

## **Pülverizatör Deposu Karıştırıcı Performanslarının Belirlenmesinde Kullanılan Kurutma ve Turbidimetrik Analiz Yöntemlerinin Teknik Açıdan Karşılaştırılması**

**Ali BOLAT<sup>1</sup>, Ali BAYAT<sup>2</sup>, M. Emin GÖKDUMAN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana

<sup>2</sup>Çukurova Üniversitesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Adana  
bolat.ali@tarim.gov.tr

Geliş Tarihi (Received): 13.05.2016

Kabul Tarihi (Accepted): 03.08.2016

**Özet:** Etkili bir ilaçlama sağlayabilmek için pülverizatör depolarındaki kimyasal ilaç konsantrasyonlarının ilaçlama süresince sabit düzeyde tutulması gerekmektedir. Bu bakımdan pülverizatör depolarında kullanılan karıştırıcıların etkinliğinin bilinmesi önemlidir. Karıştırıcı etkinliğinin belirlenmesinde uluslararası ISO 5682-2: 1997 (E) standardı kullanılmaktadır. Bu standarta göre, kurutma analiz yöntemi (klasik yöntem) tanktan alınan numunelerin belirli sıcaklıklarda ve sürelerde kurutulması esasına göre yapılmaktadır. Bu yöntem; uygulaması zor, zaman alan ve hassasiyeti düşük bir yöntemdir. Son yıllarda karıştırıcı etkinliğinin belirlenmesinde, turbidimetrik yöntem kullanılmaktadır. Turbidimetrik yöntem ile yapılan bulanıklık ölçümleri; daha hızlı, yüksek hassasiyette ve dijital olarak yapılabilmektedir. Bu çalışmada kurutma analiz yöntemi (klasik) ile turbidimetrik analiz yöntemlerinin teknik bakımdan karşılaştırılması yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Bakıroksiklorit, kaolin, pülverizatör karıştırıcıları, turbidimetre

### **Technical Comparison of Turbidimetric and drying methods for determining agitator performances of sprayers**

**Abstract:** To provide an effective pesticide application, it is necessary to sustain a stationary concentration in the sprayer tank. In this respect, it is important to know the efficiency of the agitator used in sprayer tanks. International ISO 5682-2: 1997 (E) standard is used to determine the efficiency of the sprayer's tank agitation systems,. According to this standard, samples taken in the sprayer tank are analyzed based on drying method to remove the carrier (conventional method) by waiting for a given time and temperature in a dryer. But this method has a low-accuracy which takes more time and hard to apply. Recent years, the turbidimetric method is used for determination of the efficiency of the agitator. Measurements of the turbidity by using a turbidimeter can be taken less time, achieved high-accuracy and also digitally. In this study, drying analysis method and turbidimetric analysis methods have been compared technically.

**Key Words:** Copper oxychloride caolin, sprayer agitators, turbidimetry

### **GİRİŞ**

Hastalık, zararlı ve yabancı otların neden olduğu ürün kayıplarının önlenmesinde kimyasal tarım ilaçları çok önemli bir yere sahiptir. Kimyasal ilaç kullanımında maksimum etkinlik elde etmek için, kullanılan ekipmanın teknik özelliklerinin iyi bilinmesi gerekmektedir. Etkili bir ilaçlama için önemli adımlardan bir tanesi de tarım ilacının pülverizatör deposu içerisinde etkili bir

şekilde karıştırılmasıdır. Etkin karıştırma ile tüm tarla yüzeyinde tekdüze bir ilaç dağılımı ve yüksek biyolojik etkinlik sağlayabilmektedir (Uçar ve ark., 1999). İlaç uygulamaları sırasında uygun karıştırma sağlanmazsa, ilaçlı sıvı bileşenleri deponun dibine çökmekte daha az yoğunluktaki ilaçlı su karışımı püskürtme memelerine doğru akmakta ve uygun şartlarda

olmayan pestisit uygulama ortaya çıkmaktadır. Yetersiz karıştırma işlemine sahip pülverizatörler ile yapılan ilaç uygulamaları, hem pestisit dağılımında düzlüğünde yetersizlikler hem de çevre kirliliği sorunları oluşturmaktadır (Balsari ve ark., 2012). Bu sorunlar nedeniyle özellikle büyük depolu olan pülverizatörlerde karıştırıcı kullanımı ve bunlara ait karıştırma performanslarının belirlenmesi önemlidir. (Özkan ve Ackerman, 1999). Pülverizatör depolarında bulunan karıştırıcılarda, karışım performanslarının belirlenmesinde uluslararası ISO 5682-2: 1997 (E) standardı kullanılmaktadır. Bu standarda göre, depoya önerilen konsantrasyonda, ıslanabilir toz özellikteki bakıroksiklorit ve su karışımı konmakta ve depodan alınan örnekler belirli ısılarda (105-110 °C) kurutularak değerlendirilmeler yapılmaktadır (Anonim, 1997). Ancak bu yöntemin uygulaması düşük hassasiyette ve zaman aldığı için, son yıllarda bulanıklık ölçümlerinde yeni bir teknoloji olan ve çok kısa sürede sonuç alınabilen Turbidimetrik analiz yöntemi kullanılmaktadır. Turbidimetrik yöntemde, optik yoğunluk esasına dayalı bulanıklık ölçümleri yapılmaktadır (Özkan ve Ackerman, 1999). Turbidimetrik yöntem ile pülverizatör depolarındaki karışım konsantrasyonu daha hızlı ölçülebilmekte ve veriler dijital olarak kayıt altına alınabilmektedir (Bolat ve ark., 2013).

Bu çalışma ile amaçlanan, pülverizatör karıştırma etkinliklerinin belirlenmesinde kullanılan Kurutma (Klasik) ve Turbidimetrik analiz yöntemlerinin, teknik bakımdan karşılaştırılmasıdır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmada tank içindeki örnekler, ISO 5682-2: 1997 (E) standardında belirtilen yöntemine uygun olarak alınmıştır. Bu standarda göre alınan örnekler, 4 aşamada gerçekleştirilmektedir. Birinci aşamada; depo dolu konumda iken deponun içinden ve üç farklı yükseklik seviyesinde (%10, 50 ve 90 doluluk oranında) alınan örnekler, ikinci aşamada; hidrolik jet 16 saat sonra birinci aşamada alınan örneklerin tekrarı, üçüncü aşamada; dolu deponun memeler aracılığı ile boşaltılması sırasında her 50 litrede bir alınan örneklerden ve dördüncü aşamada ise; boşaltılmış depo dibindeki kalıntı sıvıdan alınan örneklerden oluşmaktadır. Karışım performanslarının ölçülmesinde, pülverizatör deposunda bulunan suya, Kurutma analiz yönteminde (ISO 5682-2: 1997 (E)) ıslanabilir toz özellikteki Bakıroksiklorit kullanılmış, Turbidimetrik analiz yönteminde ise yine ıslanabilir toz özellikteki Kaolin (Kil maddesi) tozu kullanılmıştır.

### Kurutma Analiz Yöntemi (Klasik Analiz Yöntemi)

Karıştırıcı performansının belirlendiği bu yöntemde, ISO 5682-2: 1997 (E) standardına uygun olarak, pülverizatör tankında ıslanabilir toz özellikteki Bakıroksiklorit ( $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ ) özellikteki madde kullanılmıştır. Bu yöntemde ISO 5682-2: 1997 (E) standardına uygun olarak alınan numuneler, kurutma dolabında (etüv) 24 saat boyunca ve 105-110°C derecede kurutmaya tabi tutulmuştur (Şekil 1).



Şekil 1. Numunelerin tartımı ve kurutma dolabına yerleştirilmesi

Figure 1. Weighing of samples and putting in a dryer

Alınan örnekler, kurutma öncesi ve sonrası tartılarak kaydedilmiş böylece sadece kuru madde miktarı tespit edilerek, her bir örneğin başlangıç konsantrasyonuna göre oluşturduğu mutlak yüzdelik sapma belirlenmiştir. Kurutma testlerinde, depo içerisindeki başlangıç konsantrasyona göre oluşan mutlak yüzdelik sapmanın belirlenmesinde Eşitlik 1'de verilen formülden yararlanılmıştır.

$$MS(\%) = \left| \frac{NK - BK}{NK} \right| \times 100$$

MS: Mutlak sapma oranı (%)

NK: Numune Konsantrasyonu

BK: Başlangıç Konsantrasyonu

### Turbidimetrik Analiz Yöntemi

Bu ölçüm yönteminde alınan örneklere ait bulanıklık ölçüm değeri bir Turbidimetre cihazı ile yapılmaktadır. Optik örnekleme yöntemine göre elde

edilen sonuçlar, dijital ortamda kayıt altına alınabilmektedir. Bu yöntem ile yapılan ölçümler Nefelometrik Turbidimetre Ünitesi (NTU) biriminde elde edilmektedir. Turbidimetrik yöntemde, ıslanabilir toz özellikteki Kaolin tozu (Kil maddesi) kullanılmıştır. Kaolin yüksek özgül ağırlığa sahip olması ve karışım performansının belirlenmesinde daha etkili olması nedeniyle son yıllarda karıştırıcı testlerinde kullanılmaktadır (Uçar ve ark., 1999). Çalışma kapsamında kullanılan Turbidimetre cihazı (HF Micro 1000) kullanılmış ve bu cihazda kullanılan ölçüm aralığı olarak 0,02- 10.000 NTU ölçüm aralığına sahip kalibrasyon kitleri kullanılmıştır (Şekil 2).

Turbidimetrik yöntem ile yapılan bulanıklık ölçümlerinde depo içerisindeki ilk konsantrasyon değerinin belirlenmesi ve bulanıklık okuma aralıklarının tespit edilmesi için, kalibrasyon kitleri (0.02; 10 ve 1000 NTU) ile bulanıklık ölçümleri yapılarak değerlendirilmiştir. Turbidimetre cihazında bulunan mevcut kalibrasyon kitlerine ait ortalama bulanıklık değerleri (NTU) Çizelge 1'de verilmiştir.



Şekil 2. Turbidimetre Cihazı (HF Micro 100) ve kalibrasyon kitleri

Figure 2. Turbidimeter (HF Micro 100) and calibration kit

Çizelge 1. Çözelti konsantrasyonlarına ait bulanıklık değerleri(NTU)

Table1. Turbidity of the solution concentration

Konsantrasyon (gr/L)	Bulanıklık Değerleri (NTU)				
	Tekerrür 1	Tekerrür 2	Tekerrür 3	Tekerrür 4	Ortalama
0,02	64,1	64,4	64,6	64,2	64,325
0,06	72,7	72,6	72,5	73,1	72,725
0,1	149	148	144	143	146
0,2	291	293	294	294	293
0,3	425	428	425	420	424,5
0,4	569	578	571	576	573,5
0,5	778	786	776	779	779,75
0,6	1082	1088	1083	1094	1086,75

Çizelge 1’de görüleceği gibi kalibrasyon kitleri (0.02; 10 ve 1000 NTU) ile bulanıklık ölçümleri, 0.02-0,6 g/L çözelti konsantrasyon aralığında ölçülebileceği belirlenmiş, bu miktardan daha yüksek konsantrasyon değerleri için sonuç elde edilememiştir. Seçilen her bir konsantrasyon miktarındaki ölçümler 4 tekrarlı olarak yapılmış ve bulanıklık ölçümlerinde ölçülebilir ortalama bulanıklık değerlerinin; 64,3- 1086,7 NTU arasında olduğu belirlenmiştir. Turbidimetrik yöntemde karışım performansının (%) belirlenmesi için Eşitlik 2’de verilen formülden yararlanılmıştır.

$$KP = \frac{SBD - ÖBD}{SBD} \times 100 \quad \text{Eşitlik 2.}$$

Burada;

*KP: Karıştırıcı Performansı (%)*

*SBD: Başlangıçta seçilen Bulanıklık Değeri (NTU)*

*ÖBD: Ölçülen Bulanıklık Değeri*

## SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Tarla pülverizatörlerine ait depolarda, ilaçlı sıvı konsantrasyonunun yeterince karıştırılması için kullanılan sistemlerin etkinliklerinin belirlenmesinde Uluslararası, ISO 5682-2: 1997 (E) standardına uygun

olarak yapılmaktadır. Bu standarda göre alınan numuneler kurutma analiz yöntemine göre analiz edilmektedir. Ancak son yıllarda bu yöneme alternatif olarak, Turbidimetrik analiz yöntemi de kullanılmaya başlanmıştır. Bu iki sisteme ait teknik karşılaştırmalar Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2’de Turbidimetrik yöntem ile yapılan analizler daha yüksek hassasiyetli yapılabildiği tespit edilmiştir. Depo içerisinden alınan numuneler, başka bir işleme tabi tutulmadan doğrudan standart büyüklükteki kaplara konularak, Turbidimetrik analize tabi tutulmaktadır. Turbidimetrik yöntemde bu sonuçlar kısa sürede (<6 saniye) elde edilebiliyor iken, kurutma yönteminde, alınan numuneler, kurutma işleminin tamamlanmasından (24 saat) sonra tartımların yapılması gerekmektedir.

Ayrıca kurutma yönteminde, etüv öncesi ve sonrası yapılan tartımlar dijital terazi ile yapılıyor olsa da insan işgücüne bağlı olarak yapılmaktadır. Ancak Turbidimetrik yöntem ile sonuçlar dijital kaydedilebilmekte ve bilgisayar çıktısı alınabilmektedir. Ackerman (1993), turbidimetre cihazı ile yapılan ölçümlerin güncel teknolojiyi içerdiğini ve ölçüm sonuçlarının hızlı ve kabul edilebilir verileri içerdiğini belirtmektedir.

**Çizelge 2. Kurutma ve turbidimetrik analiz yöntemlerine ait teknik karşılaştırmalar**

Table 2. Technical comparisons of the drying analysis method and turbidimetric analysis methods

Özellikler	Kurutma Analiz Yöntemi	Turbidimetrik Analiz Yöntemi*
Ölçüm Hassasiyeti	Düşük	Yüksek
İşgücü hatası	Yüksek	Düşük
Ölçüm Hızı	>24 saat	Anlık (< 6 saniye)
Satın Alma Bedeli	Yüksek	Orta
Ölçüm sonuçları	Dijital değil	Dijital

\*: Laboratuvar turbidimetre cihazı (HF scientific Micro 100) ait verilerden oluşmaktadır.

Ülkemizde bugüne kadar yerli üretim pülverizatör deposu karıştırma etkinlikleri konusunda yeterli temel araştırma bulunmamaktadır. Karıştırma testlerinin daha pratik ve hızlı yapılabiliyor olması ile mevcut pülverizatörlere ait karıştırma testlerin yapılması ve ruhsatlanama aşamasındaki pülverizatörlerin de bu teste tabi tutulması sağlanabilecektir. Özellikle pülverizatör imalatçılarının ve bu alanda çalışan araştırma-

cıların, Ar-Ge çalışmaları ile sağlayacakları iyileştirmeler, daha etkin ilaçlamanın yanı sıra insan ve çevre sağlığına da olumlu katkılar sunabilecektir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma FBA-2014-2988 proje numarası ile Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.

## LİTERATÜR LİSTESİ

- Ackerman, K.D. 1993. Technique for Measurement of Mixture Variability in Sprayer Tanks. A Master's Thesis. Adviser: H.E. Ozkan. The Ohio State University, Columbus OH.
- Anonim, 1997. Equipment for crop protection\*spraying equipment part 2: test methods for hydraulic sprayers. Int. Standard ISO 5682-2. Int. Org.for Standard, Switzerland.
- Balsari, P., Tamagnone, M., Allochis, D., Marucco, P., Bozzer, C. 2012. Sprayer tank agitation check: A proposal for a simple instrumentental evaluation. Forth European Workshop on Standardies Prodedure for Inspection of Sprayer. SPISE 4. March 27-29.
- Bolat, A., Bayat, A., Uçar, T. 2013. Hidrolik Jet Karıştırıcı Depoya Sahip Pülverizatörlerde Karıştırıcı Etkinliğinin Turbidimetrik Yöntemle Saptanması. Bitki Koruma ve Makinaları Kongresi
- Özkan, H.E., Ackerman, K.D., 1999. Instrumentation for Measuring Mixture Variability. American Society of Agricultural Engineers Vol 15(1) 19-24.
- Uçar, T., Özkan, H. E., Fox, R. D., Brazee, R. D, Derksen, R. C., 1999. Criteria and Procedures for Evaluation of Solids Mixing İn Agricultural Sprayer Tanks. Transactions of the ASAE, 42(6), 1581-1587.
- Uçar, T., Özkan, H. E., Fox, R. D., Brazee, R. D. Derksen., R. C., 2000. Experimental Study of Jet Agitation Effects on Agrochemical Mixing in Sprayer Tanks. Journal of Agricultural Eng. Research, 75(2), 195-207.