



Konik Hüzme Memelerde Kullanılan Girdap Plaketlerinin Hüzme Açısı ve Püskürtme Paternine Etkisi

Bahadır SAYINCI^{1*} Ruçhan ÇÖMLEK² Mustafa Gökalp BOYDAŞ¹
Mazhar KARA¹ Bünyamin DEMİR³

¹Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Erzurum

²Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Erzurum

³Mersin Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü

*e-posta: bsayinci@atauni.edu.tr

Alındığı tarih (Received): 29.05.2017

Kabul tarihi (Accepted): 21.07.2017

Online Baskı tarihi (Printed Online): 19.12.2017

Yazılı baskı tarihi (Printed): 29.12.2017

Öz: Bu çalışmada konik hüzmeleme meme plakalarıyla kullanılan girdap plaketlerinin hüzme açısı ve püskürtme paternine olan etkileri incelenmiştir. İki adet girdap açıklığına sahip plaketlerden biri paslanmaz çelik diğerleri pembe, sarı, yeşil ve mavi renklerde poliasetal (POM) malzemeden üretilmiştir. 3 bar, 6 bar ve 9 bar püskürtme basınçlarında meme hüzme açısı 35.1°-60.9° aralığında değişmiştir. En yüksek meme hüzme açısı mavi (6 bar için 53.8°; 9 bar için 59.3°) ve yeşil (6 bar için 54.6°; 9 bar için 60.9°) girdap plaketlerinde ölçülmüştür. Püskürtme yüksekliği 20 cm, 40 cm ve 60 cm olduğunda örtme genişliği 12.7-70.6 cm aralığında geniş sınırlar içerisinde değişmiştir. Görsel olarak pembe ve yeşil girdap plaketlerinin püskürtme paterni içi boş çanak şeklinde, diğerleri trapez dağılıma yakın görünümde oluşmuştur. Tek meme paterninin varyasyon katsayısı (% CV) incelendiğinde püskürtme basıncı arttıkça azalmıştır. Bindirme olmadan tek memeye püskürtmede en düşük % CV pembe girdapta, en yüksek paslanmaz çelik ve mavi girdap plaketlerinde bulunmuştur. Orifis çapı Ø 1.0 mm olan konik hüzmeleme memelerin 60 cm sabit yükseklik ve 25 cm, 30 cm, 35 cm, 40 cm, 45 cm ve 50 cm aralıklarla yan yana yerleştirme düzeninde hacimsel dağılım düzgünlüğü (% CV) örtüşen komşu memeler için %10'un üzerinde bulunmuştur. Basınç arttıkça püskürtme paterninin çarpıklığı ve basıncı azalmıştır. En düşük çarpıklık pembe ve yeşil girdap plaketlerinde elde edilmiştir. Düşük basınçta püskürtme paterni normalden daha sivri oluşmuş ve basınç arttıkça basıncı azalmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çarpıklık, işletme basıncı, paternatör, püskürtme memesi

Effect of the Core Discs Used in Hollow Cone Nozzles on Spray Angle and Spray Pattern

Abstract: In this study, the effects of different cores used with hollow cone nozzles on its spray pattern angle and spray pattern distribution were investigated. One of the cores was made of stainless steel, and the others were made of polyacetal (POM) in blue, green, yellow and pink colors. The nozzle spray pattern angles at 3 bar, 6 bar and 9 bar spray pressures were determined in the range of 35.1° to 60.9°. The highest nozzle spray pattern angles were obtained with blue (53.8° for 6 bar; 59.3° for 9 bar) and green (54.6° for 6 bar; 60.9° for 9 bar) cores. When the spray height was 20 cm, 40 cm and 60 cm, the spray cover ages were varied within the wide limits, from 12.7 to 70.6 cm. In appearance, while the spray pattern of the pink and green cores were similar to the hollow calyate form, and the others appeared similar to the trapeze form. The variation coefficient (CV %) of the single nozzle spray pattern decreased as the spray pressure increased. Without overlapping, while the lowest CV % was obtained with the pink core, and the highest CV% were found in the stainless steel and blue cores. When the cone nozzles with Ø 1.0 mm orifice diameter were assumed to be mounted in the spacing ranges of 25 cm, 30 cm, 35 cm, 40 cm, 45 cm and 50 cm with adjacent to each other the volumetric distribution homogeneity (CV %) calculated with the overlapping of the adjacent nozzles were found over the 10 % for the constant spray height of 60 cm. With increasing the spray pressure, the skewness and kurtosis of the spray pattern were significantly decreased. The lowest skewness was obtained from the pink and green cores. At the low spray pressure, the spray pattern formed steeper than normal distribution and the kurtosis of spray pattern decreased as the spray pressure increased.

Keywords: Nozzle core, operational pressure, paternator, spray nozzle, skewness

1. Giriş

Ucuz ve kolay temin edilen konik hüzmeli memeler disk şeklinde bir plakadan oluşmaktadır. Basınç etkisi altında sıvı, plakanın ortasındaki açıklıktan dışarı çıkarken standart bir orifis akışı gerçekleşmektedir. Meme plakasının arkasına eklenen bir girdap plaketiyle sıvıya girdap hareketi kazandırılmakta ve orifisi terk ederken pülverizasyon oluşmaktadır. Girdap plakentinin üzerindeki yiv açısı, kanal sayısı, kanal boyutları ve meme plakasıyla olan yüksekliği püskürtme açısını, meme debisini, pülverizasyon karakteristiğini, damlanın etkili taşınma mesafesini ve damla homojenliğini önemli ölçüde etkilemektedir (Çilingir ve Dursun 2002).

Tarla ve bahçe ilaçlamasında yaygın olarak kullanılan konik hüzmeli memeler, yaprak ilaçlamasında önemli avantajlar sağlamaktadır. Yüksek basınç koşullarında ince yapılı damlalar üreten konik hüzmeli memelerde (Serim ve Özdemir 2012) damlaların hedefe farklı doğrultularda taşınması yüzey kaplama oranını arttırmaktadır. Hüzme açısı ayarlanabilir memelerde damlaların uzak mesafelere taşınması sağlanabilmektedir. Aynı orifis çaplı meme plakasında değişik ölçülerde girdap plaketi alternatifleri kullanılarak işletme basıncını değiştirmeden farklı meme debileri üretilebilmektedir (Sayıncı ve ark. 2013). Değişik meme plakası ve girdap plaketi kombinasyonları kullanılarak yüzeysel ve şeritsel ilaçlamaya elverişli alternatifler oluşmaktadır. İşletme parametreleri değiştirilerek farklı damla çapları elde edilebildiğinden hem insektisit ve fungusit ilaçlamasında, hem de herbisit ilaçlamasında (Üremiş ve ark. 1997) kullanılabilir.

Yaygın olarak 2-3 adet açıklığı bulunan girdap plaketerinde açıklıklar, merkezden uzak ve plakentin çevresine yakındır. Ortası delik girdap plaketiyle oluşan hüzme, içi dolu konik formda olup püskürtme sonucunda sürüklenme potansiyeli düşük kaba yapılı damlalar oluşturmaktadır. Plaketin ortasında delik bulunmadığında merkezde hava çekirdeği oluşarak içi boş hüzme şeklinde çift tepeli bir dağılım oluşmaktadır (Çilingir ve Dursun 2002).

Ülkemizde farklı renklerde yerli olarak üretilen girdap plaketerinin işletme özellikleri için belirlenmiş bir standart bulunmamaktadır. Ancak Sayıncı ve ark. (2013) tarafından yürütülen çalışmada \emptyset 1.0 mm orifis çaplı konik hüzmeli meme plakasında akış katsayısı mavi, yeşil, sarı, pembe ve paslanmaz çelik girdap plaketerinde sırasıyla 0.359, 0.367, 0.426, 0.457 ve 0.560 olarak bulunmuştur. Bu durum iki açıklığa sahip farklı girdap plaketerinin memenin akış katsayısını değiştirdiğini göstermiştir.

Bu çalışmanın amacı, içi boş konik hüzmeli meme plakalarında farklı girdap plaketerinin hüzme açısı ve püskürtme paterninin değişimine olan etkilerini belirlemektir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Meme plakası ve girdap plaketeri

Bu çalışmada paslanmaz çelikten ve değişik renklerde (sarı, mavi, pembe ve yeşil) poliasetal (POM) malzemeden üretilmiş beş ayrı girdap plaketi kullanılmış ve ölçümler her birinden şansa bağlı seçilen 20 örnek üzerinden yapılmıştır. Mavi renkli plakete 23 girdap numarasıyla yurtdışından, diğerleri yurtiçinden temin edilmiştir. Girdap plaketerinin tasarım özellikleri benzer olup, tümünde iki adet girdap açıklığı bulunmaktadır. Girdap plaketeri, orifis çapı \emptyset 1.0 mm olan POM malzemeden üretilmiş bir adet konik hüzmeli meme plakasıyla birlikte kullanılmıştır. Üretim hatalarına karşı meme plakasının orifis düzgünlüğü stereo zoom mikroskopuyla (Olympus SZ60, JP) kontrol edilmiştir (Sayıncı 2016b; Sayıncı ve Yıldırım 2015).

2.2. Pülverizatör ve paternatör

Püskürtme uygulamalarında özellikleri Sayıncı (2016a) 'da belirtilen pülverizatör kullanılmıştır. Pülverizatörün pompa çıkışı 15 metrelik bir hidrolik hortumla tek meme paternatörünün (60 kanallı, 125 cm genişlik, 100 cm uzunluk, 20.5 mm kanallar arası mesafe) akış hattına bağlanmıştır. Pülverizatör memesi üç çıkışlı membranlı tip meme gövdesine (Arag SRL 40642W7 Model, IT) monte edilmiştir. Püskürtme basıncı, memeye çok yakın bir noktada monte

edilen maksimum 10 bar göstergeli gliserin dolgulu bir manometreden (Pakkens® MG050GRS1 Model, TR) kontrol edilmiştir. Akış kontrolü diyaframlı tip bir selenoid valf (SMS-TORK S1020 tip, TR) ile sağlanmıştır.

2.3. Meme debisinin belirlenmesi

Meme debisi 3 bar, 6 bar ve 9 bar püskürtme basınçlarında dijital göstergeli bir debi ölçerle (Sprayer Calibrator, SpotOn®, Model: SC-1, IL, Ölçüm aralığı: 0.08-3.79 lt/dk) belirlenmiştir. Ölçümler her bir girdap plaketi grubundan şansa bağlı çekilen 20 örnek üzerinden yapılmıştır. Denemelerde memenin akış katsayısını düşürmemesi için yuvarlak tip meme süzgeci kullanılmıştır (Sayıncı 2014; Sayıncı 2015; Sayıncı ve Kara 2015; Sayıncı 2016a).

2.4. Püskürtme örtme genişliği ve hüzmeye açısının belirlenmesi

Hüzmeye açısı (α°), [$\alpha^\circ = 2 \cdot \tan^{-1}(b/2 \cdot h)$] eşitliği kullanılarak memenin 60 cm yükseklikteki (h, cm) örtme genişliği (b, cm) esas alınarak hesaplanmıştır. Örtme genişliği paternatörün sıvıyla dolu olan ölçü tüplerinin genişliğine göre belirlenmiştir.

2.5. Püskürtme paterninin dağılım düzgünlüğünün belirlenmesi

Girdap plaketi ve püskürtme basıncı kombinasyonlarında her bir tekerrür için belirlenen püskürtme paterninin dağılım düzgünlüğü [% CV = (Standart sapma/Ortalama) · 100] formülü kullanılarak hesaplanmıştır.

2.6. Yan yana dizilişte hacimsel dağılım düzgünlüğünün belirlenmesi

Konik hüzmeli memelerin 25 cm, 30 cm, 35 cm, 40 cm, 45 cm ve 50 cm aralıklarla yerleştirilmesinde bindirme (örtme) ile

gerçekleşen hacimsel dağılımın düzgünlüğü, % CV formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Bu hesaplama için Excel programında bir modül oluşturulmuş ve tek meme paterninin dağılımına ait datalar kullanılmıştır.

2.7. Püskürtme paterninde çarpıklık ve basıklık katsayılarının belirlenmesi

Püskürtme paternlerinin çarpıklık ve basıklık katsayıları Excel programında belirlenmiştir. Tanımlayıcı istatistikler programın çarpıklık ve basıklık fonksiyonları kullanılarak hesaplanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Girdap plakelerinin debi, hüzmeye açısı ve örtme genişliğine etkisi

Girdap plakelerinin memenin işletme özelliklerine olan etkisi Çizelge 1’de verilmiştir. Tasarım özellikleri benzer görünümde olan girdap plakeleri, meme debisinin değişmesine neden olmuştur. Bu sonuç Sayıncı ve ark. (2013) ’nin yürüttüğü çalışmada da ortaya konmuştur. En yüksek meme debisi özellikle yüksek basınç koşullarında paslanmaz çelik girdapla, en düşük mavi girdapla elde edilmiştir. Girdap plakelerinin memenin hüzmeye açısını değiştirmedeki etkisi istatistiksel açıdan çok önemli bulunmuştur. Denemelerde farklı girdap ve basınç parametrelerinde elde edilen hüzmeye açısı ortalamaları 35°-61° aralığında değişmiştir (Çizelge 1).

3.2. Püskürtme paterninin şekilsel açıdan değerlendirilmesi

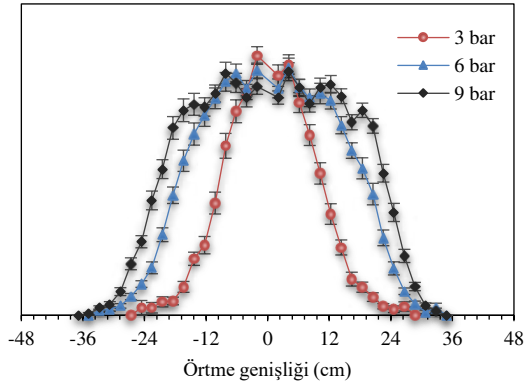
İçi boş konik hüzmeli dağılımda paternin ortasının düşük, kenarların tepe görünümünde dalgalı bir dağılım oluşturması beklenmektedir. Görsel olarak pembe ve yeşil girdap plakelerinin içi boş konik hüzmeli dağılıma daha yakın olduğu görülmektedir (Şekil 1).

Çizelge 1. Farklı püskürtme basıncı (3 bar, 6 bar ve 9 bar) koşullarında orifis çapı Ø 1.0 mm olan meme plakasında debinin, hüzmeye açısının (°) ve farklı yüksekliklerde (20 cm, 40 cm ve 60 cm) belirlenen örtme genişliklerinin girdap plakalarına göre değişimi (Ort±SS, n= 20)

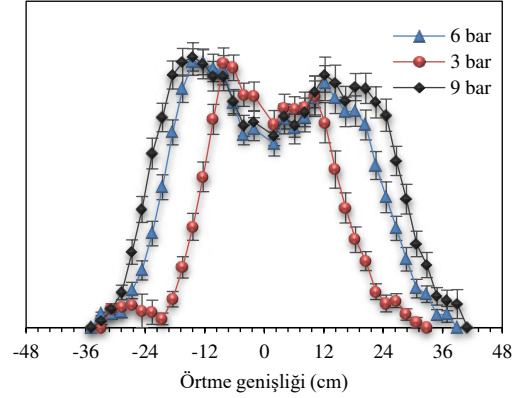
Table 1. The variation of spray width determined at different spray height, flow rate and spray angle (°) for hollow cone nozzle discs of Ø1.0 mm orifice diameter at the condition of different spray pressures (3 bar, 6 bar and 9 bar) in terms of the cores (Mean±SD, n= 20)

Girdap plakaları	Meme debisi (lt/dk)		
	3 bar	6 bar	9 bar
P. çelik girdap	0.51±0.05	0.74±0.08	0.93±0.10
Pembe girdap	0.51±0.02	0.71±0.04	0.86±0.05
Sarı girdap	0.47±0.04	0.65±0.05	0.79±0.06
Yeşil girdap	0.44±0.03	0.61±0.05	0.75±0.05
Mavi girdap	0.40±0.02	0.56±0.02	0.68±0.02
Hüzmeye açısı (°)			
	3 bar	6 bar	9 bar
P. çelik girdap	35.1±3.8	50.4±3.3	53.4±2.7
Pembe girdap	37.7±4.8	51.3±3.7	55.2±3.3
Sarı girdap	37.1±4.3	48.5±4.0	53.0±3.3
Yeşil girdap	39.7±4.8	54.6±4.4	60.9±4.2
Mavi girdap	36.7±5.3	53.8±2.7	59.3±3.7
20 cm püskürtme yüksekliğinde örtme genişliği (cm)			
	3 bar	6 bar	9 bar
P. çelik girdap	12.7±1.5	18.8±1.4	20.1±1.2
Pembe girdap	13.7±1.9	19.3±1.6	21.0±1.5
Sarı girdap	13.4±1.7	18.1±1.7	20.0±1.4
Yeşil girdap	14.5±1.9	20.7±2.0	23.6±2.0
Mavi girdap	13.3±2.0	20.3±1.2	22.8±1.7
40 cm püskürtme yüksekliğinde örtme genişliği (cm)			
	3 bar	6 bar	9 bar
P. çelik girdap	25.3±3.0	37.7±2.8	40.3±2.4
Pembe girdap	27.3±3.8	38.5±3.2	41.9±2.9
Sarı girdap	26.9±3.4	36.1±3.4	39.9±2.9
Yeşil girdap	28.9±3.8	41.4±3.9	47.1±4.0
Mavi girdap	26.6±4.0	40.6±2.4	45.6±3.4
60 cm püskürtme yüksekliğinde örtme genişliği (cm)			
	3 bar	6 bar	9 bar
P. çelik girdap	38.0±4.4	56.5±4.2	60.4±3.6
Pembe girdap	41.0±5.6	57.7±4.8	62.9±4.4
Sarı girdap	40.3±5.0	54.1±5.1	59.9±4.3
Yeşil girdap	43.4±5.6	62.0±5.9	70.6±6.0
Mavi girdap	39.9±6.1	60.9±3.6	68.4±5.1

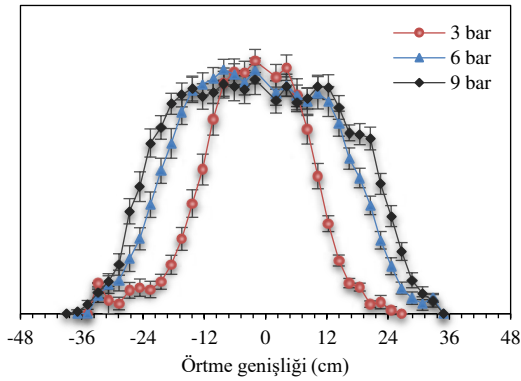
†: Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütunda küçük harfle (a-c) ve aynı satırda büyük harfle (A-C) gösterilen ortalamalar %95 önem düzeyinde farklıdır.



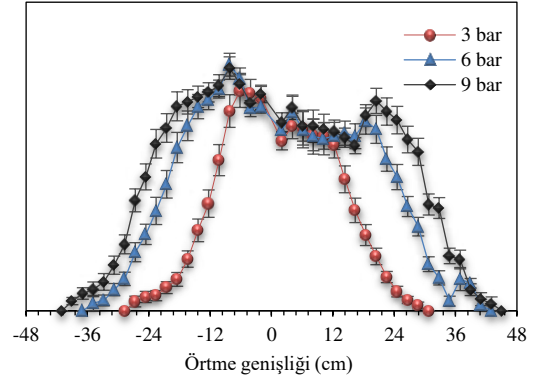
(a) Paslanmaz çelik girdap



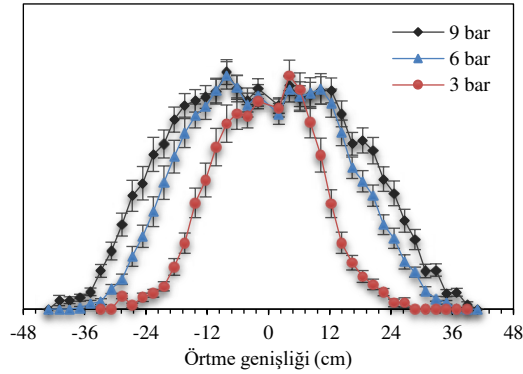
(d) Pembe girdap



(b) Sarı girdap



(e) Yeşil girdap



(c) Sarı girdap

Şekil 1. Girdap plakette püskürtme basınçlarına göre belirlenen püskürtme paterninin değişimi (Ortalamalar \pm Standart hata değerleriyle gösterilmiştir)

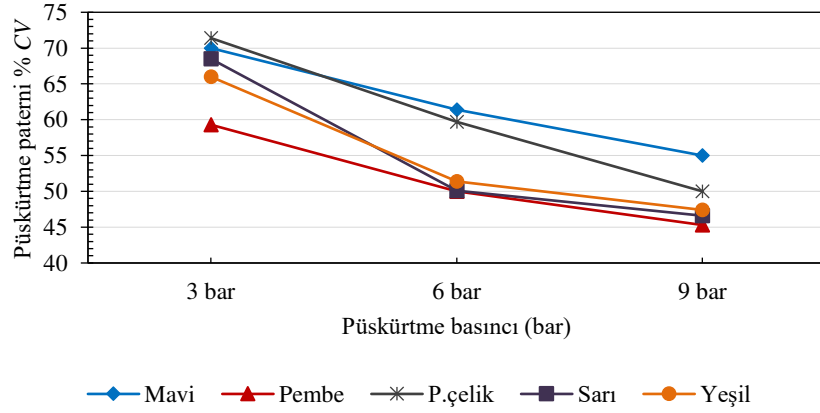
Figure 1. The variation of spray pattern determined in terms of the spray pressures for nozzle cores (The means were showed with \pm standard error values)

Paslanmaz çelik, sarı ve mavi girdap plakette püskürtme paterni düşük basınçta sivri bir dağılım göstermiştir. Basınç arttıkça püskürtme paterni trapez dağılıma yakın görünümde oluşmuştur.

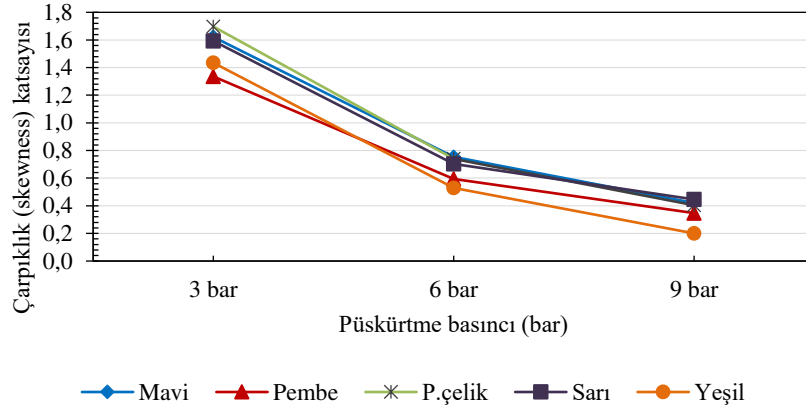
3.3. Püskürtme paterninin dağılım düzgünlüğü

Girdap plakette göre püskürtme basıncının meme paterninin dağılım düzgünlüğüne etkisi (% CV) Şekil 2a 'da gösterilmiştir. % CV

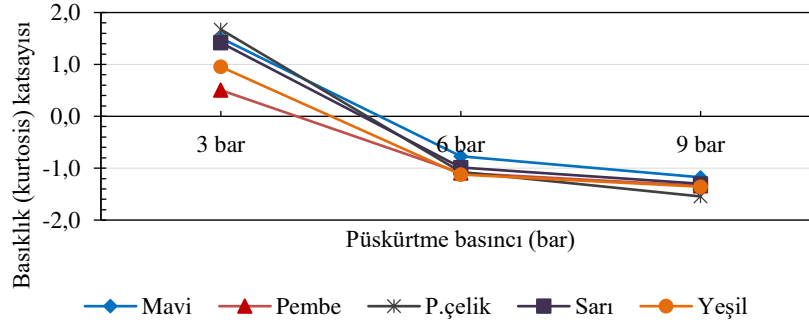
ortalamaları 3 bar basınçta %59-%71 aralığında; 6 bar basınçta %45-%55 aralığında değişmiştir. 9 bar basınçta %50-%61 aralığında ve 9 bar



(a) Tek memeyle püskürtmede dağılım düzgünlüğü (%CV)



(b) Püskürtme paterninin çarpıklık katsayısı (skewness)



(c) Püskürtme paterninin basıklık katsayısı (kurtosis)

Şekil 2. Püskürtme paterninin dağılım düzgünlüğü, çarpıklık katsayısı ve basıklık katsayısının basınca göre değişimi

Figure 2. The variation of distribution uniformity, skewness coefficient and kurtosis coefficient of spray pattern according to the spray pressures

Basınç arttıkça püskürtme paterninin %CV'si azalmıştır. Genel olarak en düşük %CV, pembe girdapla elde edilmiştir. Paslanmaz çelik ve mavi girdapla sağlanan %CV ortalamaları diğerlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Bindirme olmadan hesaplanan %CV ortalamaları, Dursun ve ark. (2000b) ve Bayat ve Bozdoğan (2003)'nin araştırmalarında olduğu gibi tek meme paterni için belirlenmiştir.

3.4. Püskürtme paterninin çarpıklık ve basıklık katsayıları

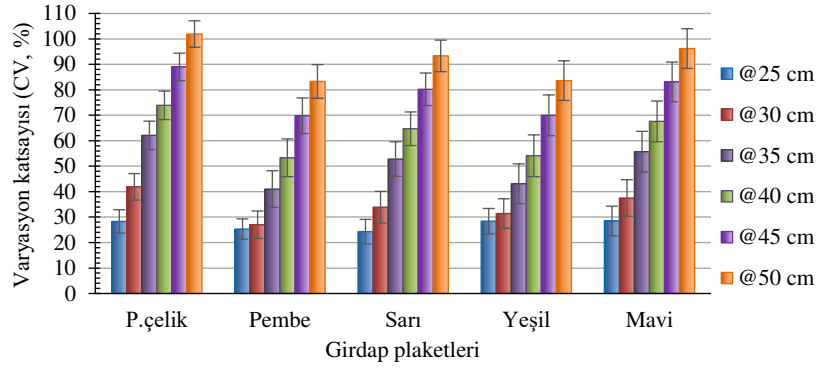
Verilerin normal dağılıma uygunluğu için çarpıklık katsayısının sıfır ya da sıfıra yakın olması gerekmektedir. Bu katsayının negatif değerde olması dağılımın sağa çarpık, pozitif değerde olması sola çarpık olduğunu göstermektedir (Baykul ve Güzeller 2013). Tüm girdap plaketerinde çarpıklık katsayısı pozitif olduğundan dağılım, sola çarpık gerçekleşmiştir (Şekil 2b). Sola çarpık dağılımda verilerin ortalaması, medyan ve mod değerinden daha küçük olmaktadır. Bu araştırma basınç arttıkça çarpıklığın önemli ölçüde azaldığını ve buna bağlı olarak tek meme için püskürtme paterni dağılımının da iyileştiğini göstermiştir. Üç farklı basınç seviyesinde yürütülen denemelerde en düşük çarpıklık katsayısı pembe ve yeşil girdap plaketerinde elde edilmiştir.

Basıklık katsayısı, dağılımın sivriligi ya da basıklığı hakkında bilgi vermekte olup normal dağılımda bu katsayının sıfır ya da sıfıra yakın olması gerekmektedir. Basıklık katsayısı pozitif olduğunda dağılım normalden daha sivri, negatif olduğunda normalden daha basık bir dağılım oluşmaktadır (Baykul ve Güzeller 2013).

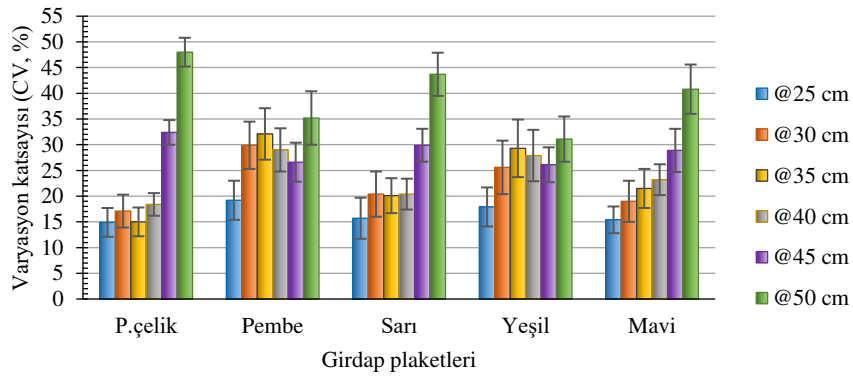
Şekil 2c 'de girdap plaketerleri 3 bar püskürtme basıncı koşulunda normalden daha sivri bir dağılım göstermiştir. 6 bar ve 9 bar seviyelerinde dağılım üstten basık görünümde oluşmuştur. Bu çalışmada basıklık katsayısının, özellikle yüksek basınçlarda çarpıklık ve tek meme paterni %CV'si değişkenleriyle önemli bir korelasyon göstermediği sonucuna varılmıştır. Bu özellik muamele gruplarını püskürtme paterni yönüyle sınıflandırmada basıklık katsayısının önemli bir değişken olarak dikkate alınabileceğini göstermektedir.

3.6. Yan yana dizilişte hacimsel dağılım düzgünlüğü

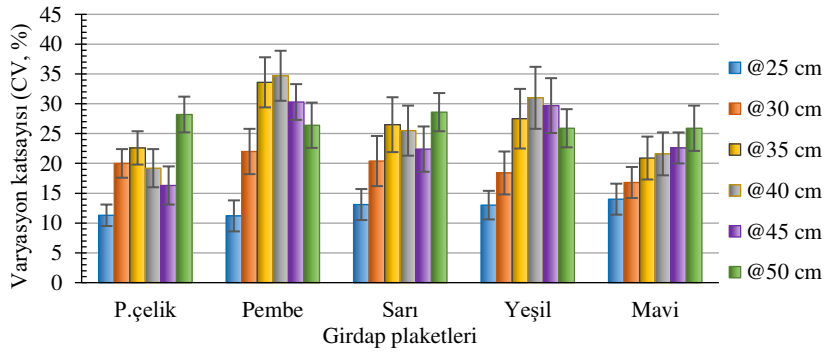
Memelerin farklı aralıklarla yerleştirilmesinde bindirme ile hesaplanan hacimsel dağılım düzgünlüğü Şekil 3'te gösterilmiştir. Orifis çapı Ø 1.0 mm olan meme plakasıyla 60 cm sabit püskürtme yüksekliğinde 3 bar, 6 bar ve 9 bar püskürtme basıncı koşullarında hesaplanan varyasyon katsayısı (%CV) %10'un üzerinde bulunmuştur. Püskürtme basıncı arttıkça %CV'nin azalma eğiliminde olduğu saptanmıştır. Meme aralıkları arasında karşılaştırma yapıldığında üç farklı püskürtme basıncında en düşük %CV, 25 cm meme aralığında belirlenmiştir. Püskürtme kolu boyunca hacimsel dağılımın homojen olabilmesi için %CV'nin en fazla %10 olması gerektiği bildirilmektedir (Krishnan et al.1988). Bu referans değere göre dar hüzme açılı konik hüzmeli püskürtmede homojen bir akışın elde edilemediği sonucuna varılmıştır.



(a) Püskürtme basıncı: 3 bar



(b) Püskürtme basıncı: 6 bar



(c) Püskürtme basıncı: 9 bar

Şekil 3. Girdap plaketlerinde memelerin 25 cm, 30 cm, 35 cm, 40 cm, 45 cm ve 50 cm aralıklarla yerleştirme durumlarının hacimsel dağılım düzgünlüğüne (%CV) etkisi (Ortalamalar, ± 2 Standart Hata değerleriyle gösterilmiştir)

Figure 3. The effect of volumetric distribution uniformity (CV%) of the nozzle interval positions of 25 cm, 30 cm, 35 cm, 40 cm, 45 cm and 50 cm on the cores

4. Sonuç

Konik hüzmeli meme plakalarının ucuz ve kolay tedarik edilebilir olması ve pülverizasyon sonucunda hedef yüzeyde yüksek örtme özelliği göstermesinden dolayı tercih edilmektedir. Geometrik olarak daire orifisine sahip meme plakasından pülverizasyonun gerçekleşmesi için girdap plakalarının kullanılması gerekmektedir. Bu araştırmada ülkemizde farklı malzeme ve renklerde üretilen girdap plakalarının meme debisini, hüzmeye açısını, örtme genişliğini ve püskürtme paternini değiştirdiği saptanmıştır. Benzer tasarım özelliklerine sahip olsalar da uygulamada farklı renklerde girdap plakalarının kullanılmaması gerekmektedir. Mevcut kullanımdaki girdap plakalarının işletme özelliklerine göre kodlanması girdaplara ayırt edici bir özellik kazandıracaktır.

Kaynaklar

- Bayat A, Yarpuz-Bozdoğan NY (2003). Yeni tip püskürtme memelerin (DG, AI ve TT®) ilaç sürüklenme potansiyellerinin bir rüzgâr tüneline saptanması. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(3): 47-56.
- Baykul Y, Güzeller CO (2013). Sosyal Bilimler için İstatistik – SPSS Uygulamalı. Pegem Akademi Yayıncılık, ISBN: 9786053644644, 728s.
- Çilingir İ, Dursun E(2002). Bitki Koruma Makinaları. Ankara Üniversitesi Yayın No: 1531, Ders Kitabı No. 484, 248s., Ankara.
- Dursun E, Çilingir İ, Erman A (2000a). Tarımsal savaşım ve mekanizasyonunda yeni yaklaşımlar. Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, 3-7 Ocak 2000, www.zmo.org.tr/etkinlikler.
- Dursun E, Karahan Y, Çilingir İ (2000b). Türkiye’de üretilen konik hüzmeli meme plakalarında delik çapı ve düzgünlüğünün belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi-Journal of Agricultural Sciences, 6(3): 135-140.
- Hypro (2014). Hypro® Nozzles Crop Spraying Pocket Guide Catalog. UK.
- Krishnan P, Williams TH, Kemble LJ (1988). Technical Note: Spray pattern displacement measurement technique for agricultural nozzles using spray table. Transactions of the ASAE, 31(2): 386-389.
- Sayinci B, Kara M (2015). The effects of strainer types on flow characteristics of anti-drift (AD) and multi-range (LU) flat-fan nozzles. Tarım Bilimleri Dergisi, 21(4): 558-571.
- Sayinci B, Bastaban S (2009). Hidrolik Memelerin İlaç Uygulama Performansını Etkileyen Faktörler. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 2(2): 35-41.
- Sayinci B, Yarpuz-Bozdoğan N, Yıldız C, Demir B (2013). Konik hüzmeli memelerde akış katsayısı ve bazı işletme özelliklerinin belirlenmesi. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 9(1): 9-20.
- Sayinci B (2014). Effect of filter types and sizes on flow characteristics of standard flat-fan nozzles. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 10(2): 129-138.
- Sayinci B, Yıldırım Y (2015). Paslanmaz çelik konik hüzmeli meme plakalarında üretim hatalarının eliptik Fourier tanımlayıcılarıyla tespiti. 29. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi Bildiri Kitabı, 2-5 Eylül 2015, s.296-305, Diyarbakır.
- Sayinci B (2015). Effect of strainer type, spray pressure, and orifice size on the discharge coefficient of standard flat-fan nozzles. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 39: 692-704.
- Sayinci B (2016a). The influence of strainer types on the flow and droplet velocity characteristics of ceramic flat-fan nozzles. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 40: 25-37.
- Sayinci B (2016b). Poliasetal (POM) meme plakalarında orifis şekline bağlı üretim kusurlarının eliptik Fourier tanımlayıcılarıyla tespiti. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 30(1): 57-73.
- Serim AT, Özdemir YG (2012). Herbisit uygulamalarında kullanılan pülverizatör memelerinin damla büyüklük dağılımlarının belirlenmesi. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 5(2): 172-175.
- Teejet (2014). Teejet Technologies Catalog 51A-M. Wheaton, IL, USA. www.teejet.com.
- Üremiş İ, Bayat A, Uluğ E, Yarpuz-Bozdoğan N, Aksoy E(1997). İkinci ürün mısır tarımında herbisit uygulama yöntemlerinin karşılaştırılması. Türkiye II. Herboloji Kongresi, 1-4 Eylül 1997, s.401-408, Ayvalık-İzmir.