmıştır.

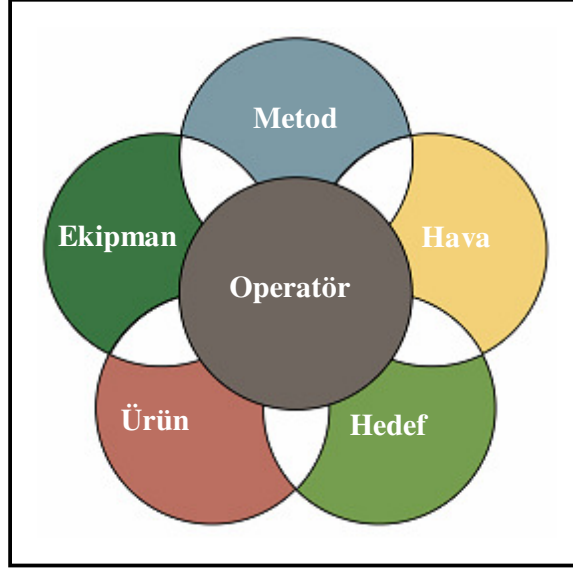
*Anahtar Sözcükler: Tarım İlacı, Uygulama Teknolojisi, Sürüklenme*

<sup>1</sup>Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Bölümü

<sup>2</sup>Bornova Ziraat Mücadele Araştırma Enstitüsü

## GİRİŞ

Tarım alanında çalışan araştırmacılar ve çiftçiler için en önemli konulardan biri de bir yandan çevre ile dost teknikleri kullanırken öte yandan tarımsal üretim miktarını da arttırmaktır. Tarımsal üretimi arttırmak amacıyla kullanılan girdilerin başında tarım ilaçları gelmektedir. Ancak iyi bir uygulama olmaksızın ilaçlamanın istenilen başarıya ulaşması mümkün değildir. Uygulamanın başarısı ise kullanılan ilaçlama makinası ve bu makinanın ayarları ile yakından ilgilidir. Kullanılan ilaç ve miktarı ne olursa olsun, operatör ile birlikte uygulamanın başarısını belirleyen unsurlardan biri de ilaçlama makinasının özellikleri ile bu makinanın doğru kullanılmasıdır. Deveau (2009) ilaçlamanın altı unsuru olduğunu belirtmiştir. Bu unsurlar Şekil 1'de gösterilmiştir.



**Şekil 1. Etkili İlaçlamanın Altı Unsuru**

Tarım ilaçlarının, tarımsal üretimi arttırmakla birlikte çevre üzerinde zararlı etkileri bulunmaktadır. Bu olumsuzlukları tamamen ortadan kaldırmak mümkün olmasa da uygulama teknolojisindeki gelişmeler ve makinaların doğru ayarlanması ile azaltmak mümkündür. Yüksek hacimli yardımcı hava akımlı pülverizatörler ile yapılan araştırmalar yukarıda belirtilen altı unsura dikkat etmeden yapılan ilaçlamalarda, uygulanan ilacın % 80'e varan oranlarda hedef dışına gittiği belirtilmiştir (Deveau, 2009).

Pestisitlerin yanlış uygulanması ekonomik kayıplara, etkin olmayan zararlı ya da hastalık kontrolüne, çevre kirliliğine ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere yol açmaktadır. Dünya'da ve ülkemizde tüketilen tarım ilacı miktarlarında son yarım yüzyıllık sürede meydana gelen artış gözönüne alındığında konunun önemi daha iyi anlaşılmaktadır.

İlacın hedeflenen alandan başka bir alana taşınması olarak tanımlanan sürüklenme tarımsal ilaç uygulamalarında özellikle son 15-20 yıllık süreçte daha büyük bir önem kazanmıştır. Çünkü sürüklenme uygulamanın başarısına ve çevre kirliliğine doğrudan etki etmektedir. Her ne kadar sürüklenmeyi tamamen ortadan kaldırmak mümkün olmasa da alınacak bazı önlemler ile ve doğru uygulama teknikleriyle azaltılması mümkündür.

Bu makalede, sürüklenme miktarını azaltmaya ve ilaçlama kalitesini arttırmaya yönelik uygulama stratejileri ve tekniklerindeki gelişmeler hakkında bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

## ÜLKEMİZDE TARIMSAL SAVAŞ MEKANİZASYONU ve MEVCUT PROBLEMLER

Hastalık ve zararlılar tarımsal ürünlerde yaklaşık olarak % 35 oranında ürün kaybına neden olmaktadır. Günümüzde geri kalmış ülkelerde gerek kötü beslenmeden ve gerekse açlıktan milyonlarca insanın öldüğü bilindiğine göre bu ürün azalışının küçümsenmeyecek bir miktar olduğu açıkça görülebilir.

Tarımsal üretimde ve elde edilen ürünlerin depolanmasında ürünü hastalıklar, zararlılar ve yabancı otların olumsuz etkilerinden korumak için uygulanan işlemlere tarımsal savaş adı verilmektedir. Günümüzde uygulanan değişik tarımsal savaş yöntemleri bulunmakla beraber tarımsal savaş denilince ilk akla gelen ve büyük oranda uygulanan yöntem kimyasal savaştır.

Tarımsal üretimde hastalık, zararlı ve yabancı otları yok ederek büyük yararlar sağlayan bu kimyasallar, zehirlilikleri ve diğer bir çok olumsuz etkilere yol açmaları nedeniyle insan ve çevre sağlığı bakımından zararlı maddeler olarak değerlendirilmektedir. Diğer bir ifadeyle tarımsal üretimde dost olan kimyasallar, gıda ve çevre konularında karşımıza düşman olarak çıkmaktadır.

Ancak tarımsal ürünleri hastalık, zararlı ve yabancı otların olumsuz etkilerinden koruyarak birim alandan alınan ürünü kalite ve kantite yönünden arttırmak için tarım ilaçlarının kullanılması kaçınılmazdır.

Tarım ilaçlarının kullanımı bir çok olumlu etkinin yanı sıra olumsuz etkileri de beraberinde getirmektedir. Günümüzde pestisit kullanımı oldukça yaygındır ve Dünya'da kullanılan pestisitlerin sadece % 25'i gelişmekte olan ülkelerdedir. Ancak eğitimsizlik ve bilinçli kullanım eksikliğinden dolayı pestisit kaynaklı akut zehirlenmelerin % 50'si ve buna bağlı ölümlerin % 75'i yine bu ülkelerde meydana gelmektedir.

Ülkemizde tarım ilacı kullanımının sürekli belirtilen avantajları herkes tarafından bilinmekte ve dikkate alınmakta iken sakıncaları konusunda duyarsız kalınmakta, olumsuz etkilerini azaltacak çalışmalar yeterince yapılmamakta ve gerekli önlemler yeterince alınmamaktadır. Bu olumsuz etkilerin öncelikle insan sağlığı ve çevre açısından hem bizimle hem de gelecek kuşaklarla; ilaç kalıntısı nedeniyle geri dönen tarımsal ihraç ürünleri nedeniyle de ülke ekonomisi ile doğrudan ilişkili olduğu göz ardı edilmemelidir.

Kimyasal savaşta istenilen sonuçların elde edilememesine neden olan sorunların, değişik bölümlerden oluşan bir çok nedenin yol açtığı hatalardan kaynaklandığı görülür. Bu hatalar genellikle 3D olarak tanımlanan doğru tanı, doğru ilaç ve doğru uygulama alanlarından kaynaklanır. Bu alanlar içerisinde en sıklıkla rastlanan hataların başında operatörün ilaçlama zamanı, ilaçlama tekniği konularında yeterli bilgiye sahip olmaması, ilaçlama makinasının yanlış ayarlanması ve kullanılması gibi bir çok değişik faktörlerin tetiklediği uygulama hataları gelmektedir.

Örneğin, üreticilerin tarımsal savaşta üzerinde durduğu en önemli sorunların başında ilaçlama amacıyla kullanılan kimyasallardan beklenen etkinin elde edilememesi gelmektedir. Bu sorunun birincil nedeni ise hatalı uygulamadır. Ülkemizde ilaçlama uygulamaları genellikle yüksek hacim ve yüksek dozda yapılmaktadır.

Yüksek hacim uygulamalarında ilacın özellikle yaprak alan indeksi küçük bitkiler üzerinde tutunabilecek miktardan fazla olması nedeniyle bitki üzerinden akararak yere düşmesi kaçınılmaz olmaktadır. Bu olumsuzluk beraberinde toprağa akan kimyasallar nedeniyle çevre kirliliğini de getirmekte, gereksiz ilaç kullanımı ekonomik kayba yol açmaktadır.

Yüksek doz kullanımı ise ürünlerdeki kalıntı miktarını arttırmakta bunun sonucunda ise hem insan sağlığı yönünden hem de ihraç edilen tarım ürünlerinin iadesi nedeniyle problemler yaşanmaktadır.

Üstelik yeterli etkinin sağlanamaması durumunda fatura ilaca kesilmekte ve ilaçlama işlemi çoğu kez doz artırılarak yinelenmektedir.

Oysa tarımsal savaşta iki temel amaç bulunmaktadır. Bunlardan ilki ürünü her türlü zararlı organizmalardan korumak ve kaliteyi arttırmak ikincisi ise bunları ekonomik sınırlar içinde yapabilmektir. Ekonomik olmayan tarımsal savaşın üreticiye yarar sağlayamayacağı aşikardır.

Diğer taraftan ilaçlama amacıyla kullanılan makinaların kalibrasyonlarının yapılmaması ilaçlama etkinliğini azaltan en önemli faktör olarak görülmektedir. Uygulama esnasında diğer tüm yapılması gerekenlere dikkat edilse bile kalibrasyonu yapılmamış bir pulverizatör ile istenilen sonucun elde edilmesi olanaksızdır.

Tarımsal faaliyetlerin bir çoğunda (toprak işleme, ekim, dikim, gübreleme) yapılan hataların bedeli üretici tarafından ödenir. Üretici yaptığı yanlışlığın karşılığında yeterli ürün alamaz, verim azalır ve kazancı az olur. Ancak ilaçlama uygulamalarında yapılan hataların ceremesi üretilen ürünü tüketen kitleler tarafından ödenmektedir. Çünkü üründeki ilaç kalıntısı gıdalar aracılığı ile insanlar tarafından tüketilir. İlaçlama uygulamalarında temel hedeflerden birisi de pazara veya kullanıma sunulan tarım ürünlerindeki kalıntı limitlerinin minimum seviyede olmasına dikkat etmek olmalıdır.

Bu nedenle aynı trafikteki araçlarda olduğu gibi pulverizatörlerin de belirli zaman aralıklarında test edilmesi ve kalibrasyonlarının yapılması gerekmektedir. Bugün gelişmiş ülkelerin bir çoğunda ilaçlama makinaları belirli aralıklarla test edilmekte ve uygun olmayan makinalar ilaçlama işleminden men edilmektedir.

Yukarıda değinildiği gibi kalibrasyon işlemi ilaçlama uygulamalarının ön koşuludur. Globalgap uygulamalarının da zorunlu koşullarından olan kalibrasyon her yıl bir kez ilaçlama dönemi başlangıcında uzman bir kişi tarafından yapılmalı ve bu konuda eğitim çalışmaları yürütülmelidir.

Uzman bir operatör tarafından test edilmiş ve kalibrasyonu yapılmış bir pulverizatör ile yapılacak ilaçlama uygulaması mevcut sorunların bir çoğunun ortaya çıkmasını ve olumsuz etki yaratmasını önleyecek ve istenilen sonucun eldesine yardımcı olacaktır.

Bu yaptırımların yürürlüğe girmesi ve geniş üretici kitleleri tarafından uygulanmasının sağlanabilmesi için tüketime sunulan tarım ürünlerinde kalıntı analiz kontrolleri yapılmalı ve limitleri aşan miktarda kalıntı içeren ürünlerin satışı engellenmelidir.

Bu sayede tarımsal savaşın sadece kimyasal savaş olarak düşünülmemesi, tam tersine değişik savaş yöntemlerinin bir arada ve dengeli bir şekilde kullanıldığı bir uygulama olarak ele alınmasının sağlanması yönünde dev bir adım atılmış olacaktır .

## **TARIM İLACI UYGULAMA TEKNOLOJİSİNDEKİ GELİŞMELER**

Uygulama teknolojilerindeki gelişmelerin temeli çalışma basıncı ve uygulama hacmini azaltma üzerine kurulmakla birlikte, çevre ve insan sağlığı merkeze konularak sürüklenmeyi azaltan yöntem ve teknolojiler üzerinde çalışılmıştır. Genellikle makinaların alan iş başarıları artmıştır. İnsan kaynaklı hataları en aza indirebilmek için makinalar üzerindeki sistemler otomatik hale getirilmiştir.

100 yıldan fazla bir süredir ilaçlamaya hakim olan teknikte radikal bir değişim olmamıştır (Matthews, 2004). Ancak pülverizatörlerde değişiklikler yapılarak performanslarında artışlar sağlanmıştır.

### **Sürüklenme ve Damla Büyüklüğü**

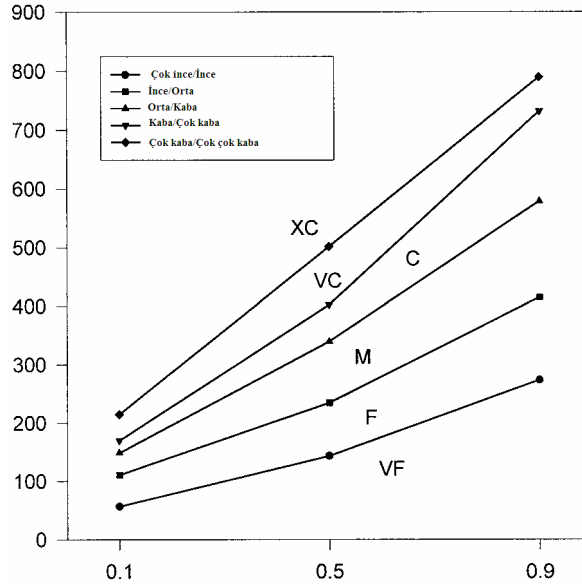
Son yıllarda üzerinde en çok durulan konulardan biridir. Almanya, Belçika gibi AB ülkelerinde pülverizatörler sürüklenmeyi azaltma kapasitelerine göre sınıflandırılmaktadır ve bu değerlere göre uygulamada zorunlu olarak bırakılması gereken tampon bölge büyüklüğü belirlenmektedir. Sürüklenme tarım ilaçlarının etkin kullanımını önlemekte, komşu tarlalardaki diğer ürünlere zarar vermekte ve kirliliğe yol açarak çevre ve insan sağlığını olumsuz etkilemektedir. Şekil 2'de yapılan bir çalışma esnasındaki sürüklenme görülmektedir.



**Şekil 2. Bağ İlaçlaması Sırasında Oluşan İlaç Sürüklenmesi**

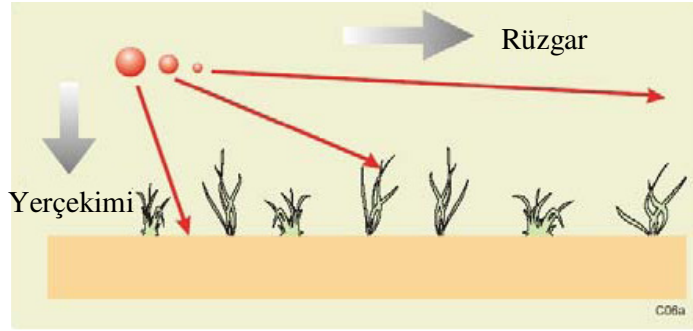
Meteorolojik koşullar, damla büyüklüğü ve ilaçlama makinasının kendisi sürüklenmeye etki eden unsurlardır. Bu unsurlar içinde yer alan damla büyüklüğü ve pülverizatör operatörün kontrol edebileceği unsurlar olup teknolojik gelişmelerle yakından ilgilidir.

Damla büyüklüğü ifadesinde hacimsel anma çapı (Volume Median Diameter, VMD) ifadesi yaygın olarak kullanılmaktadır. Damla çapları mikrometre ( $\mu\text{m}$ ) ile ifade edilir. Ancak pratikte damla büyüklüğü ifadesinde ölçüm sonucu yerine BCPC (British Crop Protection Council) ve ASABE (American Society of Agricultural and Biological Engineers) tarafından geliştirilen tanımlamalar kullanılmaktadır. ASABE'nin tanımlamasına göre damlaları çok ince, ince, orta, kaba, çok kaba ve çok çok kaba olarak sınıflandırmak mümkündür (Şekil 3). İnektisit ve fungusit uygulamalarında ince ve orta büyüklükteki damlalarla çalışırken, herbisit uygulamalarında kaba damlalar tercih edilmektedir.

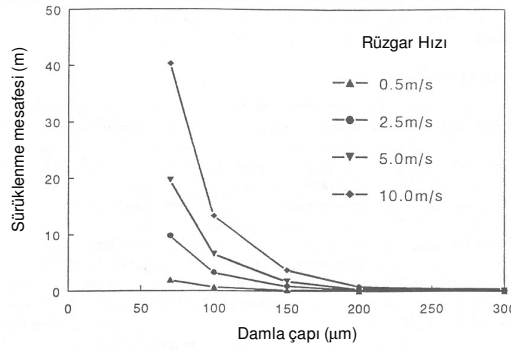


**Şekil 3. Damla Aralıklarına Göre Püskürtme Memesi Sınıflandırması (ASABE S572)**

Damla çaplarının küçük olması çalışma esnasında sürüklenme riskini arttırmaktadır (Şekil 4). Ancak küçük damla çapları ile daha iyi bir yüzey kaplama sağlanabilmektedir. 200  $\mu\text{m}$ 'dan küçük damla çapları sürüklenme riski en yüksek olan damlalardır (Zhu et al 1994) (Şekil 5).



Şekil 4. Farklı Büyüklükteki Damlaların Olası Hareket Tarzları (Matthews, A. G.)

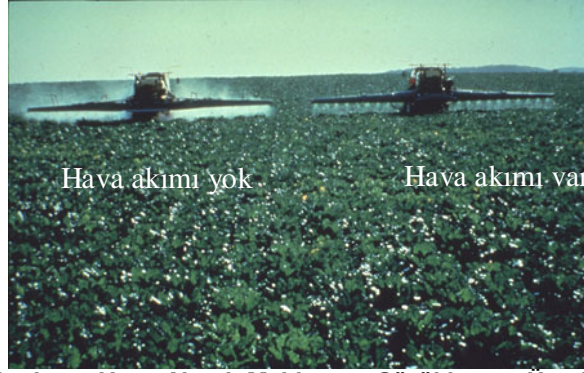


Şekil 5. Farklı Rüzgar Hızlarında Damla Çaplarına Bağlı Olarak Ölçülen Sürüklenme Mesafeleri

Öte yandan sürüklenmeyi azaltmak için damla çapının artırılması kaplama oranını azaltmaktadır. Damla çaplarının çok büyük olması durumunda damlalar hedefe tutunamayıp yüzey akışı meydana gelmektedir (Şekil 5). Yüzey akışı ile oluşan kayıplar toprak ve su kaynaklarında kirliliğe yol açmaktadır.

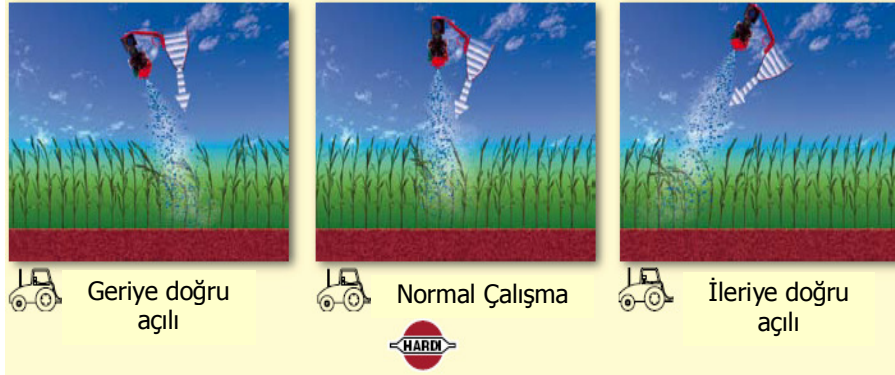
#### Yardımcı hava akımı

Yardımcı hava akımlı pülverizatörler başlangıçta meyve bahçelerinde damlaların daha az enerji ile daha uzak mesafelere taşınması için düşünülmüşse de (sıvıyı damlacıklar halinde parçalamak için gereken enerjinin yaklaşık 23 katı kadar enerji oluşturulan bu damlaların hedefe taşınması için gerekmektedir) zamanla tarla bitkilerinde de etkinliği arttıran ve sürüklenmeyi azaltan bir teknik olduğu kanıtlanmıştır. Hava akımının sağladığı türbülans ile damlaların bitki içine penetrasyonu artırılırken aynı zamanda hedef üzerinde daha iyi bir kaplama sağlanmıştır. Ayrıca hava akımı bir perde görevi görerek yüksek ilerleme hızlarında ve rüzgarlı havalarda sürüklenme kayıplarını azaltarak çalışmaya olanak tanımaktadır. Şekil 6'da hava akımının sürüklenme üzerine etkisi açık olarak görülmektedir.



**Şekil 6. Yardımcı Hava Akımlı Makinanın Sürüklenme Üzerine Olumlu Etkisi**

Zaman içinde hava akımıyla püskürtülen sıvı arasındaki etkileşim de göz önüne alınarak makineler üzerinde farklı tasarımlara gidilmiştir. Bu uygulamalardan birisi hava çıkış yönünün ayarlanabilmesidir (Şekil 7).



**Şekil 7. Hardi Firması Tarafından Üretilen ve Hava Çıkış Yönü Değiştirilebilen Yardımcı Hava Akımlı Tarla Pülverizatörü.**

Diğer bir uygulama özellikle uzun boylu bitkilerde (pamuk gibi) bitkinin tamamını tekdüze bir şekilde ilaçlamaya olanak tanımak için geliştirilmiş olan ve "drop-tube" adı verilen düşey rampa uygulamasıdır (Şekil 8).



**Şekil 8. "Drop Tube" Adı Verilen Hava Akımlı Düşey Rampa Uygulaması**

Zhu et al. (2004) tarafından geliştirilen ve "5 parmak" püskürtme sistemi adı verilen bu tasarım ile yapraklanmanın yoğun olduğu bitkilerde penetrasyon artmış ve yaygın porsuk (Taxus baccata) bitkisinde yapılan deneyler sonucunda bu sistem geleneksel hidrolik memelere oranla uygulama başarısını önemli ölçüde arttırmıştır (Şekil 9).



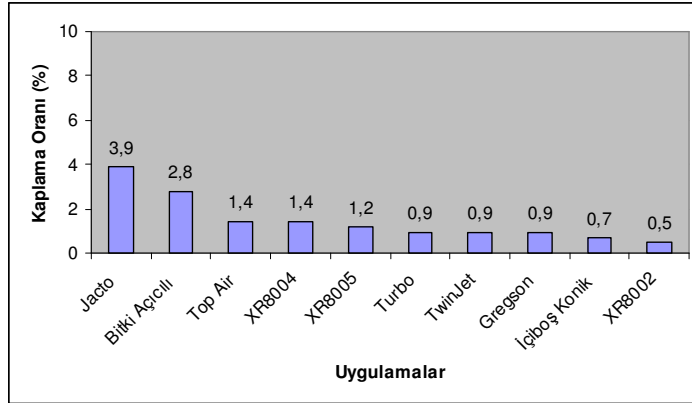
Şekil 9. "5 Parmak" Hava Akımlı Püskürtme Memesi

### Mekanik Ürün Açıcı

Özellikle uzun boylu bitkilerde mevcut geleneksel tarla pülverizatörünün etkinliğini arttırmak üzere geliştirilmiştir. ABD-Ohio'da soya fasulyesinde yürütülen çalışmalar ürün açıcının ürüne zarar vermeden, bitki üzerindeki kaplama oranını belirgin bir şekilde arttırdığını göstermiştir (Zhu et al., 2006). Ürün açıcı Şekil 10'da ve bitkinin alt bölgesinde sağladığı sonuçlar Şekil 11'de verilmiştir.



Şekil 10. Bitki açıcının çalışma sırasındaki görüntüsü



Şekil 11. Soya Fasulyesinin Alt Hedef Bölgesinde On Farklı Uygulama ile Sağlanan Kaplama Oranlarının Karşılaştırılması

Şekil 11'den görüleceği üzere soya fasulyesinde en kötü sonuçlardan birini içi boş konik meme vermiştir. Bunun nedeni memeden çıkan damlaların çaplarının küçük ve hızlarının düşük olmasıdır. Yeterli kinetik enerjiye sahip olmayan damlalar bitki içine penetre olamamışlardır.

### Püskürtme Sistemi ve Rampaları

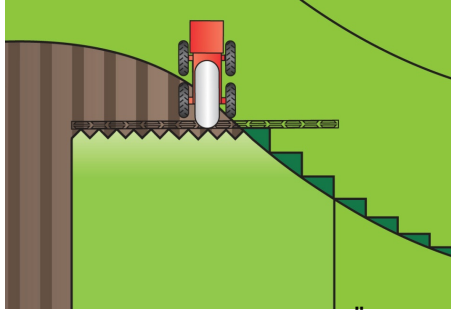


Püskürtme rampasındaki göze en çok çarpan değişim iş genişliğinin artmasıdır. Artan iş genişliği su deposu büyüklüğünü ve dolayısıyla makine büyüklüğünü arttırmıştır. Bu sayede pülverizatörlerin alan iş başarısı da artmıştır. Günümüzde ABD’de ve Avrupa Birliği Ülkeleri’nde iş genişliği 50 m’yi bulan makineler mevcuttur. Ancak rampa genişliklerinin artması beraberinde çalışma esnasındaki titreşimlerin dengelenmesi sorununu ortaya çıkarmıştır. İş genişliği yüksek makineler sensörler ve ilgili ekipmanlar ile donatılarak titreşimin ilaçlama kalitesini bozmasının önüne geçilmektedir. Pülverizatörlerdeki diğer önemli konu, rampanın hedeften yüksekliğinin izin verilen sınır değerler içerisinde kalmasının sağlanmasıdır. Aksi takdirde yüksekliğin değişmesi örtme paylarını değiştireceğinden ilaçlama performansı düşecektir. Buna engel olabilmek için yeni tip makinelerde ilave donanımlar yer almaktadır. Bu donanımlar sayesinde rampanın ilaçlama yüzeyine paralel kalarak hedeften yüksekliğinin sabit tutulması mümkün olmaktadır. Şekil 12’de ultrasonik sensörlü otomatik yükseklik kontrol ünitesine sahip bir pülverizatör görülmektedir.



**Şekil 12. Ultrasonik Sensörlü Otomatik Yükseklik Kontrolü (Wolf, R.E., 2009)**

Rampalardaki önemli yeniliklerden biri de hassas akış kontrol üniteleridir. Bu üniteler ile rampa üzerindeki memelerde akış kontrolü hassas olarak yapılabildiği gibi ihtiyaca göre rampanın bazı bölgelerini tamamen kapatmak mümkündür. Sistem üzerinde herhangi bir noktada bir problem olduğunda sürücü uyarılarak ilaçlama kalitesinin bozulması engellenmekte ve hızlı bir çözüm olanağı sunulmaktadır (Şekil 13).



**Şekil 13. Akış Kontrol Ünitesi ve Çalışma Esnasındaki Şematik Görünüşü**

### **Akıllı İlaçlama Makinaları (Hassas Tarım Uygulamaları)**

Tarım, bilgi ve iletişim teknolojilerinin hızla kullanım alanları bulduğu stratejik sektörlerin arasında yer almaktadır. Tarımsal üretim, tarımsal girdi ve çıktıların pazarlanması, tarımsal yayım gibi alanlarda gerek yazılımsal gerekse donanımsal ürünler üzerine yapılan bilimsel çalışmalar ve firmaların Ar-Ge çalışmaları neticesinde ticari olarak markete sunulmaktadır.

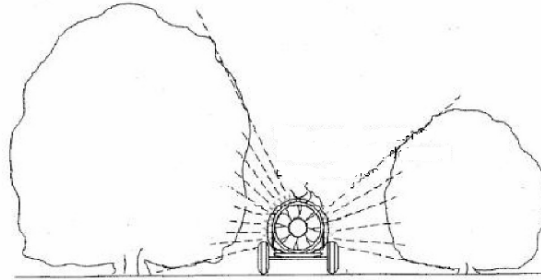
İlaçlama ve bu amaçla kullanılan makinalar tarımsal üretimde kullanılan önemli araçların arasında yer almaktadır. Bilişim teknolojileri (sensörler, dozajlayıcılar, GPS vb.) doğru yere doğru miktarda ilaç uygulanmasında oldukça başarılı sonuçlar vermektedir. Hassas tarım şu iki yolla bu başarıyı sağlamıştır;

1- Geçiş yollarını hatasız olarak belirleyip ilaçlanmamış ya da tekrar ilaçlanmış alanları elimine etmektedir.

2- Değişken dozajlı uygulamaya olanak tanıyarak ilacın sadece gerektiği yere gerektiği miktarda atılmasını sağlamıştır.

Ultrasonik ve Lazer teknolojilerinin ilaçlama makinalarına adaptasyonu ile uygulama yapılacak hedef bitki ya da ağaç belirlenerek üzerine doğrudan ilaçlama yapılmaktadır. Püskürtme memeleri, makine üzerinde bulunan sensörler yardımıyla, bitkinin şekline ve konumuna bakılarak açılıp kapatılmaktadır. Bu sistemler rüzgarın etkisini telafi edebilmek üzere solenoid valflerin bir süre önce açılıp bir süre sonra kapatılmasına da izin vermektedir. İlaç bir bulut hüzmesi şeklinde sürekli uygulama yerine kesikli olarak uygulanmaktadır. Bunun sonucunda sürüklenme azaltılmakta ve kontrollü ilaç uygulanarak hedef dışı püskürtme önlenmektedir.

Ultrasonik sensörler ses dalgalarını bitkinin veya ağacın varlığını ya da yokluğunu belirlemek için kullanılmaktadır. Makinanın her iki yanına monte edilen sensörler yardımıyla ağaç kanopisi tespit edilen alanlara uygulama yapılmaktadır (Şekil 14).

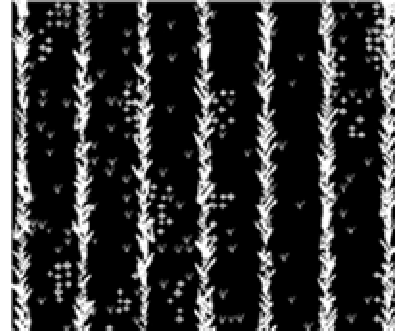


**Şekil 14. Sensörler ile Donatılmış İlaçlama Makinası Sadece Bitki Tespit Ettiği Bölgeye Karşılık Gelen Memeleri Aktif Hale Getirmektedir**

Yabancı ot ile mücadelede dijital kameralar yardımıyla ot dağılım deseninin (yoğunluğunun) haritalanması üzerinde çalışılan öncelikli konuların arasında yer almaktadır. Yüksek platformlar (uçak vb.) veya uydu görüntüleri ile ot dağılımı belirlenebilmekte ve yabancı otun bulunduğu yere ve yoğunluğuna göre değişen miktarda (dozajda) ilaç püskürtülmektedir.



(a)



(b)

**Şekil 15. Traktör Önüne Yerleştirilen Multispectral Kamera ile Çekilen Görüntülerle (B) Kontrol Edilen Solenoid Valfli Bir İlaçlama Makinası (A) Görülmektedir**



**Şekil 16. Hareketli Platformun Önüne Yerleştirilen Multispectral Kamera ile Çekilen Görüntülerle Kontrol Edilen Selonoid Valfli Bir İlaçlama Makinası Görülmektedir**

GPS destekli dümenleme sistemleri markette yer almaya başlayan önemli araçların arasında yer almaktadır. Bu sistemlerde konum yüksek çözünürlükle belirlenmektedir. Tarla sınırları haritalanmakta ve ilaçlama makinasının tarla içinde izleyeceği sanal yollar oluşturulmaktadır. Bu sayede ilaçlama sırasında örtme minimumda tutulmakta ve dolayısıyla aynı yere tekrar ilaçlama yapılamamakta ya da uygulama desenleri arasında boşluklar kalmamaktadır.

#### **Biopestisit Kullanımı**

Pestisitlerin hedef dışındaki diğer canlılara da olumsuz etkileri vardır ve günümüzdeki tüm gelişmelere rağmen de devam etmektedir. Bu nedenle kimyasal tarım ilaçlarının yerine, çevreye olumsuz etkileri çok daha az olan ve organik tarıma ve entegre mücadeleye uygun olan alternatif materyallerin bulunması gerekmektedir (Fife, 2003). Kimyasal tarım ilaçlarına alternatif olarak düşünülen bu materyaller biopestisitlerdir. Biopestisit, tarla dışındaki biyolojik kaynaklardan üretilen, virüs, bakteri, mantar, predatörler, parazitler ve feromonları içeren biyolojik ürün ya da organizmalar olarak tanımlanmaktadır (Gan-Mor and Matthews, 2003).

On yıldan fazla bir süreden beri bilinmelerine rağmen biopestisitlerin kullanımı yaygınlaşmamıştır. Bunun birinci nedeni pahalı olmaları, ikinci nedeni biopestisitlerin kalite problemi ve üçüncüsü ise biopestisitlere uygun pülverizatörlerin olmamasıdır. Elbette mevcut sistemler bazı biopestisitlerde kullanıma uygundur. Ancak çoğu biopestisit için geleneksel sistemden farklı özelliklere sahip pülverizatörlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu noktada ise çiftçilerin direnci sözkonusudur. Çünkü çiftçiler farklı amaçlarla kullanabilecekleri pülverizatörleri çok özelleşmiş olanlara tercih etmektedirler. Bu nedenle de biopestisit için ayrı bir makina almak istememektedirler.

Biopestisitlerin kullanımını artırmak için formülasyonlarla ilgili yapılması gereken diğer hususların yanında uygulama tekniğindeki problemler de giderilmelidir. Örneğin uygun dağıtma sistemleri geliştirilmeli ve bu sistemlerde başarılı çalışma koşulları belirlenmelidir. Ayrıca geliştirilen bu sistemler mevcut makinalara uygun olmalıdır.

Fife (2003) doktora tez çalışması sonucunda biopestisitlerle çalışmada; basıncın 2000 kPa'dan (20 Bar) düşük olmasını, santrifüj pompanın sıcaklığı artırdığı için uygun olmadığını ve genel olarak konik tip memelerle çalışmanın daha uygun olduğunu ifade etmiştir.

#### **Meme Teknolojilerindeki Gelişmeler**

Dünyaca bilinen bazı meme üreticileri ilaçlamada ortaya çıkan farklı ihtiyaçlara cevap verebilmek için her geçen gün yeni meme tiplerini piyasaya sunmaktadırlar. Bu tip yeniliklerden üzerinde en çok konuşulana şüphesiz düşük sürüklenme (low drift) memeleridir.

Yelpaze hüzmeli memeler içinde en çok kullanılanı geleneksel yelpaze hüzmeli memedir. Bu tip memeler geniş bir basınç aralığında çalışmaya imkan sağladıklarından dolayı yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak bu memelerin ürettiği damla çapları ince ile orta sınıf arasında değiştiğinden sürüklenme açısından riskli damla oranları yüksektir. Sürüklenmeyi azaltmak için farklı üreticilerin değişik isimler verdikleri ancak özünde damla büyüklüğünü artırarak sürüklenmeyi azaltan “düşük sürüklenme” meme tipleri piyasaya sunulmuştur. Düşük sürüklenme memelerinde geleneksel memeden farklı olarak iki orifis bulunmaktadır. Bunlardan ilki sıvının geçisini sınırlandırmakta, ikincisi ise damla çapının belirlemede etkili olmaktadır. Daha sonra hava emişli memeler piyasaya sunulmuştur. Hava emişli memeler diğer düşük sürüklenme memelerinden farklı olarak sıvı hücrelerine dışarıdan hava girmesini sağlayan iki küçük kanala sahiptir. Üreticiler bu kanallardan içeriye emilen havanın sıvı ile karıştığını bu nedenle meme ucundan dışarı çıkan damlanın hava kabarcıkları içerdiğini ileri sürmektedirler. Böylece damlalar sürüklenmeyi azaltacak kadar iri olmakta aynı zamanda hava kabarcıklarının hedef yüzeyinde patlamasından ötürü iyi bir kaplama oranı sağlamaktadır. Aslında ortada bir mucize yoktur. Güler ve arkadaşları (2007) yapmış oldukları çalışmada hava emişli bir meme ile sağlanan sürüklenme miktarındaki düşmenin hava emişli memeden çok daha ucuz olan geleneksel yelpaze hüzmeli meme ile sağlanabildiğini göstermişlerdir. Üstelik bu durumda geleneksel meme hava emişli memeye oranla daha iyi bir kaplama oranı sağlamıştır. Hava emişli memeler iki orifise sahiptir ve diğer düşük sürüklenme memelerinde olduğu gibi damla çapını tayin eden ikinci orifistir. Hava emişli memelerdeki ikinci orifisin alanı aynı anma adına sahip geleneksel yelpaze hüzmeli memeye oranla yaklaşık 2,7 kat daha büyüktür. Dolayısıyla hava emişli memelerin oluşturduğu damlalar daha büyük olmaktadır. Eğer geleneksel memenin hava emişli meme ile aynı orifis alanına sahip olanı seçilip hava emişli meme ile aynı debiyi sağlamak için daha düşük basınçta çalıştırılırsa sürüklenmeyi hava emişli memeler kadar azalttığı görülür. Ancak burada şunu vurgulamak gerekir ki; hava emişli memeler ne tip olursa olsun (yelpaze ya da konik hüzmeli gibi) daha iri damlalar üretilip sürüklenme riskini azaltmaktadırlar. Şekil 17’de farklı meme tipleri görülmektedir. Şekil 18’de ise hava emişli meme ile geleneksel memenin sürüklenme açısından karşılaştırılması bir tarla çalışmasında gösterilmektedir.



Şekil 17. Farklı Tipteki Memelerin Resimleri



Şekil 18. Hava Emişli ve Geleneksel Yelpaze Hüzmeli Memelerin Karşılaştırılması

Şekil 17'de verilen meme tiplerinden olan turbo drop meme yine iki orifisli bir memedir. Ancak diğer ön orifisli memelerden farklı olarak içindeki uçlar değiştirilebilmekte ve böylece damla büyüklüğü kontrol edilebilmektedir. İkiz püskürtme yapan memeler iki farklı açı ile püskürtme yapmaktadır. Bu sayede penetrasyon daha iyi olmaktadır. Son zamanlarda ikiz memelerden esinlenen iki başlıklı memeler piyasaya sürülmüştür. Bu tip memeler ile farklı büyüklükteki meme uçları kombine edilerek iki farklı damla büyüklüğüne sahip iki hüzmeye aynı anda hedef üzerine püskürtülebilmektedir. Böylece uzun boylu yoğun bitkilerde nispeten daha iyi bir penetrasyon ve daha iyi bir kaplama oranı sağlanabilmektedir.

## **Kullanımdaki Pülverizatör Testleri Bakımından Avrupa Birliği ve Türkiye**

Ülkemizde imal edilmiş ya da ithal edilmiş bütün ilaçlama makinalarının ruhsatlandırılma işlemleri Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı'na bağlı bulunan Tarım Alet ve Makineleri Test Merkezi (TAMTEST, Ankara) tarafından yapılmaktadır. Bu merkezde tarımsal mücadele alet ve makinalarının ruhsatlandırılması, 6968 sayılı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Kanunu ve buna bağlı olarak 28 Haziran 2000/24093 Sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren Zirai Mücadele Alet ve Makinaları Hakkında Yönetmelik hükümlerine göre yapılmaktadır. Bu test merkezinde verilen ruhsatın geçerlilik süresi 5 yıldır.

TAMTEST'de ruhsatlandırılması yapılan ilaçlama makinaları deney raporları, yapısal ve işletme özellikleri yönünden tanıtılmaktadır. Genel ölçüler, hareket iletim düzeni, güç kaynağı, pompa, hava çanı/tüpü, ilaç deposu, karıştırıcı, püskürtme grubu, meme ve tabancalar, süzgeçler, depo doldurucusu, basınç ayarlayıcısı (regülatör), manometre, hortum ve bağlantılar, çekilir tipte olanlar için; şasi, çeki oku, çeki halkası, dingil grubu ve tekerlekler, asılır tipte olanlar için; şasi ve üç nokta askı düzeni, sırtta taşınanlar için; askı kayışı gibi temel özellikler incelenmektedir. Bu teknik özelliklerle birlikte birim zamanda püskürtülen sıvı miktarı (debi) ve dağılım düzgünlükleri, püskürtme mesafeleri ve açıları, damla büyüklükleri, makinaların gürültü seviyeleri ile atomizör, ULV makinası ve sisleyici gibi ilaçlama makinalarının hava hızları da tespit edilmektedir.

Ancak Türkiye'de bu merkezde ya da başka bir yerde kullanımdaki pülverizatörlerin denetlenmesini yapan kurumlar ya da kuruluşlar henüz oluşturulmamıştır. Pülverizatörlerin uzun süre kullanımının ardından özellikle dağılım düzgünlüğünde bozulmalar, hortumlarda çatlaklar, filtrelerinde tıkanmalar ve sızıntılar olabilmektedir. Bu gibi sorunlar, ilaçlama başarısını olumsuz etkilediği gibi insan ve çevre sağlığını da tehdit etmektedir. Bu yüzden ilaçlama makinalarının belirli zaman aralıklarında periyodik bir şekilde ve belli standartlarda muayene edilmesi ilaçlamanın başarısını arttıracak ve çevreye olan olumsuz etkileri azaltacaktır.

Avrupa Birliği'ndeki birçok ülkede yıllardır ilaçlama makinaları ile ilgili periyodik bazı testler yapılmaktadır. Örneğin Tablo 1 incelendiğinde, Hollanda'da 1976 yılında çiftçiler gönüllü olarak ilaçlama makinelerini test merkezlerine götürürlerken, 1997 yılından itibaren bu işlem zorunlu hale getirilmiştir. Tablo 1 ve Tablo 2 incelendiğinde birçok Avrupa Ülkesi'nin kullanımdaki pülverizatörlerin test edilmesi ile ilgili eylem planlarının olduğu görülmektedir.

**Tablo 1. Bazı Avrupa Ülkeleri'ndeki Tarla Pülverizatörleri ile İlgili İstatistik Bilgiler (3. SPISE Çalıştayı, 2009)**

Ülkeler	Kullanımdaki pülverizatör sayısı (adet)	Testlerin zorunlu olduğu tarih	Zorunlu olacağı tarih	Testlerin gönüllü olduğu tarih
Avusturya	38.000	-	-	1983
Belçika	19.031	01.09.1995	-	1989
Çek Cumhuriyeti	3.500	1997	-	1980
Fransa	200.000	-	2009	1990
Almanya	131.200	1993	-	1976
İrlanda	12.000	-	gelecekte	-
İtalya	200.000	1999 - 2001	-	1988 - 2006
Letonya	2.300	-	gelecekte	-
Litvanya	15.000	2001	-	-
Norveç	16.800	2006	-	1991
Polonya	299.399	1999	-	-
Portekiz	56.000	-	-	2007
Slovakya	3.700	2003	-	-
Slovenya	20.000	1995	-	-
İspanya	70.000	-	2010	1990
İsveç	19.000	-	-	1987
İsviçre	25.238	1993	-	-
Hollanda	13.000	1997	-	1976
İngiltere	44.000	-	-	1997

**Tablo 2. Bazı Avrupa Ülkeleri'ndeki Yardımcı Akımlı Bahçe Pülverizatörleri ile İlgili İstatistik Bilgiler (3. SPISE Çalıştayı, 2009)**

Ülkeler	Kullanımdaki pülverizatör sayısı (adet)	Testlerin zorunlu olduğu tarih	Zorunlu olacağı tarih	Testlerin gönüllü olduğu tarih
Avusturya	20.600	-	-	1983
Belçika	2.187	01.09.1995	-	1989
Çek Cumhuriyeti	2.500	1997	-	1984
Fransa	150.000	-	2009	1990
Almanya	41.800	2002	-	1983
İrlanda	100	-	gelecekte	-
İtalya	350.000	1997-2001	-	1988 - 2006
Letonya	20	-	gelecekte	-
Litvanya	150	2001	-	-
Norveç	100	2006	-	1995
Polonya	23.702	1999	-	-
Portekiz	56.000	-	-	2006
Slovakya	750	2003	-	-
Slovenya	8.000	1995	-	-
İspanya	140.000	-	2010	1990
İsveç	<500	-	-	1995
Hollanda	2.000	2002	-	1995
İngiltere	46.000	-	-	1997

**Tablo 3. Bazı Avrupa Ülkeleri'nde Test Edilen Kullanımdaki Tarla Pülverizatörleri ile İlgili İstatistik Bilgiler (SPISE 3. Çalıştayı, 2009)**

Ülkeler	2004'de test edilen mak.	2005'te test edilen mak.	2006'da test edilen mak.	2007'de test edilen mak.	2008'de test edilen mak.	Testlerin yapılma periyodu (yıl)
Avusturya	8.400	11.200	-	-	-	3
Çek Cumhuriyeti	1.000	1.300	-	-	-	2
Almanya	80.967	59.176	79.128	58.656	80.634	2
İtalya	2.500	2.400	2.000	-	-	1-5
Norveç	900	3000	-	-	-	5
Polonya	59.290	61.710	-	-	-	3
Slovakya	522	635	658	-	-	2
Slovenya	8.290	6.077	7.052	-	-	2
İsveç	1700	1700	1700	-	-	2
Hollanda	5.019	7.235	5.000	-	-	3
İngiltere	6.415	9.056	12.000	-	-	1

**Tablo 4. Bazı Avrupa Ülkeleri'nde Test Edilen Kullanımdaki Yardımcı Hava Akımlı Bahçe Pülverizatörleri ile İlgili İstatistik Bilgiler (SPISE 3. Çalıştayı, 2009)**

Ülkeler	2004'de test edilen mak.	2005'te test edilen mak.	2006'da test edilen mak.	2007'de test edilen mak.	2008'de test edilen mak.	Testlerin yapılma periyodu (yıl)
Avusturya	7.000	6.000	-	-	-	3
Çek Cumhuriyeti	500	500	-	-	-	2
Almanya	26.567	16.286	20.017	13.861	22.160	2
İtalya	7.000	5.300	5.600	--	-	1-5
Norveç	40	75	-	-	-	5
Polonya	4.350	3.960	-	-	-	3
Hollanda	654	1.181	650	-	-	3

Yıllara göre test edilen ilaçlama makinaları değişiklik göstermesine karşın, yapılan muayene işlemlerinin genelde iki yılda bir yapıldığı görülmektedir.

Tarım alet ve makinalarını test eden resmi kurumların oluşturduğu Avrupa Tarım Alet ve Makinalarını Test Etme Ağı (ENTAM-European Network for Testing of Agricultural Machines) bulunmaktadır. Bu ağda bulunan test merkezlerindeki ilaçlama makinaları ile ilgili olan gruplar belirli standartlara bağlı kalarak (Örneğin ISO 5682-2-Bitki koruma makinaları-Pülverizasyon makinaları-Bölüm 2: Hidrolik pülverizatörlerin için test metodları ya da ISO 19932-1-Bitki koruma makinaları-Sırt pülverizatörleri-Bölüm 2: Şartlar ve test metodları gibi) bu tip makinalar ile ilgili test raporları hazırlamaktadırlar.

Ayrıca bu ağda bulunan ve ilaçlama makina grubu ile çalışma yapan merkezler 2 yılda bir toplanarak bir çalıştay düzenlemektedir. Bu çalıştayın 2009 yılında SPISE (Standardized Procedure for the Inspection of Sprayers in Europe) adı altında Brno-Çek Cumhuriyeti'nde 25 ülkenin katılımıyla 3.'sü yapılmıştır. Bu çalıştayı düzenleyen 5 ülke, Belçika, Fransa, Almanya, İtalya ve Hollanda şeklindedir. Ancak bu çalıştaya ENTAM dışında bulunan Avrupa Ülkeleri'nden gelen ve kendi ülkelerinde ilaçlama makinaları ile ilgili testler yapan ülke temsilcileri, ilaçlama makinaları imalatçıları ve test cihazları üreticileri de katılabilmektedir.

Şu anda yürürlükte olan örneğin EN 13790-1-Tarım Makinaları-Pülverizatörler-Kullanımdaki pülverizatörlerin muayenesi Bölüm 1: Tarla pülverizatörleri ya da EN 13790-2-Tarım Makinaları-Pülverizatörler-Kullanımdaki pülverizatörlerin muayenesi Bölüm 2: Yardımcı hava akımlı pülverizatörler gibi uluslararası standartlar da kullanımdaki pülverizatörlerin test edilmesi için oluşturulmuştur.

Kullanımdaki pülverizatörlerin test yöntemlerini içeren EN 13790 standardının içeriği kısaca şu şekildedir.

Test edilen pülverizatörlerin kontrol edilen ve/veya ölçümleri yapılan bölümleri:

Pompa: Kapasitesinin yeterliliği, sızdırmazlık, titreşim, basınç güvenlik subabının kontrolü

Karıştırıcı: Karıştırma işleminin görülebilirliği (göz ile kontrol)

Depo: Sızdırmazlık, doldurma parçaları, filtre kontrolü, seviye göstergesinin kolay okunabilmesi

Ön karıştırıcı: Çalışıp çalışmadığı kontrole edilir.

Kontrol sistemleri: Sızdırmazlık, okunabilirlik, fonksiyon, basınç ölçer (manometre) özelliklerinin kontrolü

Hortum sistemleri: Sızdırmazlık, bükülme kontrolü

Filtreler: Emiş filtresi, basınç hattı filtresi

Rampa (boom): Sabit Dizayn, deformasyon kontrolü, sağ ve sol kolların eşit uzunluğu, üzerindeki memelerin eşit aralıkta olması, yere çarpmada memeleri koruyan bir parçanın olması, yükseklik ayar mekanizmasının kontrolü

Püskürtme memesi: Meme tiplerinin kontrolü, çapraz dağılım, pülverizasyon durdurulduğunda memelerde oluşan damlamanın standartlara uygun olması

Kullanımdaki pülverizatörlerin test edilmesinin bir maliyeti olmaktadır. Örneğin Almanya'da bu testleri yapan kurumlar, çiftçilerden tarla pülverizatörleri için 60-340 Euro, yardımcı hava akımlı bahçe pülverizatörü için 48-120 Euro arasında para almaktadır (Osteroth, 2003). Muayene işlemlerini yapan yetkili kurumlar gerekli testleri kendi kurumlarında yapabildikleri gibi, yetkili kişiler makinanın olduğu yere gidip yerinde ölçüm işlemlerini gerçekleştirmektedirler.

## **SONUÇ**

Sonuç olarak, kimyasal mücadele olmadan verimi arttırmak sahip olduğumuz teknoloji ile mümkün görülmemektedir. Bu nedenle uygulama esnasındaki problemleri en aza indirmek çevre ve operatör sağlığı açısından çok önemlidir. Uygulama başarısını arttırmakla birlikte sürüklenmeyi en aza indiren teknolojiye sahip durumdayız. Yapılması gereken teknolojinin uygulamaya aktarılmasıdır. Bunun yapılabilmesi ancak iyi eğitim verilmiş operatörlerle mümkün olacaktır.

Kimyasal tarım ilaçları tüm gelişmelere rağmen çevre ve insan sağlığı üzerinde zararlı etkilere sahiptirler. Bu nedenle bu materyallerin yerine çevreye zararlı etkileri olmayan ya da çok az olan ve biopestisit adı verilen materyaller ile değiştirilmesi gerekecektir. Mevcut makinalar biopestisitlerin uygulanması için yeterli değildir. Ancak konu ile ilgili çalışmalar ülkemizde ve diğer ülkelerde devam etmektedir. Bu konu üzerindeki çalışmaların devam ettirilmesi gelecek açısından çok önemlidir.

Ülkemizde yeni pülverizatörler için test raporu almak zorunlu olmakla birlikte kullanımdaki pülverizatörlerin testleri ile ilgili çalışmalar yoktur. Kullanımdaki pülverizatör testlerinin zorunlu hale getirilmesi zaman içinde pülverizatör hataları nedeniyle oluşan kayıpları ve dolayısıyla bu kayıpların neden olduğu çevre problemlerini azaltacaktır.



## LİTERATÜR LİSTESİ

1. **Anonim. 2003.** Tarımsal Savaş Uygulamalarında Sorunlar ve Çözümler Çalıştay Bildiriler Kitabı Sonuç Bildirisi 8-9 Aralık, Bornova-İzmir.
2. **EN 13790-1-Agricultural machinery – Sprayers - Inspection of sprayers in use – Part 1: Field crop sprayers.**
3. **EN 13790-2-Agricultural machinery - Sprayers - Inspection of sprayers in use - Part 2: Air-assisted sprayers for bush and tree crops.**
4. **Fife, J. 2003.** Investigation of the Effect of Agricultural Spray Application Equipment on Damage to Entomopathogenic Nematodes – A Biological Pest Control Agent. Ph.D. Disertation. Colombus, OHIO-USA. 282 pp.
5. **Gan-Mor, S. And Matthews, A.G. 2003.** Recent Developments in Sprayers for Application of Biopesticides- an Overview. Biosystems Engineering, 84 (2), 119-125.
6. **Güler, H., Zhu, H., Ozkan, E., Derksen, R., Yu, Y. and Krause, C. 2007.** Spray Characteristics and Drift Reduction Potential with Air Induction and Conventional Flat Fan Nozzel. Transection of the ASABE, Vol. 50 (3): 745-754.
7. **Karababa, A., O., 2003.** Pestisitler ve Sağlık Etkileri. Tarımsal Savaş Uygulamalarında Sorunlar ve Çözümler Çalıştay Bildiriler Kitabı Sonuç Bildirisi 8-9 Aralık, Bornova-İzmir.
8. **Matthews, G. A. 2004.** How Was the Pesticide Applied Crop Protection 23:651-653
9. **OSTEROTH, H.-J., 2003.** Inspection of sprayers in Germany – results and experience over the past decades. Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, Braunschweig, Germany.
10. **Ozkan, E. 2005.** Recent Developments in Pesticide Application Technology. 9th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture. İzmir. pp 61-66
11. **Ozkan, E., Zhu, H., Derksen, R., Guler, H. ve Krause, C. 2006.** Evaluation of various spraying equipment for effective application of fungicides to control Asian soybean rust. Aspects of Applied Biology 77, International advances in pesticide application pp. 423-431.
12. **Rautmann, D. 2003.** Drift Reducing Sprayers- Testing and Listing in Germany. ASABE Annual Internatinal Meeting. 27-30 July. Las Vegas, Nevada, USA
13. **Wolf, R.E. 2009.** Application Update. 2009 Weed Management Workshops. USA
14. **Zhu, H., Reichard, D.L., Fox, R.D., Brazee, R.D., H.E. Ozkan. 1994.** Simulation Of Drift Of Discrete Sizes Of Water Droplets From Field Sprayers. Transactions of the ASABE 37(5): 1401-1407.
15. **Zhu, H., Derksen, R., Ozkan, H.E., Guler, H., Brazee, R., Reding, M. and Krause, C. 2006.** Development Of A Canopy Opener To Increase Spray Deposition And Coverage Inside Soybean Canopies. ASABE Annual Meeting.
16. **Zhu, H., Derksen, R.C., Krause, C., Brazee, R.D., Fox, R.D. and Ozkan, H.E. 2004.** Spray Deposition İn Taxus And Air Velocity Profile For A Fiveport, Air-Assist Sprayer. Paper Number 041032, 2004 ASABE Annual Meeting.