

Kullanımda Olan Sera Pülverizatörlerindeki Meme Plakalarının Püskürtme Özelliklerinin Belirlenmesi*

Determination of Spraying Properties of Nozzle Plates in Greenhouse Sprayers in Use

Mehmet SİVRİ¹, Murad ÇANAKCI^{2*}

Öz

Tarımsal üretimde hastalık, zararlı ve yabancı otlarla mücadelede yaygın olarak kimyasal yöntemler uygulanmaktadır. Kimyasal yöntemlerde kullanılan tarım ilaçlarının (pestisitler) hedef yüzeylere uygulanmasında en fazla kullanılan makineler pülverizatörlerdir. Üretim sezonundaki pülverizatör kullanımını; ürün çeşidi, yetiştiricilik şekli, üretim dönemi, hastalık, zararlı ve yabancı ot durumu, ürünün ekonomik değeri gibi birçok faktör etkilemektedir. Pülverizatör kullanımının yoğun olduğu üretim alanlarından birisi de sera yetiştiriciliğidir. Geleneksel seralarda elektik motorundan hareketli, içi boş konik hüzmeli memelere sahip püskürtme çubuğu ile ilaçlama yapılan, hidrolik pülverizatörler yaygın olarak kullanılmaktadır. Pülverizatörlerin kullanımındaki başarı; gıda güvenliği, sağlıklı tarımsal üretim, sürdürülebilir bir çevre, iş sağlığı ve güvenliği vb. konular açısından önemlidir. Bu nedenle pülverizatör seçimine özen gösterilmesinin yanında, makinelerin tamir ve periyodik bakımlarının zamanında yapılması gereklidir. Meme başlıkları, pülverizasyonun (püskürtme işlemi) başarısı açısından kritik bir parçadır ve kullanım süresine bağlı olarak meme plakası delik şekli ve boyutları değişmektedir. Periyodik bakımlarda yapılması gereken işlemlerden birisi de aşınmış meme plakalarının yenileri ile değiştirilmesidir. Bu çalışmada, geleneksel sera işletmelerinde kullanımda olan sera pülverizatörlerinde bulunan meme plakalarının püskürtme özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Antalya İli'nde yürütülen denemelerde, 5 farklı ilçede faaliyet gösteren 60 adet geleneksel sera işletmesinden toplanan sera pülverizatörlerine ait 1.5 mm çapındaki meme plakaları ve üç adet yeni meme plakası kullanılmıştır. Çalışmada meme plakalarına ait delik boyutları, hüzmeye açıları, debi ve dağılım düzgünlük değerleri belirlenmiş ve yeni plaka değerleri ile karşılaştırılmıştır. Araştırma bulgularına göre kullanımda olan meme plakalarının delik çapı ve debi değerleri, yeni meme plakalarına göre sırasıyla ortalama %11.0 ve %10.8 oranında artış göstermiştir. Kabul edilebilir çap büyümesi sınır değeri (%5) dikkate alındığında kullanımda olan meme plakalarının %73'ünün yenileri ile değiştirilmesi gerektiği görülmektedir. Diğer bir sınır değer olan debi artış değerine (%10) göre kullanımda olan meme plakalarının %46.7'sinin yenilenmesinin gerekli olduğu anlaşılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sera ilaçlaması, Pestisit uygulamaları, Pülverizasyon, Hidrolik pülverizatör, Paternatör, Meme plakası

¹ Mehmet Sivri, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Antalya, Türkiye, mehmetsivri07@gmail.com
ORCID: 0000-0001-8350-3284

^{2*} Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Murad ÇANAKCI, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Antalya, Türkiye, mcanakci@akdeniz.edu.tr ORCID: 0000-0002-1985-83873284

Atf: Sivri, M., Çanakçı, M. (2024). Kullanımda olan sera pülverizatörlerindeki meme plakalarının püskürtme özelliklerinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(3): 648-665.

Citation: Sivri, M., Çanakçı, M. (2024). Determination of spraying properties of nozzle plates in greenhouse sprayers in use. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 21(3): 648-665.

*Bu çalışma Mehmet Sivri'nin Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayımlanmıştır. Tekirdağ 2024

Abstract

In agricultural production, chemical methods are widely used in the fight against diseases, pests and weeds. Sprayers are the most used machines for the application of pesticides (pesticides) used in chemical methods to target surfaces. The use of sprayers in the production season; Many factors such as product variety, cultivation method, production period, disease, pest and weed status, and economic value of the product affect it. One of the production areas where the use of sprayers is intense is greenhouse cultivation. In traditional greenhouses, hydraulic sprayers, which are powered by an electric motor and sprayed with a spray bar with hollow conical nozzles, are widely used. Success in the use of sprayers; food safety, healthy agricultural production, a sustainable environment, occupational health and safety, etc. matters are important. For this reason, in addition to paying attention to the selection of the sprayer, it is necessary to perform the repair and periodic maintenance of the machines on time. The nozzle heads are a critical part of the success of the pulverization (spraying process), and the nozzle plate hole shape and dimensions change depending on the period of use. One of the procedures to be done in periodic maintenance is to replace the worn nozzle plates with new ones. In this research, it is aimed to examine the spraying properties of the existing nozzle plates in greenhouse sprayers used in traditional greenhouse enterprises. In the trials carried out in Antalya Province, 1.5 mm diameter nozzle plates belonging to greenhouse sprayers collected from 60 traditional greenhouse enterprises operating in 5 different districts and three new nozzle plates were used. In the study, the hole sizes, beam angles, flow rate and drug distribution values of the nozzle plates were determined and compared with the new plate values. According to the research findings, the hole diameter and flow rate values of the nozzle plates in use increased by an average of 11.0% and 10.8%, respectively, compared to the new nozzle plates. Considering the acceptable diameter growth limit value (5%), it was seen that 73% of the nozzle plates in use should be replaced with new ones. According to the flow rate increase value (10%), which is another limit value, it was understood that 46.7% of the nozzle plates in use need to be renewed.

Keywords: Greenhouse spraying, Pesticide applications, Pulverization, Hydraulic sprayer, Paternator, Nozzle plate

1. Giriş

Dünya nüfusunun hızla artışı ve beslenme alışkanlıkları gibi faktörlerin yön verdiği modern tarımda bitki koruma uygulamalarının önemi artmaktadır. Kısa sürede etkisini göstermesi ve uygulama kolaylığı gibi nedenlerle kimyasal yöntem en yaygın kullanılan bitki koruma yöntemidir (Zeren ve Bayat, 1995; Çilingir ve Dursun 2010; Temel ve Öztekin, 2020). Bu yöntemler ile farklı formlardaki tarım ilaçları (pestisitler), hedef yüzeylere (yaprak, gövde, toprak, kapalı alan, açık alan vb.) uygulanmaktadır. Amacına uygun bir biçimde kullanılmadığında ilaçların kimyasal etkisinin; gıda güvenliği, iş sağlığı ve güvenliği ile çevre sağlığına olumsuz etkileri bulunması nedeniyle günümüzde tarımda kimyasalların kullanımına yönelik yaklaşımlara olan ilgi artmaktadır. Örneğin Avrupa Birliği tarafından gündeme getirilen Yeşil Mutabakat kapsamında, sürdürülebilir ve daha sağlıklı bir gıda üretim sistemi ile toprağın, havanın ve gıdanın korunmasına yönelik kimyasal kullanımının azaltılmasına vurgu yapılmıştır. Bu amaçla 2030 yılına kadar pestisit kullanımının %50 azaltılması hedeflenmiştir (EU, 2022). Kimyasal ilaç uygulamalarının azaltılmasına yönelik entegre mücadele yöntemleri önerilmektedir (Sayın ve ark., 2021). Ayrıca kimyasal yöntemlerde kullanılan bitki koruma ürünlerinin ve makinalarının doğru seçilmesi ve çalışma şartlarının önemi büyüktür. Bitki koruma uygulamalarında sıvı ilaçlar ya da bazı toz formdaki katı ilaçlar belirli miktar sıvı (su) ile karıştırılarak uygulanmaktadır. Sıvı-ilac karışımının damlacıklar haline getirilerek bitkilere (hedef yüzeye) ulaştırılması işlemine pülverizasyon (püskürtme), bu amaçla kullanılan makinalara pülverizatör (püskürtücü, sprayer) adı verilir (Yağcıoğlu, 2008). Pülverizatörler, ülkemizde ve dünyada bitki koruma uygulamalarında en yaygın olarak kullanılan bitki koruma makinalarıdır. Ülkemizdeki pülverizatör sayısı 2008 yılında toplam 937.320 iken bu değer 2022 yılında 1.215.489 sayısına ulaşmıştır. Son 15 yıl içerisindeki artış yaklaşık %30 olarak gerçekleşmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü Antalya ilindeki pülverizatör sayısı ise 69.120'dir (TÜİK, 2023).

Pülverizatörlerde ilacın dış ortama hüzmeye şeklinde çıkmasını sağlayan organa meme (nozül) adı verilir. Pülverizatörün diğer organları daha ileri teknoloji ile üretilenlere bile ilaçlamadaki başarı, önemli ölçüde sıvı ilaç karışımının son çıkış noktası olan memelere bağlıdır (Yağcıoğlu, 2008). Hidrolik basınç enerjisiyle çalışan memelerin gövde tasarımları standart olduklarından, günümüzde kullanılan ilaç uygulama ekipmanlarına uyumludurlar. Belirtilen meme tiplerinin, ucuz ve kolay bulunabilir olmaları ve bakım masraflarının olmaması kullanım alanlarını yaygınlaştırmaktadır (Sayıncı ve Bastaban, 2009). Bu nedenle içi boş konik hüzmeli memeler tarla, meyve bahçesi uygulamalarının yanında seralarda zararlı ve hastalıklara karşı yapılan kimyasal mücadele uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Çanakçı ve Akıncı, 2009).

İçi boş konik hüzmeli memeler, böcek ve hastalık kontrolü için pestisitlerin bitki örtüsü yapraklarının arasına etkili bir şekilde girmesinin (penetrasyon) önemli olduğu; ilaç damlacıklarının hedef dışına sürüklenmesinin ise olumsuz bir etki yaratmadığı düşünülen durumlarda kullanılır. Bu nedenle, yaprakları bol bitkilerin, zararlı ve hastalıklara karşı ilaçlanmasından başka, kontak etkili herbisit uygulamaları için de uygundur. İlaçlama uygulamaları sırasında; pestisitlerin dağılımı tekdüzeliği, hedefi kaplama durumu, sürüklenmesi gibi faktörler memenin özellikleriyle yakından ilgilidir. Bu nedenle meme, pülverizatörün küçük, göreceli olarak ucuz, ancak en önemli parçalarından biridir (Yağcıoğlu, 2008). Hidrolik memelerin gövde ve başlıkları kullanılan kimyasalların aşındırma etkisine ve korozyonuna dayanıklı olmalıdır. Delikli meme plakaları (orifis plakaları) memenin en fazla aşınan parçasıdır. Bu nedenle değiştirilebilecek şekilde yapılması gerekir. Meme plakaları genellikle pirinç, paslanmaz çelik, seramik ve özel plastik malzemelerden üretilmektedirler. Aşınmalar, memelerin pülverizasyon karakteristiklerini etkilemekte ve buna bağlı olarak püskürtülen ilacın biyolojik etkinliğini değiştirmektedir. Plakaların yüzeyindeki mikroskobik düzensizlikler dahi, basınçlı sıvının bu alanlarda girdap yapmasına ve içinde bulunan mikroskobik sert parçacıkların bu hareketin etkisiyle söz konusu alanları ovalayarak daha fazla aşındırmasına neden olmaktadır (Çakmak, 2000).

Hidrolik pülverizatörlerin yaygın kullanıldığı alanlardan birisi de sera yetiştiriciliğidir. Ülkemizde toplam sera alanı 53.092 ha'dır ve sera alanlarının %53,4'ünün bulunduğu Antalya ilindedir (TÜİK, 2023). Sera yetiştiriciliğinde yoğun bir şekilde kimyasal ilaç uygulamaları söz konusudur. Seralarda yaygın olarak elektrik motorundan hareketli hidrolik pülverizatörler kullanılmaktadır ve pülverizatörlerde püskürtme tabancasının ucunda bir adet içi boş konik hüzmeli meme başlığı yer almaktadır. Çanakçı ve Akıncı (2009) tarafından yapılan bir çalışmada tek ürün yetiştiriciliğinde farklı ürünler için yılda yapılan ilaçlama sayısının 20-35 arasında değiştiği belirtilmiştir. Bu değerler Sivri (2020) tarafından yapılan çalışma sonuçları ile örtüşmektedir.

Birçok bilimsel araştırmada, yapım malzemesine göre değişmekle birlikte konik hüzmeli meme plakalarındaki aşınmaların delik boyutlarını değiştirdiği, debi değerlerini artırdığı ve sıvı dağılım düzgünlüğünü olumsuz yönde etkilediği belirlenmiştir.

Çelen (1998), tarafında yürütülen bir araştırmada tarla pülverizatörlerinde kullanılan yeni ve aşınmış yelpaze hüzmeli memelerin pülverizasyon karakteristikleri incelenmiştir. Toplam yedi farklı meme üzerinde yapılan denemelerde aşındırma materyali olarak kaolin kullanılmıştır. Aynı memelere, debi artışı %10 değerine ulaşınca kadar yapay aşındırma işlemi uygulanmış ve belirtilen değerler yeniden ölçülerek, aşındırma öncesi ve sonrasında elde edilen sonuçlar karşılaştırılmış ve her bir meme için faydalı ömür değerleri tespit edilmiştir. Çalışma sonunda çelik ve seramik memeden imal edilmiş malzemelerin kullanımı önerilmiştir. Çakmak (2000), tarafından yapılan bir çalışmada hidrolik ve pnömatik pülverizatörlerde kullanılan meme plakalarının malzeme dayanımlarını belirlemek üzere piyasada yaygın olarak kullanılan meme tipleri, yapay aşındırıcılarla aşındırılarak denemeye alınmış ve aşınma değerleri belirlenmeye çalışılmıştır. Aşındırma işlemi kuvars mineralleri ile yapılmıştır. Denemelerde farklı tipte paslanmaz çelik, plastik ve seramik meme plakaları kullanılmıştır. En fazla aşınmanın paslanmaz çelikte olduğu belirlenmiştir. Ergül ve Dursun (2003), çalışmalarında tarla pülverizatörlerinde üç farklı malzemelerden yapılmış 1.5 mm delik çaplı, yapım malzemesi plastik, paslanmaz çelik ve seramik olan içi boş konik hüzmeli memelerde aşınmanın ilaç dağılım paternine etkisini araştırmışlardır. Aşındırma malzemesi olarak kaolin ve %1'lik bakır oksiklorür karışımı kullanılmıştır. Dağılım paternindeki en büyük farklılık paslanmaz çelik malzemede, en düşük farklılık seramik memede belirlenmiştir. Özellikle ülkemizde yapılan çalışmalarda meme plakalarının aşındırılmasının laboratuvar koşullarında yapay yöntemlerle kontrollü şartlarda gerçekleştirildiği görülmektedir. Bununla birlikte, yurtdışında yürütülmüş, üreticilerden toplanmış kullanımda olan meme plakaları ile denemelerin gerçekleştirildiği, sınırlı sayıda çalışmanın yapıldığı bildirilmektedir. Aşınmış meme plakalarıyla ilaçlama işlemi sürdürülürse, akışkan debisi önemli miktarda artmaktadır. Aşınmış plakalar ile çalışmaya devam edilmesi durumunda damla büyüklüklerinde, debi değerlerinde ve ilaçlanan yüzey üzerindeki ilaç dağılımında sapmalar meydana gelmektedir. Aşınmış memeyi değiştirmeyerek edildiği zannedilen parasal tasarruf, meme debisinin artmasına bağlı fazla pestisit kullanımı, ilaçlanan yüzey üzerinde üniform olmayan ilaç dağılımına neden olmaktadır. Bunun sonucunda ilaçlama etkinliğinin düşmesi ve tekrarlanan ilaçlama nedeniyle daha fazla parasal kayıplar söz konusu olabilmektedir (Yağcıoğlu, 2008).

İlaçlama uygulamalarında, kullanım süresiyle birlikte meme başlıkları ve diğer pülverizatör parçalarındaki aşınmaya ve deformasyon bağlı olarak, ilaç dağılım düzgünlüğü azalmaktadır. Bu nedenle bazı Avrupa ülkelerinde pülverizatörlerin zorunlu denetimi söz konusudur. Örneğin, Norveç'te pülverizatörlerin zorunlu denetimlerinin, tarım makineleri satan firmalar, bölgesel denetleme istasyonları veya Ziraat Fakültelerinin kontrolü altında yapılmakta olduğu belirtilmiştir (Andırın ve Bayat, 2005). Ülkemizde özellikle iklimin uygun olduğu alanlarda yoğun bir şekilde sera yetiştiriciliği yapılması ve sera alanlarında kimyasal ilaçların yoğun bir şekilde kullanılmasına rağmen, seralarda pülverizatör kullanımı ile ilgili sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Yapılan saha çalışmalarında, sera yetiştiriciliğinde aşınmış meme plakalarının zamanında yenileri ile değiştirilmemesinin ihmal edilen konular arasında yer aldığı gözlenmiştir.

Sera yetiştiriciliğinin merkezi Antalya ilinde yürütülen bu çalışmada, geleneksel işletmeler tarafından kullanılmakta olan meme plakalarının delik boyutlarının ölçülmesi, laboratuvar koşullarında debi, hüzmeye açısı ve dağılım düzgünlüğü gibi pülverizasyon özelliklerinin belirlenerek yeni meme plakaları ile karşılaştırılması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

2.1.1. Meme plakaları

Araştırmanın ana materyalini, geleneksel sera işletmeleri tarafından kullanılmakta olan meme plakaları ile yeni meme plakaları oluşturmaktadır. Antalya bölgesinde geleneksel seralarda elektrik motorundan hareketli hidrolik pülverizatörlerin kullanımı yaygındır. Pülverizatörlerde sıvı iletim hortumuna bağlı bir adet püskürtme tabancası ve tabancanın ucunda girdap hücresi ayarlanabilir içi boş konik hüzmeli meme başlığı bulunmaktadır (Çanakcı ve Akıncı, 2004). Araştırmada, meme başlıklarında yaygın olarak kullanılan, paslanmaz çelik malzemeden yapılmış ve 1.5 olarak kodlanan, 1.5 mm (ø) delik çapına sahip meme plakaları kullanılmıştır (Şekil 1).

Denemelerde, referans meme olarak üç adet referans (yeni) ve 60 adet kullanımda olmak toplam 63 adet meme plakası kullanılmıştır. Kullanılmamış 1.5 mm delik çapında olan referans meme plakaları satış yerlerinden temin edilmiştir. Kullanımda olan 1.5 mm kodlu meme plakaları ise sera yetiştiriciliği faaliyetinde bulunan toplam 60 farklı işletmeye ait pülverizatörler üzerinden sökülerek toplanmıştır. Sökülen meme plakaları yerine, üreticinin mağdur olmaması için yeni meme plakaları takılmıştır. Kullanımda olan meme plakaları, Antalya ilinde 8 farklı ilçeye (Aksu, Demre, Elmalı, Kepez, Korkuteli, Kumluca, Manavgat ve Serik) ait toplam 18 mahallede seracılık faaliyetlerinde bulunan geleneksel işletmelerden tesadüfi örnekleme yolu ile seçilmiştir.

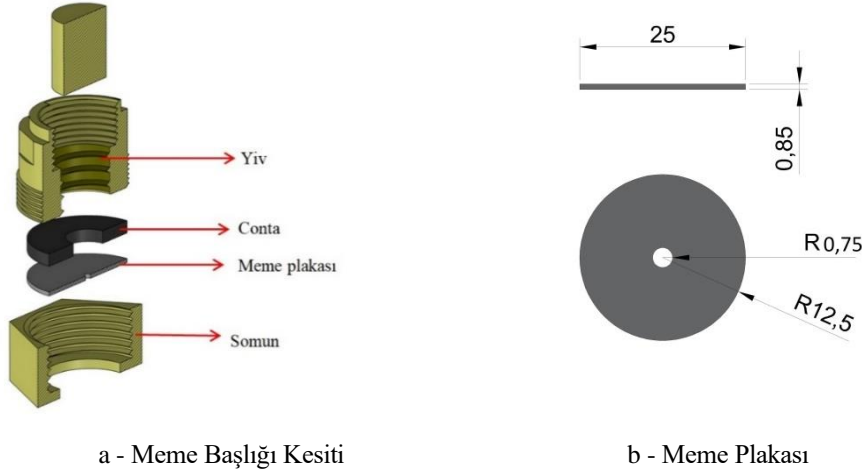


Figure 1. Section of hollow cone nozzle and technical dimensions of nozzle plate

Şekil 1. İçi boş konik hüzmeli meme kesiti ve meme plakası teknik ölçüleri

2.1.2. Paternatör

Araştırma kapsamında, meme başlıklarının debi, dağılım düzgünlükleri ve püskürtme açılarının belirlenmesi için mekanik bir paternatör imal edilmiştir. Genişliği 230 cm, uzunluğu 100 cm olan paternatörde sıvının toplanması için yer alan olukların arası 4.5 cm'dir ve toplam 50 adet oluk yer almaktadır. Paternatör teknik çizimi Şekil 2'de verilmiştir. Paternatör olukları, 1 mm et kalınlığında paslanmaz çelik sac malzemedir yapılmıştır. Paternatörde sıvının püskürtüldüğü oluklar %9 eğimlidir. Denemelerde paternatör üzerine basınçlı sıvı (şebeke suyu), 100 litre depo kapasitesine sahip elektrik motorundan hareketli bir sera pülverizatörü ile püskürtülmüştür. Paternatör üzerinde bulunan kontrol ünitesinde regülatör, basınç takibi için manometre ve sigorta kutusu bulunmaktadır. Denemeler sırasında bir adet hidrolik meme kullanılmıştır.

2.2. Metot

Araştırma kapsamında kullanımda olan memelere ait plaka delik çapları, püskürtme (hüzme) açısı, debi ve püskürtme dağılım düzgünlükleri belirlenmiş ve aynı parametrelerin belirlendiği üç adet yeni meme plakası değerleri ile karşılaştırılmıştır. Denemeler Antalya ilinde kapalı atölye koşullarında yürütülmüştür.

2.2.1. Meme plaka delik çapı ölçülerinin belirlenmesi

Yeni ve aşınmış meme plakalarının delik çaplarının ölçümünde, TRONIC marka XJL-17AT model Ters Troinoküler Metalurji Mikroskobu ve UCMOS03100KPA marka mikroskop kamerası kullanılmıştır. Ölçümler öncesinde 100X lens altında uzunluk kalibrasyonu yapılmasının ardından görüntüleme işlemine başlanmıştır. Her bir plakada püskürtülen ilacın giriş yüzü görüntülenecek konumda mikroskop tablasına yerleştirilerek 100X lens ile plaka deliğinin kısmi bölümleri görüntülenmiştir. Topview mikroskop görüntüleme ve düzenleme programı ile kısmi görüntüler 32-24 FPS ile kaydedilmiş, her bir plaka için yaklaşık 2000 adet görüntü Image Stitching yöntemi ile birleştirilip tümleşik delik görüntüsü elde edilmiştir. Her bir plaka için delik çevresi boyunca 5 farklı noktadan çap ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçüm değerlerinden ortalama delik çap değerleri hesaplanmıştır (Dursun ve ark., 2000). Yapılan değerlendirmelerde, ölçülen 5 farklı çap değeri d_1 , d_2 , d_3 , d_4 ve d_5 olarak adlandırılmıştır. Ortalamalara ait standart sapma ve varyasyon katsayısı değerleri hesaplanmıştır.

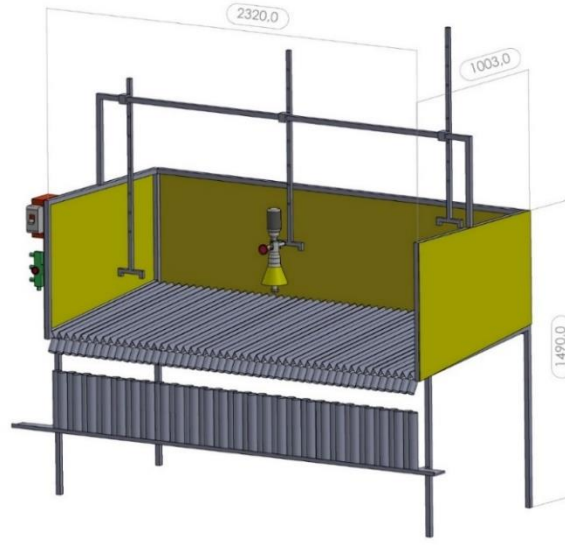


Figure 2. Technical drawing of paternator

Şekil 2. Paternatör teknik çizimi

2.2.2. Püskürtme özelliklerinin belirlenmesi

Üç tekerrürlü yürütülen denemelerde, pratik deneme koşullarında yapılan gözlemler ve literatür değerleri dikkate alınarak püskürtme yüksekliği 50 cm ve püskürtme süresi 60 saniye olarak dikkate alınmıştır (Çelen, 1998; Ergül ve Dursun, 2003). Püskürtme süresi dijital kronometre ile ölçülmüştür. Denemeler sırasında basınç değeri, çalışma koşulları dikkate alınarak 20 bar olarak belirlenmiştir (Çakmak, 2000). Meme başlığının girdap hücresi boyutları ve hüzmeye açısı, püskürtme çubuğunda yer alan ayar mekanizmasının döndürülmesi ile değiştirilebilmektedir. Denemeler sırasındaki girdap hücresi boyutu için ayar mekanizması bir tur (360°) döndürülmüştür. Püskürtme özellikleri kapsamında debi, hüzmeye açısı ve dağılım düzgünlüğüne yönelik değerler elde edilmiştir.

Püskürtme (hüzme) açısının belirlenmesi

Çalışmada, yeni ve aşınmış meme plakaları için hüzmeye açıları ölçülmüş ve hüzmeye açısının orta noktadan düşey doğrultuya göre sağ ve sol taraftaki açıların eşit olup olmadığı belirlenmiştir. Hüzmeye açısının belirlenmesinde dijital fotoğraf makinası kullanılmıştır. Fotoğraf makinası, debi denemeleri sırasında paternatörün karşısına yerleştirilen tripod ayak üzerine sabitlenmiştir. Alınan görüntülerdeki hüzmeye açıları, AutoCad programı yardımıyla ölçülmüştür. Hüzmeye açısının daha kolay ve sağlıklı bir şekilde tespit edilebilmesi için hüzmeyen arkasına mavi renkli bir fon yerleştirilmiştir. Çalışmada ayrıca, hüzmeye açısının sağ ve sol olmak üzere her iki tarafta eşit dağılıma sahip olup olmadığı araştırılmıştır. Bu amaçla fotoğraf makinası bakış yönü ve meme plakası deliği düşey eksenine esas alınarak, hüzmeye açısı sağ ve sol taraf olarak adlandırılmış ve ayrı ayrı ölçümlendirilmiştir.

Debi ölçümü ve püskürtme dağılım düzgünlüğünün belirlenmesi

Debi ve püskürtme dağılım düzgünlüğü, ilaçlama işlemlerinin hedef yüzey üzerinde istenilen miktarda uygulanması ve homojen dağılımı ile ilgili temel göstergelerden birisidir. Çalışma sırasında memeden püskürtülen sıvı, paternatör kanallarından akararak ölçülü kaplara akmaktadır. Üç tekerrürlü yapılan her bir deneme sonrasında ölçülü silindirik kaplarda toplanan sıvının debisi ve dağılım düzgünlüğünün belirlenmesi için akıllı bir telefonla fotoğraf çekilmiştir. Telefon, püskürtme açısında olduğu gibi tripod ayak üzerine yerleştirilmiştir. Her bir denemede kaplarda biriken sıvı miktarının kolay bir şekilde tespit edilmesi için ölçülü kapların içine renkli küçük plastik toplar bırakılmıştır. Fotoğrafları çekilen ölçülü kapların dosyaları bilgisayar ekranında büyütülerek her bir kaptaki sıvı miktarı belirlenmiştir. Toplam 60 saniyede kaplarda biriken sıvı miktarı dikkate alınarak püskürtme sırasındaki debi değerleri (ml dk⁻¹) hesaplanmıştır. Yeni ve aşınmış meme plakaları arasındaki debi artış değerleri yüzde (%) olarak hesaplanmıştır. Standart sapma ve varyasyon katsayısı (CV, %) değerleri belirlenmiştir.

Püskürtme işlemi sırasında yatay düzlemdaki sıvı dağılımının belirlenmesi için her bir kapta biriken sıvı miktarı (ml) değerleri MS Excel yardımıyla paternatör kanalları arası mesafe dikkate alınarak tablanmıştır. Her bir denemede elde edilen dağılım değerlerinin standart sapma ve CV değerleri hesaplanmış ve dağılımların grafikleri çizilerek yeni meme plakası değerleri ile birlikte değerlendirilmeler yapılmıştır.

Çoklu kullanımda enine dağılım düzgünlüğü

Tarla pülverizatörlerinde kullanılan meme başlıkları ile ilgili yapılan bazı çalışmalarda, örtme payı ve püskürtme kolu üzerinde belirli aralıklarla yerleştirilmesi dikkate alınarak, meme başlıklarının hacimsel dağılım düzgünlükleri belirlenmektedir (Çelen 1998, Ergül ve Dursun 2003, Yağcıoğlu 2008). Yapılan çalışmalarda örtme payı ve püskürtme paterni dikkate alınarak memeler arası mesafe hesaplanmakta ya da sabit memeler arası mesafelerde uygun püskürtme yükseklikleri belirlenmektedir.

Sera ilaçlamaları sırasında kullanılan pülverizatörlerde yaygın olarak bir adet püskürtme çubuğu ve çubuğun ucunda bir adet meme başlığı bulunmaktadır. Bu çalışmada, seralarda işgücünden tasarruf ve makina kapasitesinin artırılmasına yönelik çoklu meme başlıklarının kullanım potansiyeli dikkate alınarak çoklu kullanımına yönelik değerlerin de belirlenmesinin yararlı olacağı düşünülmüştür. Bu kapsamda, elde edilen veriler dikkate alınarak, yeni plakalara sahip meme başlıkları için en iyi dağılım düzgünlüğünü sağlayan memeler arası mesafe belirlenmiş ve varyasyon katsayıları hesaplanarak kullanımda olan meme plakalarına yönelik değerlendirmeler yapılmıştır.

Varyasyon katsayısı (CV)

Varyasyon katsayısı değeri, standart sapmanın ortalamadan ayrılışının bir ölçüsünü ifade etmektedir. Bu çalışmada plaka delik çapları, debi ve dağılım düzgünlüğü değerlerine yönelik CV değerleri Eşitlik 1 kullanılarak hesaplanmıştır (Şahin, 2017).

$$CV = \frac{SS}{\bar{x}} \cdot 100 \quad (\text{Eş. 1})$$

Eşitlikte; CV, varyasyon katsayısı (%); SS, standart sapma ve \bar{x} , ortalama'dır.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

3.1. Meme plakaları delik çapı ölçüleri

Araştırma kapsamında ölçümleri yapılan yeni meme plakalarına ait çap ölçüm değerleri *Tablo 1*'de verilmiştir.

Tablo 1. Yeni meme plakalarına ait ölçüler

Table 1. Dimensions of new nozzle plates

Yeni Plaka No	Plaka Delik Çapı (mm)					x	SS	CV (%)
	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	d ₅			
I	1.58	1.57	1.57	1.57	1.56	1.57	0.01	0.5
II	1.59	1.58	1.58	1.55	1.57	1.57	0.02	1.0
III	1.57	1.56	1.57	1.59	1.57	1.57	0.01	0.7

Denemeler kullanılan ve 1.5 kodlu üç adet yeni plakanın ortalama delik çapı değerleri 1.57 mm'dir. Plakalara ait standart sapma (SS) değerleri 0.01-0.02, varyasyon katsayısı (CV) değerleri %0.5-1.0 arasında hesaplanmıştır. Kod değerleri dikkate alındığında, plakaların 1.5 mm olarak bildirilen ortalama çap değerinin %4.67 fazlalıkla 1.57 mm olarak ölçüldüğü görülmektedir. Konu ile ilgili yapılan bazı çalışmalarda da benzer bir durumla karşılaşıldığı bildirilmektedir. Dursun ve ark. (2000), tarafından yürütülen bir çalışmada, üç farklı delik çapından (1 mm, 1.2 mm ve 1.5 mm) ikişer adet olmak üzere toplam altı farklı meme plakası ile çalışılmıştır. Çalışmada, plakalardaki delik çaplarının firma tarafından bildirilen değerlerle farklılık gösterdiği ve delik şekillerinin tam bir dairesellik göstermediği belirtilmiştir. Yapılan ölçümlerde, yeni plakaların delik çapları, bildirilen değerlere göre %-9.6 ile %7.0 arasında farklı değerlerde ölçülmüştür. Çalışmada, imalat aşamasında deliklerin delinmesi sırasında, delik kenarlarında havşaların ve çapakların oluştuğu belirtilmiştir. Benzer bir durumun bu çalışmada kullanılan yeni meme plakalarında da gözlemlendiği söylenebilir (*Şekil 3*). Kullanımda olan meme plakalarına ait çap ölçüm değerleri *Tablo 2*'de verilmiştir.

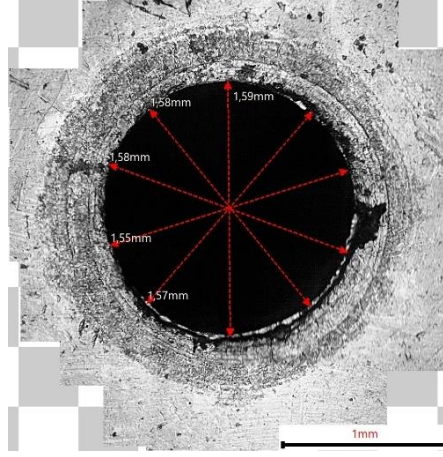


Figure 3. An example for measurement of new nozzle plate hole diameter (Plate no : II)

Şekil 3. Yeni meme plakası delik çapı ölçüm örneği (Plaka no: II)

Tablo 2. Kullanımda olan meme plakalarına ait ölçüler

Table 2. Dimensions of nozzle plate in use

Plaka No	Plaka Delik Çapı (mm)					x	SS	CV (%)	Fark* (%)
	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	d ₅				
1	1.90	1.93	1.86	1.89	1.91	1.90	0.03	1.4	+20.9
2	1.63	1.61	1.60	1.64	1.70	1.64	0.04	2.4	+4.2
3	1.68	1.64	1.59	1.64	1.60	1.63	0.04	2.2	+3.8
4	1.65	1.66	1.62	1.66	1.63	1.64	0.02	1.1	+4.7
5	1.79	1.78	1.72	1.75	1.82	1.77	0.04	2.2	+12.9
6	1.60	1.58	1.57	1.61	1.62	1.60	0.02	1.3	+1.7
7	1.81	1.79	1.81	1.72	1.75	1.78	0.04	2.2	+13.1
8	1.95	1.87	1.76	1.76	1.76	1.82	0.09	4.8	+15.9
9	1.79	1.79	1.77	1.84	1.86	1.81	0.04	2.1	+15.3
10	1.65	1.67	1.66	1.62	1.61	1.64	0.03	1.6	+4.6
11	1.70	1.74	1.76	1.66	1.70	1.71	0.04	2.3	+9.0
12	1.77	1.85	1.86	1.78	1.77	1.81	0.05	2.5	+15.0
13	1.61	1.57	1.58	1.59	1.58	1.59	0.02	1.0	+1.0
14	1.60	1.60	1.62	1.60	1.61	1.61	0.01	0.6	+2.3
15	1.79	1.72	1.71	1.76	1.81	1.76	0.04	2.5	+12.0
16	1.76	1.82	1.77	1.76	1.77	1.78	0.03	1.4	+13.1
17	1.59	1.62	1.58	1.57	1.55	1.58	0.03	1.6	+0.8
18	1.80	1.84	1.79	1.81	1.82	1.81	0.02	1.1	+15.4
19	1.86	1.75	1.82	1.83	1.86	1.82	0.05	2.5	+16.2
20	1.70	1.73	1.75	1.73	1.64	1.71	0.04	2.5	+8.9
21	1.77	1.62	1.66	1.68	1.78	1.70	0.07	4.1	+8.4
22	1.70	1.64	1.69	1.75	1.75	1.71	0.05	2.7	+8.7
23	1.70	1.67	1.72	1.72	1.64	1.69	0.03	2.0	+7.6
24	1.79	1.77	1.78	1.79	1.84	1.79	0.03	1.5	+14.3
25	1.83	1.83	1.83	1.81	1.86	1.83	0.02	1.0	+16.7

Tablo 2 (devam)

Table 2 (continue)

26	1.83	1.95	1.95	1.98	1.94	1.93	0.06	3.0	+22.9
27	2.16	1.83	1.97	2.10	1.97	2.01	0.13	6.4	+27.8
28	1.76	1.71	1.73	1.70	1.77	1.73	0.03	1.8	+10.4
29	1.63	1.60	1.56	1.51	1.64	1.59	0.05	3.4	+1.1
30	1.60	1.59	1.63	1.56	1.57	1.59	0.03	1.7	+1.3
31	1.59	1.63	1.57	1.59	1.60	1.60	0.02	1.4	+1.7
32	1.77	1.68	1.69	1.73	1.76	1.73	0.04	2.3	+9.9
33	1.72	1.77	1.76	1.67	1.67	1.72	0.05	2.8	+9.4
33	1.72	1.77	1.76	1.67	1.67	1.72	0.05	2.8	+9.4
34	1.70	1.76	1.73	1.68	1.69	1.71	0.03	1.9	+9.0
35	1.61	1.62	1.60	1.65	1.63	1.62	0.02	1.2	+3.3
36	1.78	1.77	1.69	1.71	1.78	1.75	0.04	2.5	+11.2
37	1.76	1.74	1.76	1.80	1.85	1.78	0.04	2.5	+13.5
38	1.60	1.69	1.58	1.63	1.63	1.63	0.04	2.6	+3.6
39	1.70	1.72	1.75	1.69	1.68	1.71	0.03	1.6	+8.8
40	1.71	1.70	1.71	1.71	1.78	1.72	0.03	1.9	+9.7
41	1.62	1.65	1.70	1.63	1.62	1.64	0.03	2.0	+4.7
42	1.70	1.72	1.76	1.80	1.74	1.74	0.04	2.2	+11.1
43	1.78	1.68	1.72	1.74	1.80	1.74	0.05	2.7	+11.1
44	1.80	1.84	1.85	1.81	1.82	1.82	0.02	1.1	+16.2
45	1.72	1.85	1.81	1.76	1.68	1.76	0.07	3.9	+12.4
46	1.82	1.82	1.83	1.85	1.86	1.84	0.02	1.0	+16.9
47	2.02	1.96	2.08	2.10	2.00	2.03	0.06	2.8	+29.4
48	1.70	1.73	1.79	1.82	1.73	1.75	0.05	2.8	+11.7
49	1.59	1.61	1.61	1.64	1.56	1.60	0.03	1.8	+2.0
50	1.60	1.61	1.60	1.63	1.58	1.60	0.02	1.1	+2.2
51	1.80	1.89	1.82	1.82	1.84	1.83	0.03	1.9	+16.8
52	1.71	1.73	1.76	1.79	1.81	1.76	0.04	2.3	+12.1
53	1.63	1.64	1.69	1.68	1.67	1.66	0.03	1.6	+5.9
54	1.77	1.72	1.71	1.72	1.78	1.74	0.03	1.9	+10.8
55	1.92	1.88	1.87	1.88	1.90	1.89	0.02	1.1	+20.4
56	1.85	1.82	1.83	1.82	1.87	1.84	0.02	1.2	+17.1
57	1.86	1.89	1.81	1.82	1.85	1.85	0.03	1.7	+17.6
58	1.92	1.90	1.92	1.83	1.78	1.87	0.06	3.3	+19.1
59	1.65	1.69	1.72	1.68	1.68	1.68	0.03	1.5	+7.3
60	1.91	1.93	2.04	2.03	2.11	2.00	0.08	4.1	+27.6
<i>x</i>	1.75	1.74	1.74	1.74	1.75	1.74	0.04	2.16	+11.0
SS	0.12	0.11	0.12	0.12	0.12	0.11	0.02	1.02	7.0
CV (%)	6.7	6.1	6.6	6.9	6.9	6.3	52.4	47.5	63.1

* Kullanımda olan plaka ortalama delik çapı değeri ile yeni plaka çağ değeri (1.57 mm) arasındaki fark.

Kullanımda olan meme plakalarına ait ortalama çap değerleri 1.58-2.03 mm arasındaki sınır değerlerde ortalama delik çapı 1.74 mm olarak hesaplanmıştır. Yeni plakalara göre ortalama çap artış değeri %11.0'dır. En düşük çap değeri 17 No.lu plakada, en yüksek çap değeri 47 No.lu plakada belirlenmiştir (Tablo 2). Belirtilen plakalarda, yeni plakalarda ortalama çap değeri artışları sırasıyla %0.8 ve %29.4 olarak hesaplanmaktadır.

Plaka ortalama delik çaplarına ait standart sapma sınır değerleri 0.01-0.13 olarak belirlenmiştir. Standart sapma değerleri arasında en düşük değer 14 No.lu, en yüksek değer 27 No.lu kullanımda olan plakaya aittir. Belirtilen plakalardaki CV değerleri sırasıyla %0.6 ve %6.4'tür. Tüm plakalar dikkate alındığında standart sapma değeri 0.04 ve CV değeri %2.16 olarak hesaplanmaktadır.

Kullanımda olan meme plakaları delik çapı ölçümlerine ait örnek görüntüler Şekil 4'de verilmiştir. Yeni meme plakaları ile karşılaştırıldığında, kullanımda olan meme plakalarındaki ortalama delik çaplarının büyüdüğü görülmektedir. TS 4280 (1991) ve Çakmak (2000), meme başlığındaki deliğin aşınması sonucu çap büyümesinin kabul edilebilir değerinin %5 olduğunu belirtmişlerdir. Belirtilen sınır değer dikkate alındığında araştırma kapsamında incelenen ve kullanımda olan toplam 60 adet meme plakasının 44 adetinin (%73) sınır değeri aştığı ve değiştirilmesi gerektiği anlaşılmaktadır.

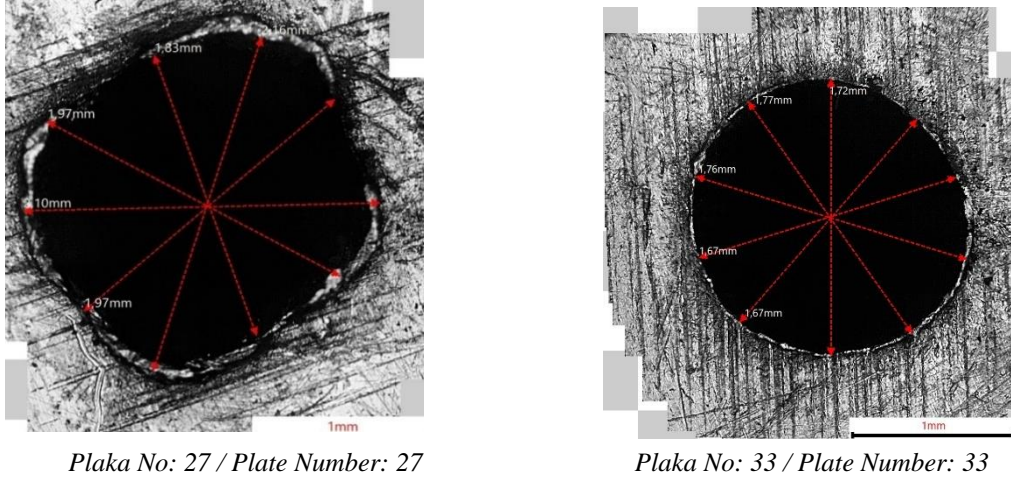


Figure 4. Examples for hole diameter measurement of nozzle plate in use

Şekil 4. Kullanımda olan meme plakası delik çapı ölçüm örnekleri

3.2. Püskürtme açıları, debi değerleri ve püskürtme dağılım düzgünlükleri

Hüzme açısı ve debi değerleri, pülverizasyon sırasında bilinmesi gereken ve pülverizasyon işleminin performansına etkili, meme başlıklarının temel özelliklerinden birisidir. Yeni ve kullanımda olan meme plakalarına ait hüzme açısı ve debi değerleri, sırasıyla *Tablo 3* ve *4*'te verilmiştir.

Table 3. Spray angle and flow rate values of new nozzle plates

Tablo 3. Yeni meme plakalarına ait püskürtme (hüzme) açısı ve debi değerleri

Yeni Plaka No	Hüzme Açısı (°)			Ort. Debi (ml dk ⁻¹)	Standart Sapma	CV (Debi)	CV (Püskürtme Dağılımı)
	Toplam	Sol Taraf	Sağ Taraf				
I	68	34	34	2385	13.1	0.5	57.1
II	70	35	35	2402	5.3	0.2	56.7
III	68	34	34	2409	18.0	0.7	56.9
x	68.7	34.3	34.3	2399	12.1	0.5	56.9
SS	1.2	0.6	0.6	12.5	6.4	0.3	0.2
CV	1.7	1.7	1.7	0.5	52.9	52.7	0.3

Table 4. Spray angle and flow rate values of nozzle plates in use

Tablo 4. Kullanımda olan meme plakalarına ait püskürtme (hüzme) açısı ve debi değerleri

Plaka No	Hüzme Açısı			Ortalama Debi (ml dk ⁻¹)	Standart Sapma	CV (Debi)	Yeni Meme ile Debi Farkı (%)	CV (Püskürtme Dağılımı)
	Toplam	Sol Taraf	Sağ Taraf					
1	69	35	34	2853	12.1	0.42	+ 19.0	51.6
2	65	32	33	2575	12.4	0.48	+ 7.4	61.9
3	63	31	32	2598	3.5	0.13	+ 8.3	56.1
4	74	43	31	2519	7.6	0.30	+ 5.0	82.2
5	69	37	32	2613	7.2	0.28	+ 8.9	69.8
6	67	34	33	2427	6.3	0.26	+ 1.2	58.7
7	69	36	33	2494	3.1	0.12	+ 4.0	58.5
8	69	37	32	2620	3.2	0.12	+ 9.3	54.5
9	74	38	36	2567	8.1	0.31	+ 7.0	59.9
10	61	30	31	2551	7.6	0.30	+ 6.4	60.5
11	65	34	31	2657	4.3	0.16	+ 10.8	64.4
12	64	31	33	2683	12.0	0.45	+ 11.9	59.0
13	66	33	33	2514	8.4	0.33	+ 4.8	51.0
14	68	34	34	2578	6.2	0.24	+ 7.5	57.7
15	67	32	35	2664	5.5	0.21	+ 11.1	54.2
16	71	35	36	2678	5.3	0.20	+ 11.6	50.7
17	72	36	36	2547	4.4	0.17	+ 6.2	62.0
18	72	34	38	2699	5.2	0.19	+ 12.5	61.7
19	70	34	36	2682	6.5	0.24	+ 11.8	58.5
20	62	35	27	2556	6.1	0.24	+ 6.6	60.0
21	72	39	33	2602	5.7	0.22	+ 8.5	55.1
22	66	34	32	2634	4.1	0.16	+ 9.8	58.4
23	71	38	33	2707	7.2	0.27	+ 12.9	54.6
24	67	36	31	2685	4.3	0.16	+ 12.0	52.9
25	64	31	33	2739	4.0	0.15	+ 14.2	56.3
26	67	38	29	2748	2.5	0.09	+ 14.6	57.2
27	67	33	34	2883	4.4	0.15	+ 20.2	57.8
28	64	30	34	2646	3.2	0.12	+ 10.3	49.8
29	70	35	35	2603	5.2	0.20	+ 8.5	55.4
30	67	33	34	2508	8.1	0.32	+ 4.6	49.6
31	68	35	33	2533	10.5	0.41	+ 5.6	59.8
32	57	28	29	2602	6.9	0.27	+ 8.5	55.5
33	67	35	32	2566	7.8	0.30	+ 7.0	49.4
34	74	38	36	2638	7.5	0.28	+ 10.0	52.5
35	67	35	32	2595	6.0	0.23	+ 8.2	56.2
36	74	35	39	2683	5.0	0.19	+ 11.9	59.8
37	66	35	31	2576	7.1	0.28	+ 7.4	49.2
38	74	30	44	2566	3.6	0.14	+ 7.0	58.7
39	68	40	28	2506	7.6	0.30	+ 4.5	62.4
40	68	36	32	2619	8.2	0.31	+ 9.2	54.7
41	66	31	35	2660	8.7	0.33	+ 10.9	52.5

Tablo 4 (devam)

Table 4 (continue)

42	65	34	31	2771	9.1	0.33	+ 15.6	51.8
43	64	32	32	2744	5.3	0.19	+ 14.4	47.9
44	66	34	32	2856	5.7	0.20	+ 19.1	53.2
45	65	34	31	2572	2.4	0.09	+ 7.2	48.5
46	71	37	34	2765	3.9	0.14	+ 15.3	54.1
47	70	36	34	2980	6.5	0.22	+ 24.3	51.5
48	62	30	32	2638	3.1	0.12	+ 10.0	63.1
49	65	31	34	2587	6.4	0.25	+ 7.9	57.1
50	65	30	35	2568	2.8	0.11	+ 7.1	57.8
51	61	29	32	2861	6.5	0.23	+ 19.3	59.6
52	59	32	27	2593	3.0	0.11	+ 8.1	57.7
53	66	32	34	2596	6.2	0.24	+ 8.2	51.8
54	66	34	32	2541	5.5	0.22	+ 5.9	42.4
55	72	35	37	2748	9.2	0.34	+ 14.6	53.9
56	68	34	34	2752	5.1	0.19	+ 14.7	56.8
57	70	31	39	2844	7.5	0.26	+ 18.6	54.3
58	57	29	28	2906	7.2	0.25	+ 21.2	57.8
59	54	27	27	2679	6.0	0.22	+ 11.7	58.9
60	70	34	36	3051	9.3	0.30	+ 27.2	62.7
<i>x</i>	67.0	33.9	33.1	2657	6.2	0.23	+10.8	56.5
SS	4.31	3.06	3.03	187.3	1.7	0.04	7.8	2.6
CV	6.4	9.0	9.2	7.1	26.6	17.56	72.5	4.6

Deneme koşullarında incelenen üç adet yeni meme plakasının ikisine ait hüzmeye açısı 68°, birine ait hüzmeye açısı değeri 70° olarak ölçülmüştür. Pülverize edilen sıvı hüzmelerinin sağ ve sol tarafı dikkate alındığında, hüzmeye açısının her iki tarafa da eşit dağıldığı görülmektedir (Şekil 5). Kullanımda olan plakalara ait hüzmeye açıları incelendiğinde, yeni meme plakalarına göre farklılıklar olduğu görülmektedir. Toplam hüzmeye açıları yanında sağ ve sol taraf açıları eşitsizlikler bulunmaktadır. Araştırmada dikkate alınan deneme koşullarında, toplam hüzmeye açıları için sınır değerler 54°-74°, sağ ve sol taraf açıları için sınır değerler ise sırasıyla 27°-44° ve 27°-43° olarak ölçülmüştür. Sağ ve sol tarafı eşit açıda olmayan plaka sayısı 54 adettir (%90). Şekil 6'da kullanımda olan plakalara ait farklı hüzmeye açılarına ait örnek görüntüler yer almaktadır.

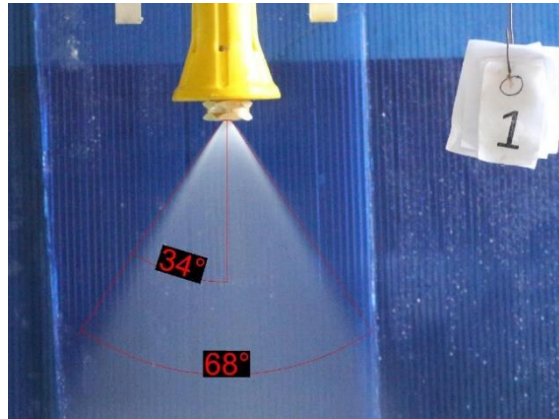


Figure 5. Example of spray angle for new nozzle plate (Plate Number: 1)

Şekil 5. Yeni plaka hüzmeye açısı örneği (Plaka No: 1)

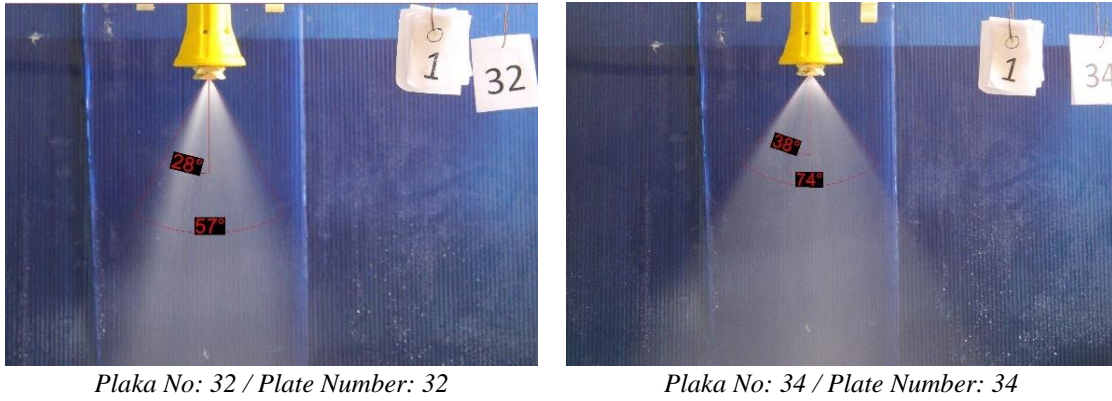


Figure 6. Examples of spray angle for nozzle plate in use

Şekil 6. Kullanımda olan plakalarda hüzmeye açısı örnekleri

Araştırmada incelenen üç adet yeni meme plakasına ait ortalama debi değerleri 2385-2409 ml dk⁻¹ arasında değişmiştir. Standart sapma ve CV değerleri sırasıyla 5.3-18.0 ve %0.2-0.7 değerleri arasında hesaplanmıştır. Yeni plakalara ait ortalama debi, ortalama standart sapma ve CV değerleri sırasıyla 2399 ml dk⁻¹, 12.1 ve %0.5 olarak belirlenmiştir (Tablo 4).

Balcı ve Yağcıoğlu (1994) tarafından yürütülen bir çalışmada, sırt pülverizatörlerinde püskürtme çubuğu ile yapılan uygulamalarda 1.5 mm delik çapı için debi değerleri 1207-1809 ml dk⁻¹ arasında belirlenmiştir. Dursun ve ark. (2000), yürüttükleri bir çalışmada, tarla pülverizatörlerinde kullanılan konik hüzmeli memelerde, 1.5 mm meme plakası delik çapı için debi değerlerini 1119-1405 ml dk⁻¹ arasında ölçmüşlerdir. Şahin (2017), çalışmasında tarla pülverizatörlerinde kullanılan 1.0 mm delik çapına sahip içi boş konik hüzmeli meme başlıklarında debi sınır değerlerini, 660-1100 ml dk⁻¹ aralığında belirlemiştir. Çelen (1998), çalışmasında, tarla pülverizatörleri için debi değerleri 1480-2540 ml dk⁻¹ olan farklı tiplerde yelpaze hüzmeli meme başlıklarını kullanmıştır. Bolat ve Bayat (2019), tarafından yürütülen bir çalışmada tarla pülverizatörlerinde kullanılan 1200 ml dk⁻¹ debi değerine sahip yelpaze hüzmeli memeler kullanılmıştır. Bu çalışmada yeni plakalar ile ölçülen debi değerlerinin önceki çalışmalarda kullanılan konik hüzmeli memeler için belirlenen debi değerlerinden yüksek olduğu görülmektedir. Seralarda kullanılan ve tek püskürtme çubuğu ile çalışan pülverizatörlerdeki çalışma basıncının yüksek (20 bar) olması, tarla pülverizatörlerine göre debi değerini artıran başlıca faktör olduğu söylenebilir. Denemelerde ölçülen ortalama debi değeri, düşük debiye sahip yelpaze hüzmeli memelerden daha yüksektir. Ancak yelpaze hüzmeli memelerde delik şekli ve boyutları değiştirilerek yüksek debilerle tarla ilaçlaması yapılabilmektedir. Çelen (1998), tarafından yürütülen çalışmadaki yüksek debili meme (06 kodlu) meme başlıklarında elde edilen 2360-2540 ml dk⁻¹ sınır değerler, bu çalışmadaki ölçülen değerler ile yakındır.

İçi boş konik hüzmeli memelerde bir meme başlığından püskürtülen sıvı hacmi belirli bir genişlik boyunca dağılım sağlamaktadır. Yeni meme plakaları ile yapılan püskürtme işlemi sonucu, dağılım düzgünlüğüne yönelik belirlenen CV değerleri ortalama %56.9 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3). Belirlenen değer, önceki bazı çalışmalarda tarla pülverizatörlerinde bulunan hidrolik memelerde ölçülen sınır değerler arasında kaldığı görülmektedir. Şahin (2017), tarafından yapılan çalışmada ortalama CV değeri %52.0 olarak belirlenmiştir. Bolat ve Bayat (2019), araştırmalarında elde edilen CV sınır değerlerinin %40.7-65.9 aralığında değiştiğini bildirmişlerdir.

Denemeler sırasında yeni meme plakalarında belirlenen püskürtme dağılımı Şekil 7'de verilmiştir. Bu grafikte eğri üzerinde gösterilen hata çubukları püskürtme paterni boyunca ilgili noktada farklı meme plakalarına ait elde edilen standart sapma değerlerini göstermektedir. Yeni meme plakaları ile çalışmada, hüzmeye genişliği boyunca dağılım dikkate alındığında, püskürtülen sıvının kenarlarda daha az biriktiği görülmektedir. Belirlenen dağılım hidrolik meme başlıkları için beklenen bir dağılımdır. Balcı ve Yağcıoğlu (1994), çalışmalarında dağılım paterni küçük çaplı meme başlıklarında üçgen iken delik çapı büyüdükçe trapez şekline yaklaştığını belirtmektedirler. Bu çalışmada 1.5 mm çaplı ve yüksek debili yeni meme plakaları ile elde edilen püskürtme paterninin trapez şekline yaklaştığı görülmektedir.

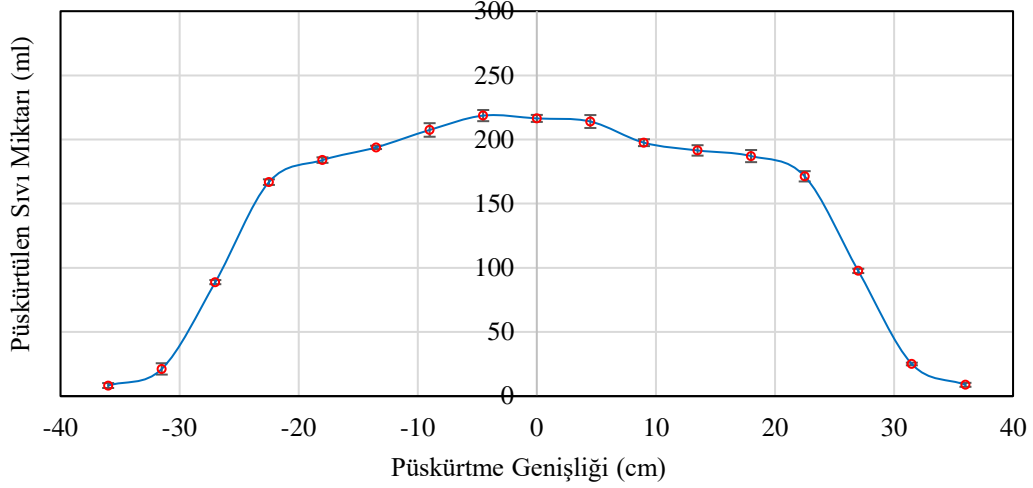


Figure 7. Spray distribution of new nozzle plates

Şekil 7. Yeni meme plakalarının püskürtme dağılımı

Araştırmada incelenen 60 adet kullanımda olan meme plakasına ait ortalama debi değerleri 2427-3051 ml dk⁻¹ arasında değişmiştir. Standart sapma ve CV değerleri sırasıyla 2.4-12.4 ve %0.09-0.48 arasında hesaplanmıştır. Kullanımda olan plakalara ait ortalama debi, ortalama standart sapma ve CV değerleri sırasıyla değeri 2657 ml dk⁻¹, 6.2 ve %2.3 olarak belirlenmiştir (Tablo 4).

Kullanımda olan meme plakalarının yeni meme plakalara göre %1.2-%27.2 arasında daha fazla sıvı püskürttüğü belirlenmiştir. Aşınmaya bağlı olarak meme plakalarında belirli debi artışından sonra dağılım düzgünlüklerinin ve damla çaplarındaki homojenliğin bozulması nedeniyle meme plakalarının değiştirilmesi gereklidir (Çelen, 1998). Bu nedenle meme plakalarının değiştirilmesinde plakadaki debi artış düzeyi belirleyici bir faktördür. Türk Standardı TS 4280 (1991)'e göre memelerin verdikleri, meme plaka delik çapı veya meme başlığı, girdap diski veya yivli gövde ile anma basıncı aynı kalmak şartıyla önceden belirtilen verdi değerinden \pm %5'den fazla sapma göstermemelidir. Bununla birlikte ASAE Standartları ve bazı çalışmalarda, meme plakalarının değiştirilme zamanını gösteren debi artış sınır değerinin %10 olduğu ifade edilmektedir (ASAE, 2001; Çelen 1998, Ergül ve Dursun 2003, Şahin 2017). Araştırma kapsamında denemeye alınan kullanımdaki meme plakaların yeni plakalarda göre ortalama debi artışı %10.8 düzeyindedir. Bu değeri belirtilen sınır değerinin üzerindedir. Denemeye alınan toplam 60 adet meme plakasının 28 adetinde debi artışı %10 ve üzerindedir. Bu değerler kullanımda olan plakaların yaklaşık yarısının (%46.7) değiştirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Kullanımda olan meme plakaları ile yapılan püskürtme işlemi sonucu, yatay dağılım düzgünlüğüne yönelik belirlenen CV değerleri ortalama %56.5 olarak hesaplanmıştır. Varyasyon katsayılarına ait sınır değerler %49.2-82.2 arasında belirlenmiştir. Denemeler sırasında kullanımda olan meme plakalarında belirlenen püskürtme dağılımı Şekil 8'de verilmiştir. Grafik incelendiğinde yeni plakalardaki trapez şeklindeki eğrinin, kullanımdaki plakalarda yarım daire şekline dönüşmeye başladığı söylenebilir.

3.3. Çoklu kullanımda dağılım düzgünlüğü

Denemelerde kullanılan yeni meme plakalarına ait dağılım düzgünlükleri ve paternatör oluğu mesafeleri dikkate alınarak, çoklu kullanımlar için uygun meme başlıkları arasındaki mesafe 54 cm olarak belirlenmiştir. Belirtilen mesafe dikkate alınarak elde edilen dağılım düzgünlüğü Şekil 9'da verilmiştir.

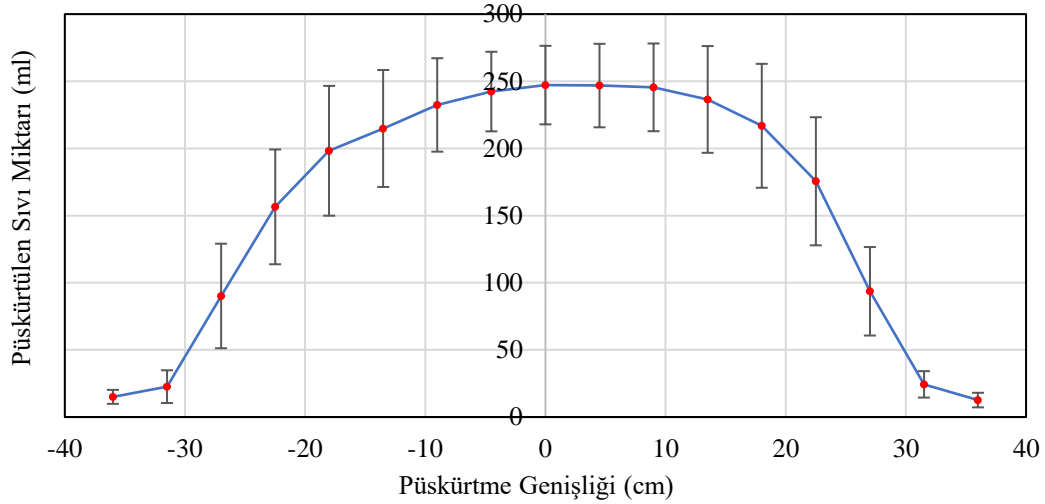


Figure 8. Spray distribution of nozzle plates in use

Şekil 8. Kullanımdaki meme plakalarının püskürtme dağılımı

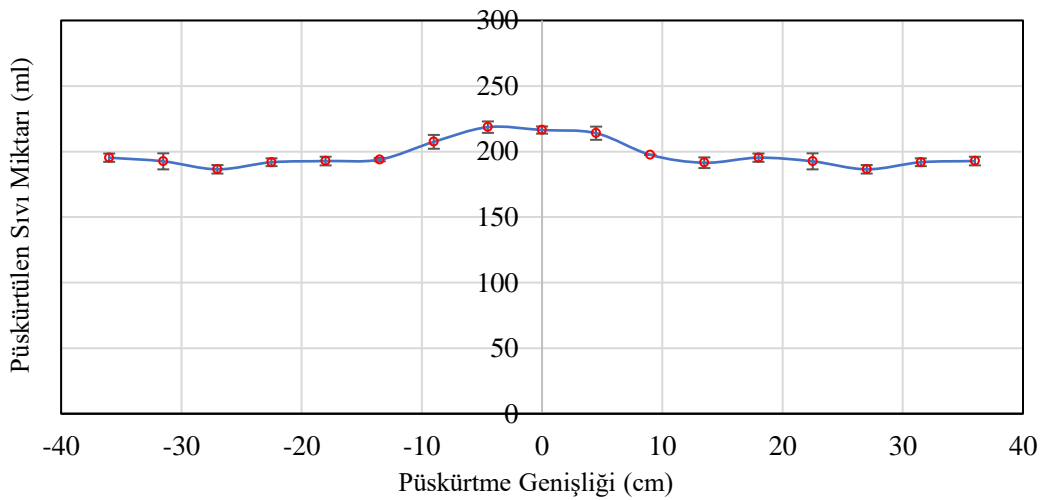


Figure 9. Spray distribution of new nozzle plates in multiple uses

Şekil 9. Çoklu kullanımlarda yeni meme plakalarına ait dağılım düzgünlüğü

Yeni plakaların çoklu kullanımlarında, belirli bir örtme payı ile trapez şeklindeki dağılım daha düze yakın bir dağılım şekline dönüşmektedir (Şekil 9). Tekli kullanımda %56.9 olan *CV* değeri çoklu kullanımda %5.4'e düşmüştür. Varyasyon katsayısının %10 değerinin altında olmasının dağılım düzgünlüğü açısından kabul edilebilir olduğu belirtilmektedir. Bazı çalışmalarda kabul edilebilir dağılım düzgünlüğü için varyasyon katsayısı sınır değeri %15 olarak bildirilmiştir (AFMRSC-PAMI, 1978, Ergül ve Dursun, 2003, Şahin, 2017). Bu değerler dikkate alındığında belirlenen varyasyon değerleri ile yeni plakaların dağılım düzgünlüklerinin çoklu kullanımlar için uygun olduğu görülmektedir.

Çoklu kullanımlar için belirlenen 54 cm'lik mesafe dikkate alınarak kullanımda olan meme plakaları için elde edilen dağılım düzgünlüğü Şekil 10'da verilmiştir.

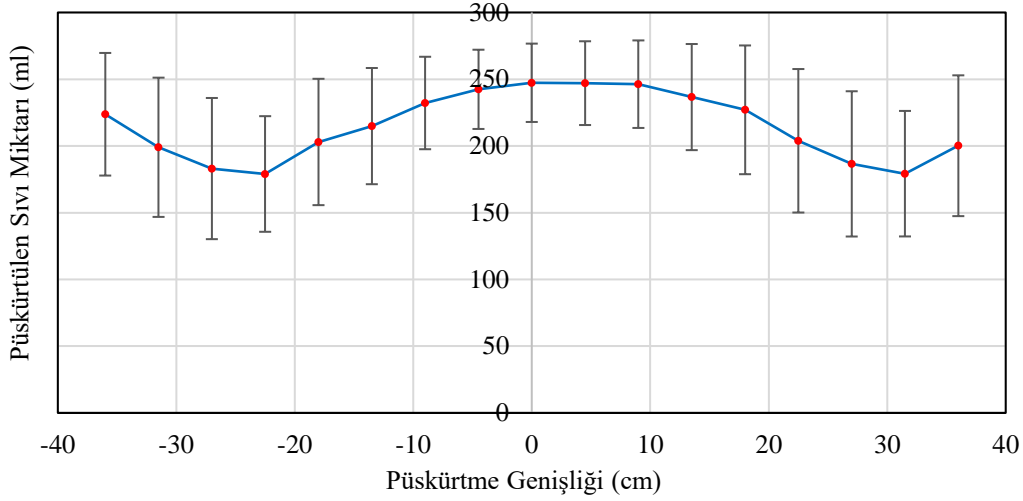


Figure 10. Spray distribution of nozzle plates in use in multiple uses

Şekil 10. Çoklu yerleştirme düzeninde kullanımda olan meme plakalarına ait dağılım düzgünlüğü

Şekil 10'da görüldüğü gibi tekli kullanımlarda yarım daireye benzer dağılımın, kullanımda olan plakaların belirli bir örtme payı ile çoklu kullanımlarında, dalgalı bir dağılım şekline dönüşmektedir. Tekli kullanımda %56.5 olan CV değeri çoklu kullanımda %22.2 değerine düşmektedir. Yeni meme plakalarında %5.4 olan bu değer dikkate alındığında kullanımda olan meme plakalarında daha heterojen bir dağılımın elde edildiği görülmektedir. Kullanımda olan meme plakaları ile çalışmada, dağılım düzgünlüğü için belirtilen %15'lik CV sınır değeri dikkate alındığında, 10 adet (%16.7) plakadaki dağılımın bu değerinin altında bir CV değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu durumda kullanımda olan meme plakalarının %83.3'ünün çoklu kullanımlar için uygun olmadığı söylenebilir. Sınır değer %10 olarak dikkate alınırsa bir adet plaka (3 No.lu plaka) hariç tüm plakaların çoklu kullanımlar için uygun olmadığı görülmektedir.

4. Sonuç

Antalya bölgesinde geleneksel sera işletmelerinin kullanımında olan meme plakalarının pülverizasyon özelliklerinin belirlenmesine yönelik yürütülen çalışmada elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

Kullanımda olan meme plakalarında delik çaplarında boyutsal ve şekilsel olarak değişimler bulunmaktadır. Çalışmada elde edilen delik çapı, debi, hüzmeye açısı, dağılım düzgünlüğünün belirlenmesine yönelik bulgular pülverizatörlerin özellikle periyodik bakımlarının zamanında yapılması kapsamında plakaların değiştirilmesinin gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Zamanında değiştirilmeyen meme plakaları ile yapılan ilaçlama işlemlerinde belirtilen sınır değerlerin dışına çıkıldığı görülmektedir. Örneğin yeni plakalarda 1.57 olan delik çapı kullanımda olan plakalarda ortalama 1.74 mm olarak belirlenmiştir. Delik çaplarındaki aşınmaya bağlı olarak belirtilen %5 büyüme sınır değerine göre kullanımda olan plakaların %73'ünün değiştirilmesi gerekmektedir. Hüzmeye açıları yeni plakalarda 68° ve 70° olarak ölçülmüştür ve sağ ve sol taraf açıları eşittir. Kullanımda olan plakalarda hüzmeye açısı değerleri 54°-74° sınırları arasında belirlenmiş ve plakaların %90'ının sağ ve sol tarafta açıların eşit olmadığı görülmüştür. Yeni meme plakalarında 2399 ml dk⁻¹ olan debi değeri, kullanımda olan meme plakalarında ortalama %10.8'lik artışla 2657 ml dk⁻¹ olarak belirlenmiştir. Meme plakalarının değiştirilme zamanını gösteren debi artış sınır değerinin %10 olduğu dikkate alındığında kullanımda olan plakaların %46.7'sinin değiştirilmesinin gerekli olduğu anlaşılmaktadır.

Yürütülen çalışmanın yoğun kullanıma rağmen üzerinde bilimsel çalışmaların sınırlı düzeyde kaldığı geleneksel seralarda yapılan ilaçlama işlemlerine yönelik olması ve çalışma materyalinin sahadan toplanması nedeniyle elde edilen bulguların sera işletmecileri başta olmak üzere bu konuya yönelik çalışmalar yürüten kamu, üniversite, sivil toplum teşkilatları ile makina ve meme başlığı/plaka üreticileri için dikkate alınması gereken veriler içerdiği düşünülmektedir. Elde edilen sonuçlar dikkate alındığında kullanım süresine bağlı olarak delik boyutlarının ve dağılım düzgünlüklerinin değişimine yönelik kontrollü ortamlarda araştırma çalışmalarının

yapılmasının yararlı olacağı öngörülmektedir. Bununla birlikte meme plakalarında paslanmaz çelik yerine aşınma dayanımı daha yüksek malzemelerin yaygınlaştırılması konusunda çalışmalar yapılabilir.

Kimyasal madde ile çalışılması nedeniyle konu, tarımsal üretim ile birlikte sürdürülebilir bir çevre, gıda güvenliği, iş sağlığı ve güvenliği gibi farklı alanları da ilgilendirmektedir. Bu kapsamda, makinaların kullanımına yönelik eğitim çalışmalarının yanında, bazı gelişmiş ülkelerde olduğu gibi pülverizatörlerin periyodik muayenelerinin yapılmasına yönelik çalışmaların başlamasının gerekli olduğu düşünülmektedir.

Etik Kurul Onayı

Bu çalışma için etik kuruldan izin alınmasına gerek yoktur.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları olarak aramızda herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederiz.

Yazarlık Katkı Beyanı

Planlama: Çanakçı, M., Sivri M., Materyal ve Metot: Çanakçı, M., Sivri M., Veri toplama ve İşleme: Sivri M., Çanakçı, M., İstatistik Analiz: Çanakçı, M., Sivri M., Literatür Tarama: Sivri M., Çanakçı, M., X.; Makale Yazımı, İnceleme ve Düzenleme: Çanakçı, M., Sivri M.

Kaynakça

- AFMRC-PAMI (1978). Evaluation Report. Wilger Model 804S Field Sprayer. Alberta Farm Machinery Research Centre-Prairie Agricultural Machinery Institute, ISSN 0383-3445.
- Andırın, İ. and Bayat, A. (2005). Tarla pülverizatörünün zorunlu denetimine ait bazı temel verilerinin saptanması. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 1(2): 135-141.
- ASAE (2001). Guide for Preparing Field Sprayer Calibration Procedures. ASAE Standarts. American Society of Agricultural Engineers. ASAE EP367.2 JAN01, 25-27.
- Balcı, Y. ve Yağcıoğlu, A. (1994). Sırt Pülverizatörlerinde Kullanılan Bazı Hidrolik Memelerin Volumetrik Dağılım Karakteristikleri. *Tarımsal Mekanizasyon 15. Ulusal Kongresi*, 20-22 Eylül, Antalya, Türkiye.
- Bolat, A. ve Bayat, A. (2019). Tarımsal ilaçlamada kullanılan bazı memelerin farklı püskürtme yüksekliği ve basınç düzeylerinde oluşturduğu püskürtme dağılımının belirlenmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32(3): 373-380.
- Çakmak, B. (2000). Farklı Malzemelerden Yapılan Meme Plakalarının Yapay Aşındırıcı Kullanılarak Aşınma Davranışlarının İncelenmesi. *Tarımsal Mekanizasyon 19. Ulusal Kongresi*, 1-2 Haziran, S.207-121. Erzurum, Türkiye.
- Çanakcı, M. ve Akıncı, İ. (2004). Antalya bölgesi sera sebze yetiştiriciliği işletmelerinde tarımsal altyapı ve mekanizasyon özellikleri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(1): 101-108.
- Çanakcı, M. ve Akıncı, İ. (2009). Antalya ili sera sebze yetiştiriciliğinde uygulanan tarımsal işlemler ve insan işgücü kullanımı. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 5(2): 193-201.
- Çelen, İ. H. (1998). *Yelpaze hüzmeli püskürtme memelerinde aşınmanın pülverizasyon karakteristiklerine etkisi üzerine bir araştırma*. (Doktora Tezi) Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Çilingir, İ. ve Dursun, E. (2010). Bitki Koruma Makinaları (II. Baskı). Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları. Yayın No: 1531. Ders Kitabı: 484. Ankara.
- Dursun, E., Karahan, Y. ve Çilingir, İ. (2000). Türkiye’de üretilen konik hüzmeli bazı meme plakalarında delik çapı ve düzgünlüğünün belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 6(3): 135-140.
- Ergül, İ. ve Dursun, E. (2003). Farklı malzemelerden yapılan konik hüzmeli memelerde aşınmanın ilaç dağılım paternine etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 9(3): 278-283.
- EU (2002). European Commission, EIP-AGRI, Green Deal: Halving pesticide use by 2030. <https://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/news/green-deal-halving-pesticide-use-2030.html> (Erişim tarihi: 10 05 2023).
- Sayın, B., Bayav, A., Beşen, T., Emre, M., Çelikyurt, M. A., Karamürsel, D., Kuzgun, M., Yılmaz, Ş. G. ve Arslan, S. (2021). Biyolojik-biyoteknik mücadele desteklemeleri hakkında üretici görüşlerinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(2): 344-358.
- Sayın, B. ve Bastaban, S. (2009). Hidrolik memelerin ilaç uygulama performansını etkileyen faktörler. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 2(2): 35-41.
- Sivri, M. (2020). *Geleneksel sera sebze işletmelerinde kullanımda olan pülverizatörlerin incelenmesi*. (Yüksek Lisans Semineri) Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı., Antalya.
- Şahin, M. (2017). *Pülverizatör memelerinde püskürtme paterni değişkenlerinin doğrusal hareketli simülasyonda belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi) Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı. Erzurum.
- Temel, U. ve Öztekin, Y. B. (2020). Tokat ilinde kullanılan bitki koruma makinelerinin ürün güvenliği açısından değerlendirilmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(3): 276-284.
- TS 4280 (1991). Türk Standardı-Pülverizatör Memeleri. ICS 35.060.40. Türk Standartları Enstitüsü, 19.11.1991. S 22.
- TÜİK (2023). Türkiye İstatistik Kurumu. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> (Erişim tarihi: 20.05.2023)
- Yağcıoğlu, A. (2008). Bitki Koruma Makinaları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın No: 508. İzmir.
- Zeren, Y. ve Bayat, A. (1995). Tarımsal Savaş Mekanizasyonu. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Genel Yayın No: 108. Ders Kitapları Yayın No: 27. Adana.