

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**KULLANIMDA OLAN SERA PÜLVERİZATÖRLERİNDEKİ MEME
PLAKALARININ PÜSKÜRTME ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Mehmet SİVRİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARIM MAKİNALARI VE TEKNOLOJİLERİ MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS

MAYIS 2023

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**KULLANIMDA OLAN SERA PÜLVERİZATÖRLERİNDEKİ MEME
PLAKALARININ PÜSKÜRTME ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Mehmet SİVRİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARIM MAKİNALARI VE TEKNOLOJİLERİ MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS

MAYIS 2023

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KULLANIMDA OLAN SERA PÜLVERİZATÖRLERİNDEKİ MEME
PLAKALARININ PÜSKÜRTME ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Mehmet SİVRİ

TARIM MAKİNALARI VE TEKNOLOJİLERİ MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS

MAYIS 2023

Evrak Tarih ve Sayısı: 24.05.2023-332

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KULLANIMDA OLAN SERA PÜLVERİZATÖRLERİNDEKİ MEME
PLAKALARININ PÜSKÜRTME ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Mehmet SİVRİ
TARIM MAKİNALARI VE TEKNOLOJİLERİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS

Bu tez 23/05/2023 tarihinde jüri tarafından Oybirliği/Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Murad ÇANAKCI (Danışman)

Prof. Dr. Davut KARAYEL

Prof. Dr. Bahadır SAYINCI (Bilecik Şeyh Edebali Üniv. Fen Bil. Enst. Biyosistem Müh. A.B.D.)

ÖZET

KULLANIMDA OLAN SERA PÜLVERİZATÖRLERİNDEKİ MEME PLAKALARININ PÜSKÜRTME ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Mehmet SİVRİ

Yüksek Lisans, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği
Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Murad ÇANAKCI

Mayıs 2023; 39 sayfa

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 makinalar 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, makinaların 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 araştırmada, geleneksel sera işletmelerinde kullanımda olan sera pülverizatörlerinde bulunan mevcut 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 (referans) değerleri ile karşılaştırılmıştır. Araştırma bulgularına göre kullanımda olan meme plakalarının delik çapı ve debi değerleri, yeni meme plakalarına göre her iki değişkende de ortalama %10.8 oranında artış göstermiştir. Meme plakalarının değiştirilme zamanı gösteren önemli bir sınır değer olan %10 değeri dikkate alındığında kullanımda olan meme plakalarının %46.7'sinin değiştirilmesinin gerekli olduğu anlaşılmaktadır.

ANAHTAR KELİMELER: Sera ilaçlaması, pestisit uygulamaları, pülverizasyon, hidrolik pülverizatör, paternatör, meme plakası

JÜRİ: Prof. Dr. Murad ÇANAKCI

Prof. Dr. Davut KARAYEL

Prof. Dr. Bahadır SAYINCI

ABSTRACT

DETERMINATION OF SPRAYING PROPERTIES OF NOZZLE PLATES IN GREENHOUSE SPRAYERS IN USE

Mehmet SİVRİ

MSc Thesis in Agricultural Machinery and Technologies Engineering

Supervisor : Prof. Dr. Murad ÇANAKCI

May 2023; 39 pages

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 (reference) values. According to the research findings, the hole diameter and flow rate values of the nozzle plates in use increased by an average of 10.8% in both variables compared to the new nozzle plates. Considering the 10% value, which is an important limit value indicating the replacement time of the nozzle plates, it is understood that 46.7% of the nozzle plates in use need to be replaced.

KEYWORDS: Greenhouse spraying, pesticide applications, pulverization, hydraulic sprayer, paternator, nozzle plate

COMMITTEE: Prof. Dr. Murad ÇANAKCI

Prof. Dr. Davut KARAYEL

Prof. Dr. Bahadır SAYINCI

ÖNSÖZ

Lisans bitirme çalışmamı, 2019 yılında “Yayla Seracılığı İşletmelerinde Tarımsal Yapı ve Mekanizasyon Özelliklerinin Belirlenmesi” başlıklı bir araştırma ile tamamlamıştım. Yüksek lisans seminerim için 2020 yılında “Geleneksel Sera İşletmelerinde Kullanımda olan Sera Pülverizatörlerinin İncelenmesi” konulu bir çalışma yapmıştım. Çalışmalar sırasında yoğun ilaçlama işlemlerinin yer aldığı sera işletmelerinde kullanımda olan pülverizatörlerin birçoğunun bakımlarının yapılmadığı, ancak bozulması sonucu zorunluluk durumunda tamir ve bakım için servislere götürüldüğü tespit edilmiştir. Dikkat çekici olaylardan diğeri ise ilaçlama çubuklarında bulunan meme plakalarının uzun yıllar yüksek basınç veya farklı nedenlerle kullanımdan kaynaklı deforme olması ve düz plakanın şekil değiştirerek iç bükey disk şeklini almasıdır. Bu nedenle kimyasal kullanımını konusunda farkındalığın arttığı günümüzde kullanımda olan pülverizatörler ile ilgili çalışmaların daha fazla yapılmasının gerekli olduğu düşünülmüştür.

Bu çalışmaları yapmamda her zaman yanımda olan, katkılarını en iyi şekilde sunan fikirleriyle her zaman ışık olan danışmanım Prof. Dr. Murad ÇANAKCI'ya, paternatör parçaları için Erk Metal ve Teknikeller Endüstriyel Mutfak firmalarına, emeğini, vaktini ve tecrübelerini paylaştığı için Aksan Tarım Makinaları sahibi Ramazan AKALIN'a, yardımlarını esirgemeyen Dr. Hasan YILMAZ'a, Bölüm Öğretim Üyesi Doç. Dr. H. Kürşat ÇELİK'e ve bölüm hocalarıma ve bölüm personeline, çalışmalarım sırasında her türlü desteklerini esirgemeyen aileme çok teşekkür ederim.

Mehmet SİVRİ

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
AKADEMİK BEYAN	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	6
3. MATERYAL ve METOT	10
3.1. Materyal	10
3.1.1. Meme plakaları	10
3.1.2. Paternatör	13
3.2. Yöntem.....	15
3.2.1. Meme plaka delik çapı ölçülerinin belirlenmesi.....	15
3.2.2. Püskürtme özelliklerinin belirlenmesi	15
3.2.3. Varyasyon katsayısı (CV)	18
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	19
4.1. Meme Plakası Delik Çapı Ölçüleri	19
4.2. Püskürtme Özellikleri.....	23
4.2.1. Püskürtme (hüzme) açısı	23
4.2.2. Debi değerleri ve püskürtme dağılım düzgünlükleri.....	26
4.2.2.1. Yeni meme plakaları.....	26
4.2.2.2. Kullanımda olan meme plakaları.....	28
4.2.2.3. Çoklu Kullanımda Dağılım Düzgünlüğü.....	31
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	35
6. KAYNAKLAR	37
ÖZGEÇMİŞ	40

AKADEMİK BEYAN

Yösek Lisans Tezi olarak sunduğum "Kullanımda Olan Sera Pülvemizatorlerindeki Meme Plakalarının Püskürtme Özelliklerinin Belirlenmesi" adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

23/05/2023

Mehmet SIVRI



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

m	: metre
cm	: santimetre
mm	: milimetre
ha	: hektar
da	: dekar
L	: litre
ml	: mililitre
dk	: dakika
s	: saniye
°	: derece

Kısaltmalar

CV	: varyasyon katsayısı (%)
SS	: standart sapma
x	: ortalama

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Hidrolik (Tarla) Pülverizatör Ana Parçaları	2
Şekil 1.2. İçi Boş Konik Hüzmeli Meme, Parçaları Ve Oluşan Hüzme Şekli	3
Şekil 1.3. Paslanmaz Çelikten Yapılan Meme Plakalarının Aşınma Davranışının Şematik Gelişimi	4
Şekil 1.4. Püskürtme Çubuğu.....	5
Şekil 3.1. 1.5 Mm Delik Çaplı Meme Plaka Ölçüleri	10
Şekil 3.2. İçi Boş Konik Hüzmeli Meme Başlığı Kesiti	10
Şekil 3.3. Yeni (A) Ve Kullanımda Olan Meme Plakaları (B)	11
Şekil 3.4. Paternatör Teknik Çizimi	13
Şekil 3.5. Paternatör	13
Şekil 3.6. Elektrik Motorundan Hareketli Pülverizatör	14
Şekil 3.7. Paternatör Kontrol Ünitesi	14
Şekil 3.8. Plaka Delik Çaplarının Ölçümünde Kullanılan Mikroskop Ve Delik Çaplarının Ekran Görüntüsü.....	15
Şekil 3.9. Meme Başlığına Takılan Manometre.....	16
Şekil 3.10. Digital Fotoğraf Makinası Ve Hüzme Açısının Ölçümü	16
Şekil 3.11. Ölçülü Silindirik Kaplar.....	17
Şekil 4.1. Yeni Meme Plakası Delik Çapı Ölçüm Örneği	19
Şekil 4.2. Kullanımda Olan Meme Plakası Delik Çapı Ölçüm Örnekleri	22
Şekil 4.3. Yeni Plaka Hüzme Açısı Örneği.....	23
Şekil 4.4. Kullanımda Olan Plakalarda Hüzme Açısı Örnekleri.....	26
Şekil 4.5. Yeni Meme Plakalarının Püskürtme Dağılımı.....	28
Şekil 4.6. Kullanımda Meme Plakalarının Püskürtme Dağılımı.....	30
Şekil 4.7. Çoklu Kullanımlarda Yeni Meme Plakalarına Ait Dağılım	31
Şekil 4.8. Çoklu Kullanımlarda Yeni Meme Plakalarına Ait Dağılım Düzgünlüğü.....	31
Şekil 4.9. Çoklu Kullanımlarda Kullanımda Olan Meme Plakalarına Ait Dağılım.....	32
Şekil 4.10. Çoklu Kullanımlarda Kullanımda Olan Meme Plakalarına Ait Dağılım Düzgünlüğü	33

ÇİZELGELER DİZİNİ

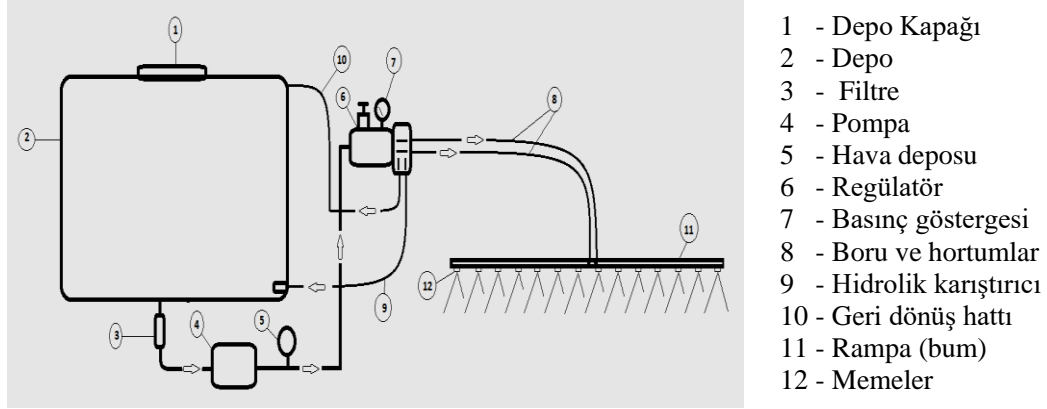
Çizelge 3.1. İşletmelerden Toplanan Kullanımda Olan Plakalarının İlçelere Göre Dağılımı	11
Çizelge 4.1. Yeni Meme Plakalarına Ait Ölçüler	19
Çizelge 4.2. Kullanımda Olan Meme Plakalarına Ait Ölçüler	20
Çizelge 4.3. Yeni Meme Plakalarına Ait Püskürtme (Hüzme) Açılar	23
Çizelge 4.4. Kullanımda Olan Meme Plakalarına Ait Püskürtme (Hüzme) Açıları	24
Çizelge 4.5. Yeni Meme Plakalarına Ait Debi Değerleri Ve Püskürtme Dağılım Düzgünlüğü.....	26
Çizelge 4.6. Kullanımda Olan Meme Plakalarına Ait Debi Değerleri Ve Püskürtme Dağılım Düzgünlüğü.....	28
Çizelge 4.7. Çoklu Kullanımlarda Yeni Meme Plakalarına Ait Dağılımların Varyasyon Katsayıları	32
Çizelge 4.8. Çoklu Kullanımlarda Kullanımda Olan Yeni Meme Plakalarına Ait Dağılımların Varyasyon Katsayıları	33

1. GİRİŞ

Tarımsal üretimde, birim alandan daha kaliteli ve daha verimli bir ürün yetiştirmek için kullanılan teknolojilerden birisi de bitki koruma uygulamalarıdır. Bu uygulamalar ile hastalık, zararlı ve yabancı otların olumsuz etkilerine karşı kültür bitkileri ekonomik olarak korunmaya çalışılmaktadır. Bu amaçla fiziksel, kültürel, biyolojik, biyoteknik, karantina ve kimyasal mücadele gibi birçok yöntem uygulanmaktadır. Hastalık, zararlı ve yabancı otlarla mücadele edilmediğinde üretim kayıplarının yaklaşık %35 olduğu ifade edilmektedir (Çilingir ve Dursun 2010). Dünya nüfusunun hızla artışı ve beslenme alışkanlıkları gibi faktörlerin yön verdiği günümüz modern tarımında bitki koruma uygulamalarının önemi artmaktadır. Etkilerini kısa sürede göstermesi ve uygulama kolaylığı gibi nedenlerle kimyasal yöntem en yaygın kullanılan yöntemdir (Zeren ve Bayat, 1995; Yağcıoğlu, 2008). Kimyasal yöntemler ile farklı formlardaki tarım ilaçları (pestisitler), amaca uygun olarak hedef yüzeylere (yaprak, gövde, toprak, kapalı alan, açık sahalar vb.) uygulanmaktadır. Amacına uygun bir biçimde kullanılmadığında ilaçların kimyasal etkisinin; gıda güvenliği, iş sağlığı ve güvenliği ve çevre sağlığına olumsuz etkileri bulunmaktadır ve günümüzde tarımsal alanlarda 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). Bu nedenle kimyasal yöntemlerde kullanılan bitki koruma ürünlerinin ve makinalarının doğru seçimi ve uygulanmasının önemi büyüktür.

Katı sıvı ve gaz formunda kullanılan kimyasal ilaçlar içerisinde en yaygın kullanılan grup sıvı ilaçlardır. Sıvı ilaçlar ya da bazı toz formdaki katı ilaçlar belirli miktar sıvı (su) ile karıştırılarak bir karışım elde edilmektedir. Sıvı-ilaç 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 69.120'dir (TÜİK, 2022).

Pülverizatörler; taşınma şekilleri, güç kaynağı, damlanın oluşma şekli ve hedefe iletilmesinde uygulanan yöntemler gibi farklı özelliklerine göre sınıflandırılmaktadır. Öncelikli olarak damla oluşum şekline göre tanımlanması, makinaların pülverizasyon özellikleri açısından daha kolay anlaşılmasını sağlayacaktır. Bu özellikleri ile pülverizatörler; hidrolik (mekanik), pnömatik, yardımcı hava akımlı hidrolik, santrifüj etkili, ısı enerjisi pülverizatörler gibi farklı gruplara ayrılmaktadırlar. Pülverizatörler içerisinde en yaygın kullanılan tip ise hidrolik pülverizatörlerdir. Şekil 1.1'de görüldüğü gibi hidrolik pülverizatörlerin ana parçaları depo, pompa, hava deposu, regülatör, basınç göstergesi, geri dönüş hattı, karıştırıcı, sıvı iletim boruları ve hortumlar, püskürtme kolu/püskürtme çubukları, filtreler ve memelerdir (Zeren ve Bayat, 1995; Yağcıoğlu, 2008; Çilingir ve Dursun, 2010).



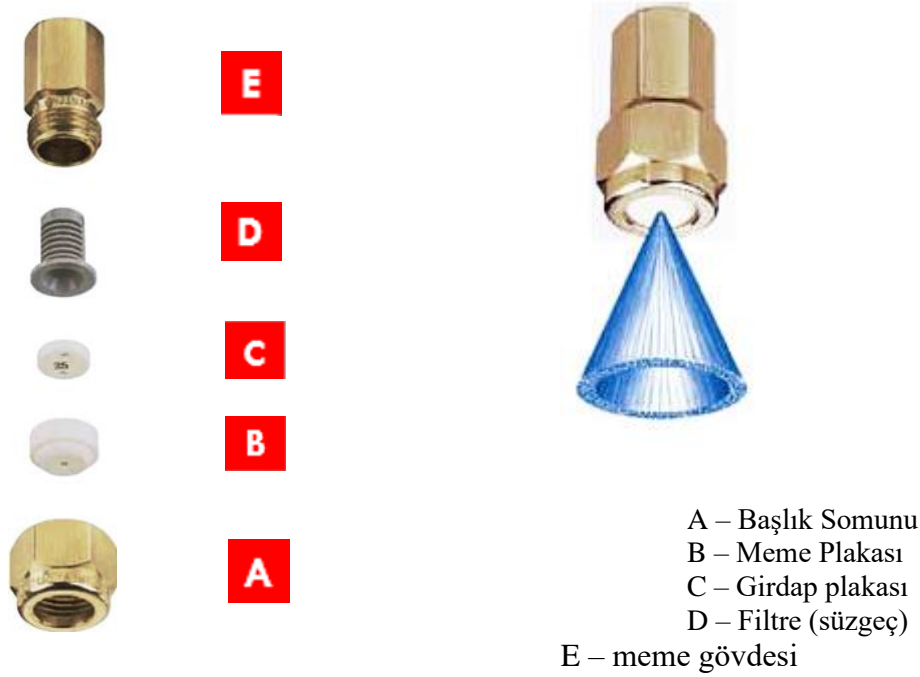
Şekil 1.1. Hidrolik (tarla) pülverizatör ana parçaları (Çanakcı, 2022)

Tüm pülverizatörlerde sistemin en sonunda bulunan ve ilacın dış ortama huzme şeklinde çıkmasını sağlayan organa meme ya da meme başlığı (nozül) adı verilir. Pülverizatörün diğer organları oldukça ileri teknoloji ile üretilseler bile ilaçlamada başarı, önemli ölçüde sıvı ilaç karışımının son çıkış noktası olan memelere bağlıdır (Yağcıoğlu, 2008).

Hidrolik basınç enerjisiyle çalışan bu tip memelerin gövde tasarımları standart olduklarından günümüzde kullanılan ilaç uygulama ekipmanlarına uyumludurlar. Ucuz ve kolay bulunabilir olmaları ve bakım masraflarının olmaması nedeniyle kullanım alanları yaygındır (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 (Çanakcı ve Akıncı, 2009).

Hidrolik memelerde, basınç yardımıyla yeterli kinetik enerji kazandırılan sıvı, küçük bir delikten geçmeye zorlanır. Delikten dış ortama çıkan sıvı, başlangıçta ince bir sıvı tabakasından oluşan hüzmeye şeklindedir. Belirli bir açıya sahip bu hüzmeye, meme deliğinden uzaklaştıkça yayılır, incelir ve parçalanarak damlaları oluşturur. Hidrolik memeler oluşan hüzmeye şekline göre konik ve yelpaze hüzmeli memeler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Günümüzde içi boş konik hüzmeli ve yarıklı tip yelpaze hüzmeli memeler yaygın olarak kullanılmaktadır. Şekil 1.2’de içi boş konik hüzmeli memeye ait parçalar ve hüzmeye şekli yer almaktadır.

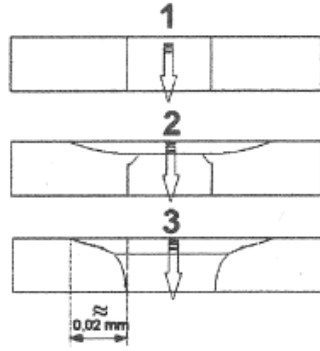
İçi boş konik hüzmeli memelerde, meme gövdesine basınçlı olarak gelen sıvıya, delikten çıkmadan önce, bir girdap hareketi kazandırılır. Sıvıya bu hareketin yaptırılabilmesi için basınçlı sıvı huzmesi, meme plakasının ortasındaki girdap hücre sine teğetsel olarak gönderilerek delik eksenine göre açılmal bir hız kazanması sağlanır. Dönme hareketine bağlı olarak hücrenin içinde belirli noktaların statik basıncı atmosfer basıncının altına iner. Meydana gelen vakumun etkisiyle meme deliğinden içeri hava girer. Bunun sonucunda sıvı, meme deliğinden dışarı içi boş bir boru çıkan sıvı huzmesi, dönme hareketine devam ettiğinden, delikten uzaklaştıkça tepe noktası meme deliği olan bir koni şeklini alır. Meme deliğinden başlayarak konik bir huni şeklinde genişleyen sıvı huzmesinin film kalınlığı giderek incelir ve sonunda parçalanarak küçük damlalar şeklinde yayılır. Meydana gelen püskürtme konisinin içi boş olup damlalar çevrede toplanmışlardır (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. İçi boş konik hüzmeli meme, parçaları ve oluşan hüzme şekli (Aipsaperu, 2022)

İçi boş konik hüzmeli memeler, böcek ve hastalık kontrolü için pestisitlerin bitki örtüsü yapraklarının arasına etkili bir şekilde girmesinin (penetrasyon) önemli olduğu; ilaç damlarının hedef dışına sürüklenmesinin ise olumsuz bir etki yaratmadığı düşünülen durumlarda kullanılır. Bu nedenle, içi boş koni şeklinde püskürtme yapan memeler, yaprakları bol bitkilerin, zararlı ve hastalıklara karşı ilaçlanmasından başka, kontak etkili herbisit uygulamaları için de uygundur.

Meydana gelen damlalar, büyüklük açısından birbirinden çok farklı bir dağılım gösterebilir. Bir ilaçlama uygulaması sırasında; pestisitlerin uygulama alanına dağılım tekdüzeliği, pestisitlerin hedefi kaplama durumu, hedefe ulaşamayıp değişik doğrultularda sürüklenen pestisit miktarı gibi faktörler memelerin özellikleriyle yakından ilgilidir. Bu nedenle meme, pülverizatörün küçük, görel olarak ucuz, ancak en önemli parçalarından biridir (Yağcıoğlu, 2008). Basıncılı sıvı meme deliğinden geçtikten sonra, iyi bir pülverizasyon uygulaması sıvının fiziksel özellikleri, basınç, dış ortam koşulları ile birlikte meme özellikleri ile yakından ilgilidir. Bu nedenle hidrolik memelerin gövde ve başlıkları pestisitlerde 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, paslanmaz çelik, seramik ve özel plastik malzemelerden yapılır. Aşınmalar, memelerin pülverizasyon karakteristiklerini etkilemekte ve buna bağlı olarak püskürtülen ilacın biyolojik etkinliği değişmektedir. Meme plakasının 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. Şekil 1.3'te meme plakalarının aşınma davranışının şematik gelişimi yer almaktadır (Çakmak, 2000). Aşınmış ve hasarlı diyebileceğimiz ölçüde aşırı aşınmış meme plakalarıyla ilaçlama işlemi sürdürülürse, memeden akan sıvı debisinde önemli artış meydana gelir.



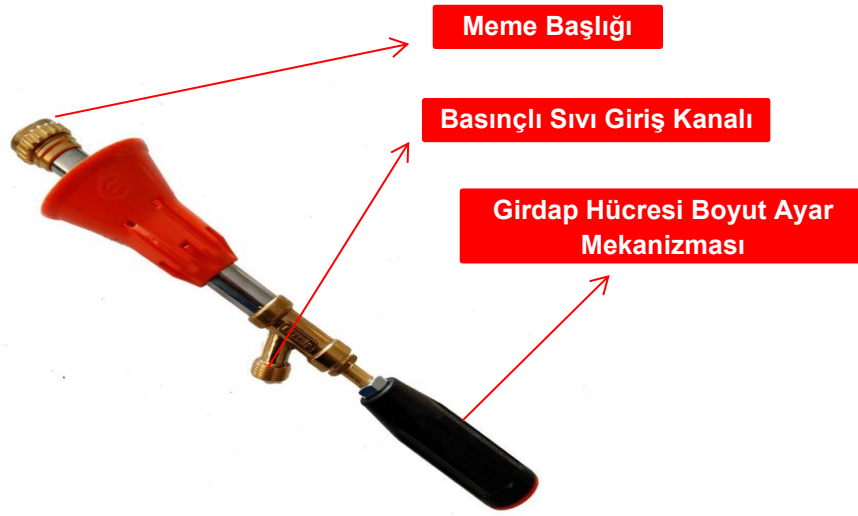
- 1 – Yeni meme plakası
- 2 – Aşındırıcı tarafından dövülerek deliğe doğru itilmiş üst katman
- 3 – Aşındırıcının aşınmış katmanı kopararak deliğin büyümesi

Şekil 1.3. Paslanmaz çelikten yapılan meme plakalarının aşınma davranışının şematik gelişimi (Çakmak, 2000)

Aşınmış delikli meme plakaları kullanılırsa, gerek damla büyüklüklerinde ve gerekse ilaçlanan yüzey üzerindeki ilaç dağılımında büyük sapmalar meydana gelir. Aşınmış memeyi değiştirmeyerek edildiği zannedilen parasal tasarruf aslında, meme debisinin artmasına bağlı fazla pestisit kullanımı, ilaçlanan yüzey üzerinde, hüzmeye örtme paylarıyla dahi giderilemeyen kötü ilaç dağılımına bağlı ilaçlama etkinliğinin düşmesi ve ilaçlamanın tekrarlanmasının gerekmesi nedenleriyle daha fazla parasal kayıplara neden olmaktadır (Yağcıoğlu, 2008).

Hidrolik pülverizatörlerin yaygın kullanıldığı alanlardan birisi de sera yetiştiriciliğidir. Ülkemizde toplam sera alanları son yıllardaki artışlar ile birlikte 53.092 ha (TÜİK, 2022) düzeyine ulaşmıştır. Toplam sera alanlarının %53.4'ünün bulunduğu Antalya ili, ülkemizde seracılığın merkezi konumundadır. Sera yetiştiriciliğinde diğer üretim kollarına göre daha yoğun bir şekilde kimyasal ilaç uygulamaları söz konusudur. Seralarda elektrik motorundan hareketli hidrolik pülverizatörler kullanılmaktadır ve pülverizatörlerde püskürtme çubuğunun ucunda bir adet içi boş konik hüzmeli meme başlığı yer almaktadır (Şekil 1.4). 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 bir çalışma sonuçları ile örtüşmektedir.

Uygun pülverizatörlerin kullanımı, makinaların bakım ve ayarlarının uygun zamanlarda yapılması pestisit uygulamalarında ürün kalitesi, insan ve çevre sağlığı açısından önemlidir. Sera pülverizatörlerinde periyodik bakımlar sırasında belirli kullanım süresi sonrasında değiştirilmesi gereken parçalardan birisi de meme plakalarıdır. Aşınarak, delik şekil ve ölçüleri deforme olmuş plakaların yenileri ile değiştirilmesi gereklidir. İstenilen düzeyden fazla veya az uygulanan pestisit, dağılımı iyi olmayan bir pülverizasyon ilaçlama başarısını olumsuz etkileyecek, ürün kaybına neden olacak ve sağlıklı bir uygulama yapılamayacaktır. Avrupa ülkelerinde olduğu gibi Türkiye’de pülverizatörlerin periyodik muayene yapılması pülverizasyonun başarısını arttıracaktır. Andırın ve Bayat (2005) tarafından Norveç’de pülverizatörlerin zorunlu denetimlerinin, tarım makineleri satan firmalar, bölgesel denetleme istasyonları veya Ziraat Fakültelerinin kontrolü altında yapılmakta olduğu belirtilmiştir.



Şekil 1.4. Püskürtme çubuğu

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; Ergül ve Dursun, 2002; Çakmak, 2000). 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 (Ergül ve Dursun, 2002).

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 yapılan çalışma sayısının sınırlıdır. Yapılan saha çalışmalarında, sera yetiştiriciliğinde aşınmış meme plakalarının zamanında yenileri ile değiştirilmemesinin ihmal edilen konular arasında yer aldığı belirlenmiştir.

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

2. KAYNAK TARAMASI

Hidrolik pülverizatörler; tarla, meyve, sebze ve sera gibi farklı yetiştiricilik alanlarında yaygın bir şekilde kullanılmaktadırlar. Bu nedenle ülkemizde pülverizatörler ile ilgili farklı konularda çalışmalar yürütülmektedir. Yürütülen çalışmaların bir bölümü meme başlıkları ile ilgilidir.

Balcı ve Yağcıoğlu (1994), sırt pülverizatörlerinde kullanılan memelerin debileri ve dağılım düzgünlüklerini belirlemişlerdir. Araştırmada Manisa İli, Turgutlu İlçesinde 8 farklı firma tarafından üretilen ve çapları 0.5, 1.0, 1.5 ve 2.0 mm arasında değişen ve tesadüfi örnekleme yöntemiyle seçilen toplam 51 adet meme kullanılmıştır. Denemelerde işletme basıncı 5 bar, meme püskürtme yüksekliği 50 cm ve püskürtme süresi bir dakika olarak dikkate alınmıştır. Araştırma bulgularına göre memelerin yapısal özellikleri debi ve dağılım değerlerini önemli etkilemektedir. Dağılım paternleri incelendiğinde küçük çaplı memelerde üçgen olan dağılım paterni şeklinin, delik çap büyüdükçe trapez şeklini almaya başladığı belirlenmiştir.

Dursun ve ark. (2000), Türkiye’de üretilen konik hüzmeli bazı meme plakalarındaki delik çapı ve düzgünlüklerini belirlemişlerdir. Meme plakasının ilaç dağılım düzgünlüğü, verdi, damla büyüklüğü ve dağılımını etkileyen en önemli parça olduğu belirtilmiştir. Çalışmada ülkemizde dört farklı imalatçı tarafından üretilen hidrolik meme plakalarında delik çapları ve delik kenar düzgünlükleri belirlenmiş, debi ve hacimsel sıvı dağılım ölçümleri yapılmıştır. Araştırmada beş farklı noktadan çap değerleri ölçülen plaka deliklerinin düzgün olmadığı ve tam bir dairesellik göstermediği tespit edilmiştir. Aynı grup plakaların delik çaplarında farklılıklar belirlenmiştir. Çap farklılıklarını ifade eden *CV* (Varyasyon Katsayısı) değerleri, meme plakası gruplarına bağlı olarak %0.992 ile %5.286 arasında değişmiştir. İmalatçı firmalar tarafından bildirilen plaka delik çapları ile ölçülen ortalama delik çapları arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Bazı plakaların ölçülen ortalama delik çapları firmaların bildirdikleri çap değerlerinden daha küçük, bazıları daha büyüktür. Meme plakası delikleri yeterli düzgünlükte olmayıp, delik kenarlarında çapak ve havşalar bulunmaktadır. İncelenen meme plakalarının kullanılmasıyla ölçülen meme verdileri de belirli sınırlar arasında değişmiştir. Verdi değerlerine ilişkin *CV*’ler plaka grupları ve basınca bağlı olarak %1.1 ile %3.8 arasında değişmektedir. Hacimsel dağılımlara ilişkin %*CV* değerleri her plaka grubundaki plakalar arasında önemli farklılıklar göstermiştir. %*CV* değerlerindeki bu farklılıklar aynı gruptaki plakalar için en az %5.2 ve en fazla %20 olarak belirlenmiştir.

Bolat ve ark. (2003)’nın Van ilinde yaptıkları bir anket çalışmasında mevcut pülverizatörlerde en fazla kullanılan meme tipinin %50’lik oran ile konik akışlı memeler, %27’lik oran ile yelpaze hüzmeli memeler ve %13’lük oranla düz akışlı memeler olduğu belirtilmiştir.

Sayınacı ve Bastaban (2011) yürütmüş oldukları bir çalışmada, standart yelpaze hüzmeli, konik hüzmeli, hava emişli ve çift akışlı hidrolik memelerin (işletme basıncı 4 bar), döner diskli memenin (işletme basıncı 1.5 bar, disk devri 4500 dk⁻¹) ve yardımcı hava akımlı püskürtme başlığının (işletme basıncı 1.5 bar, fan devri 3500 dk⁻¹, hava hızı 20-25 m s⁻¹) damla taşınma etkinlikleri karşılaştırılmıştır.

Serim ve Özdemir (2012)’in çalışmalarında, herbisit uygulamalarında kullanılan

pülverizatör memelerinin damla büyük dağılımlarını belirlemişlerdir. Ülkemizde yabancı ot mücadelesinde kullanılan 5'i yelpaze, 15'i içi boş konik huzmeli meme olmak üzere, toplam 20 farklı meme başlığının damla büyüklük dağılımları laboratuvar şartlarında incelenmiştir. Çalışma sonunda herbisit uygulamalarında sürüklenmenin azaltılmasında yardımcı olunması için içi boş konik huzmeli memeler yerine yelpaze huzmeli memelerin kullanılması önerilmiştir.

Urkan ve ark (2012), pratikte bağ ilaçlamasında yaygın olarak kullanılan içi boş konik huzmeli meme ile sürüklenmeyi azaltıcı meme sınıfında bulunan hava emişli memeyi kontrollü koşullarda karşılaştırmışlardır. Çalışmalar koruk dönemini temsil eden yapay asma bitkisi ile kapalı alanda gerçekleştirilmiştir. Denemeler içi boş konik huzmeli meme ve hava emişli yelpaze huzmeli memeler ile, 3 farklı uygulama normunda (60, 90, 115 L da⁻¹) ve hava debisinde (32000, 45000, 55000 m³ h⁻¹) 4'er tekerrürlü olarak yapılmıştır.

Çelen (2016), çalışmasında iki farklı meme tipini (Teejet 1010 derece AIXR, standart yelpaze huzmeli XR püskürtme memesi) karşılaştırmıştır. Çalışmada statik dağılım için paternatör ve dinamik dağılım için düz bir alanda hazırlanan düzenekten yararlanılmıştır.

Şahin (2017) tarafından, pülverizatör memelerinin püskürtme paterni özelliklerini belirlemek için deneysel ve istatistiksel bir model koymak amacıyla yürütülen çalışmada, pülverizatör memelerinde püskürtme paterni testlerini gerçekleştirmek için geliştirilen hız kontrollü doğrusal hareketli bir simülatör kullanılmış ve yapılan testler paternatör bulgularıyla karşılaştırılmıştır. Püskürtme paterni testlerinde 20 adet içi boş konik huzmeli meme plakası kullanılmıştır. Püskürtme uygulamaları 4 bar sabit işletme basıncı ve 80 cm sabit püskürtme yüksekliğinde yapıldığı belirtilmiştir.

Sayınacı ve ark. (2019), konik huzmeli meme plakalarında orifis çapı, girdap plaketi ve püskürtme basıncı değişkenlerinin damla kinematikini tanımlayan pülverizasyon karakteristiğine olan etkisini belirlemişlerdir.

Bolat ve ark. (2019), kışlık nohut yetiştiriciliğinde yabancı otlara karşı çıkış öncesi ve çıkış sonrasında uygulanan yöntemlerin başarısı karşılaştırılmıştır. Çalışmada standart yelpaze huzmeli meme, çıkış öncesi meme, saptırmalı meme ve hava emişli meme ve ikiz huzmeli hava emişli memeler kullanılmıştır. Denemelerde 200 L ha⁻¹ ve 400 L ha⁻¹ olmak üzere iki farklı uygulama hacmi dikkate alınmıştır. Araştırma sonuçlarına göre en başarılı yüksek değerleri 400 L ha⁻¹ uygulama hacminde hava emişli memede elde edilmiştir.

Bolat ve Bayat (2019), çalışmalarında standart yelpaze huzmeli, hava emişli yelpaze huzmeli ve hava emişli ikiz huzmeli memelerin 40 cm ve 50 cm olmak üzere iki farklı püskürtme yüksekliğinde ve 3, 4 ve 5 bar olmak üzere üç farklı çalışma basıncında laboratuvar koşullarında her bir memenin sağladığı püskürtme dağılımlarını belirlemişlerdir. Her bir meme için oluşan CV (varyasyon katsayısı) değerleri paternatör üzerinde oluşan püskürtme dağılımları dikkate alınarak hesaplanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, en düşük varyasyon katsayıları %40 cm püskürtme yüksekliğinde ve 5 bar çalışma basıncında standart yelpaze huzmeli meme başlığında ve %52.6 ile hava emişli ikiz huzmeli meme başlığında tespit edilmiştir.

Meme başlıkları ile ilgili yürütülen çalışmaların bir bölümünde, meme plakalarındaki aşınmanın pülverizasyon özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır.

Çelen (1998), yelpaze hüzmeli hidrolik memelere aşınmanın pülverizasyon karakteristiklerine etkisini araştırmıştır. Çalışmada tarla pülverizatörlerinde kullanılan yeni ve aşınmış yelpaze hüzmeli memelerin pülverizasyon karakteristikleri incelenmiştir. Toplam yedi farklı meme üzerinde yapılan denemelerde aşındırma materyali olarak kaolin kullanılmıştır. Yeni memelerin debi, püskürtme dağılımı ve damla büyüklüğü dağılımı karakteristikleri belirlenmiştir. Aynı memelere, debi artışı %10 değerine ulaşıncaya 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. Memelerin imal edildikleri malzeme özellikleri dikkate alındığında en dayanıklı malzeme kametal malzeme olarak belirlenmiştir. Kametal malzemeyi plastik ve pirinç malzeme izlemiştir. Denemelerde memelerin aşınmaya bağlı olarak %10'luk debi artışından sonra püskürtme dağılımlarında bozulmaların olduğu görülmüştür. Yelpaze hüzmeli memelerin faydalı ömürleri, pirinç, plastik ve kametal malzeme özelliklerine göre sırasıyla, 120, 305 ve 730 saat olarak hesaplanmıştır. Yapılan denemelerde, memelerin aşınmadan önceki ve aşınmadan sonra belirlenen homojenlik katsayısı değerleri 1.4 den küçüktür. Bu değer %10'luk debi değişiminin damla çaplarının homojenliğini bozmadığını göstermektedir. Debideki artış, %10 değerini aştığında damla çaplarındaki homojenlik bozulmaya başlamıştır. Çalışma sonunda çelik ve seramik memeden imal edilmiş malzemelerin kullanımı önerilmiştir.

Çakmak (2000), araştırmasında meme plakalarında kullanılan malzemelerin pülverizasyon karakteristiklerinin farklı olduğunu belirtmiştir. Hidrolik pülverizatör ve atomizörlerde kullanılan 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. Aşındırıcı olarak kuvars mineralleri kullanılmıştır. Denemelerde farklı tipte paslanmaz çelik, plastik ve seramik meme plakaları kullanılmıştır. En fazla aşınmanın paslanmaz çelikte olduğu belirlenmiştir. TS 4280 dikkate alınarak deneme koşullarında plastik ve seramik meme plakalarının aşınmaya karşı dirençli oldukları belirlenmiştir. Denemelerde memenin deneme düzeni üzerindeki takılma yerinin meme plakasının aşınması üzerinde etkili olmadığı görülmüştür.

Ergül ve Dursun (2002) yapmış oldukları bir çalışmada, tarla pülverizatörlerinde üç farklı malzemelerden yapılmış 1.5 mm delik çaplı, plastik meme, paslanmaz çelik meme, seramik memelerden oluşan içi boş konik hüzmeli memelerin aşınmanın ilaç dağılım paternine etkisini bir deney düzeneği oluşturarak incelemişlerdir. Deneme materyali olan meme plakaları yapay ve doğal yollarla aşındırılarak her bir grubundan 3'er adet örnek alınmış ve denemeler 3'er tekerrür olarak yapılmıştır. Aşındırma malzemesi olarak kaolin ve %1'lik bakır oksiklorür karışımı kullanılmıştır. Araştırma bulguları yeni ve aşınmış memelerdeki ilaç dağılımlarının CV değerleri, yeni memelere göre daha yüksek bulunmuştur. Dağılım paternindeki en büyük farklılık paslanmaz çelik malzemede, en düşük farklılık seramik memede belirlenmiştir.

Sayıncı ve Bastaban (2009) ülkemizde kullanımı yaygın olan içi boş konik hüzmeli memelerin, disk şeklinde olduğu, girdap plakası ile birlikte kullanıldığını ve bu

tip memelerin tarla ve bahçelerde yetiştirilen ürünlerin ilaçlamasında yüzey kaplamayı arttırmak için tasarlandığı bildirilmiştir. Meme performansının en önemli göstergesi, hacimsel dağılım düzgünlüğüdür. Ancak çalışma koşulları dağılım düzgünlüğünü bozabilmektedir. Hidrolik memelerin dağılım düzgünlüğünün sürekliliğini etkileyen faktörlerde birisi de meme malzemeleri ve meme malzemelerinde meydana gelen aşınmalardır. Hidrolik memeler farklı malzemelerden üretilmektedir. Seramik memeler diğerlerine göre pahalı olmalarına karşın aşınma dayanımları yüksektir. Aynı çalışma koşullarında polimer, paslanmaz çelik, sertleştirilmiş paslanmaz çelik ve seramik malzemeden üretilen memelerin aşınma dayanımlarının pirinç malzemeye göre sırasıyla 2, 4, 8 ve 20 kat daha fazla olduğu bildirilmiştir. Aşınma sonucu delik (orifis) şekli ve ölçüsü bozulan memenin debisi artarak hacimsel dağılım düzgünlüğünün azalmasına neden olmaktadır. Araştırmacılar metal olmayan memelerde hacimsel dağılım düzgünlüğüne ait varyasyon katsayısının daha düşük olduğu belirtmişlerdir. Yapılan bir çalışmada, metal olmayan memelerde hacimsel dağılım düzgünlüğüne ait varyasyon katsayısının değeri daha düşük olarak belirlenmiştir. Geniş spektruma sahip XR11004 nominal ölçülü yelpaze hüzmeli memede varyasyon katsayısı küçükten büyüğe doğru sırasıyla %9.6 (seramik), %10 (polimer), %11.6 (sertleştirilmiş paslanmaz çelik), %11.9 (paslanmaz çelik) ve %11.9 (pirinç) olarak bildirilmiştir.

Yapılan araştırmalar dikkate alındığında kullanımda olan pülverizatörler ile ilgili çalışma sayısının sınırlı düzeyde kaldığı anlaşılmaktadır. Andırın ve Bayat (2005), tarla pülverizatörlerinin zorunlu denetimine ait bazı temel verileri belirlemişlerdir. Çalışmada, Adana ve çevresinde kullanımda olan pülverizatörlerin temel parçaları incelenmiş ve zorunlu denetime tutulmaları halinde mevcut durum tespit edilmeye çalışılmıştır. Saha çalışmalarında diğer parçaları ile birlikte meme başlıklarının dağılım düzgünlüğü incelenmiştir. Elde edilen veriler dikkate alındığında, zorunlu denetim için yapılan testlere göre pülverizatörlerin önemli bir bölümünün kullanım dışı kalacağı veya tamir edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Çalışmada da belirtildiği gibi periyodik bakımların zamanında yapılmaması, tamir işlemlerinin zamanından gerçekleştirilmemesi ve ülkemizde denetimin olmaması nedeniyle sahada kullanımda olan pülverizatörlerde önemli eksiklikler bulunmaktadır. Bu eksiklikler pülverizasyon kalitesiyle birlikte insan ve çevre sağlığını olumsuz yönde etkileyecek potansiyele sahiptirler. Bu nedenle kullanımda olan pülverizatörler ile ilgili araştırmaların yürütülmesinin sorunların somut olarak tespit edilmesi ve alınacak önlemlerle ilgili verilerin sağlanması yönünden yarar sağlayacağı beklenmektedir.

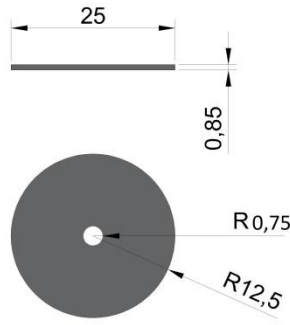
Yapılan bölgesel saha çalışmalarında Andırın ve Bayat (2005) tarafından elde edilen bulgulara benzer şekilde seralarda kullanımda olan bahçe tipi pülverizatörlerde de önemli eksiklikler gözlenmiştir. Geleneksel seralarda kullanılan pülverizatörler çoğunlukla elektrik motorundan hareketli, 200 litre depo kapasitesine sahiptir ve ilaçlama püskürtme çubuğu ile yapılmaktadır. Çubuğun ucuna takılı meme başlıkları ile ilgili bakım ve meme plakası değişimlerinin yaygın olarak zamanında yapılmadığı gözlenmiştir (Sivri 2020). Uygun meme başlığı ile birlikte uygun meme plakası (orifis) kullanımı, pülverizasyonun başarısı ile birlikte gıda güvenliği açısından da önemlidir.

3. MATERİYAL ve METOT

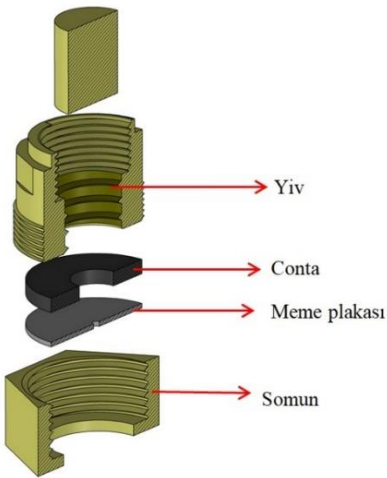
3.1. Materyal

3.1.1. Meme plakaları

Araştırmanın ana materyalini, geleneksel sera üreticileri tarafında kullanımda olan meme plakaları ile yeni meme plakaları oluşturmaktadır. Antalya bölgesinde geleneksel sera işletmelerinde ilaçlama işlemlerinde yaygın olarak elektrik motorundan hareketli, 200 litre depo kapasitesine sahip hidrolik pülverizatörler kullanılmaktadır. Pülverizatörlerde sıvı iletim hortumuna bağlı bir adet püskürtme tabancası bulunmaktadır ve tabancanın ucunda girdap hücresi ayarlanabilir içi boş konik hüzmeli meme başlığı bulunmaktadır (Çanakcı ve Akıncı, 2004; Sivri, 2000). Araştırmada, meme başlıklarında yaygın olarak kullanılan, paslanmaz çelik malzemeden yapılmış ve 1.5 olarak kodlanan, 1.5 mm (\emptyset) delik çapına sahip meme plakaları kullanılmıştır (Şekil 3.1) ve kullanılan meme başlığı kesiti Şekil 3.2’de verilmiştir.



Şekil 3.1. 1.5 mm delik çaplı meme plaka ölçüleri

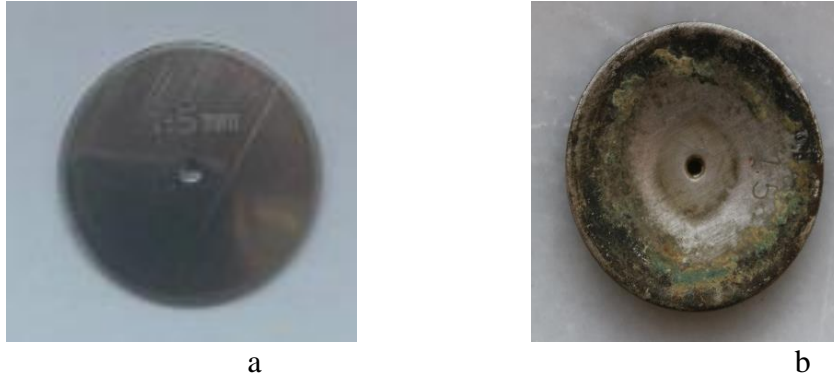


Şekil 3.2. İçi boş konik hüzmeli meme başlığı kesiti

Denemelerde, üç adet referans (yeni) ve 60 adet kullanımda olmak toplam 63 adet

meme plakası kullanılmıştır. Kullanımda olan meme plakaları Antalya ilinde 8 farklı ilçeye ait toplam 18 mahallede seracılık faaliyetlerinde bulunan geleneksel işletmelerden tesadüfi örnekleme yolu ile seçilmiştir. Üreticilerdeki kullanımda olan meme plakaları yenisi ile değiştirilerek toplanmıştır. Yeni ve kullanımda olan meme plakası örnekleri Şekil 3.3’de verilmiştir.

Kullanımda olan plakaların seçildiği işletmelerin yer aldığı mahalle ve ilçe ile plakaların kullanıldığı sera alanı ve kullanım süresi ile ilgili bilgiler Çizelge 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.3. Yeni (a) ve kullanımda olan meme plakaları (b)

Çizelge 3.1. İşletmelerden toplanan kullanımda olan plakalarının ilçelere göre dağılımı

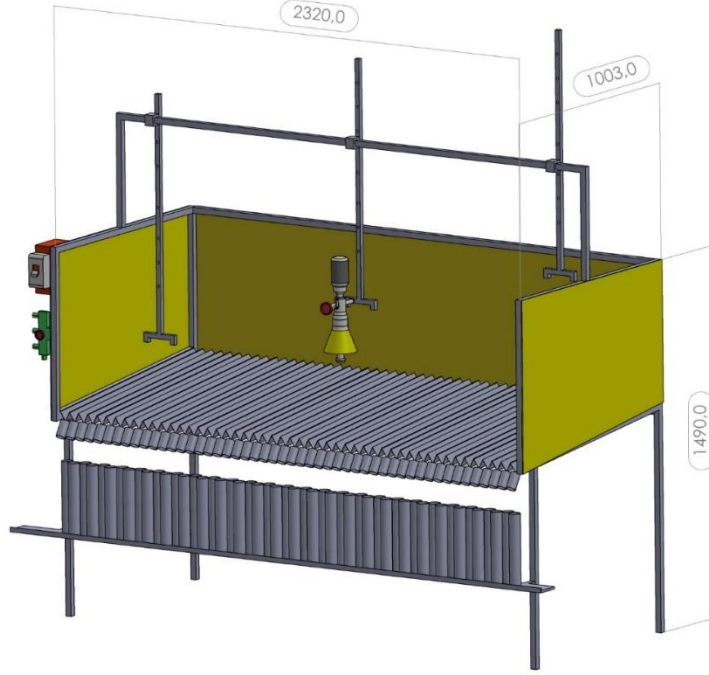
Plaka No	İlçe	Mahalle	Alan (da)	Kullanım Süresi (yıl)
1	Aksu	Topallı	4	5
2	Aksu	Topallı	3	3
3	Aksu	Topallı	8	6
4	Aksu	Topallı	4	4
5	Aksu	Topallı	5	8
6	Aksu	Topallı	2.5	3
7	Aksu	Kurşunlu	3	5
8	Aksu	Kurşunlu	1.5	12
9	Aksu	Kurşunlu	3	4
10	Aksu	Kurşunlu	7	5
11	Aksu	İhsaniye	5	2
12	Aksu	İhsaniye	3.5	6
13	Elmalı	Gölova	2	3
14	Elmalı	Gölova	3	4
15	Elmalı	Gökpınar	3	7
16	Elmalı	Bayralar	3.5	5
17	Elmalı	Yuva	3.5	1
18	Elmalı	Çukurelma	5	5

Çizelge 3.1 (devam)

19	Elmalı	Çukurelma	2	3
20	Elmalı	Eskihisar	6	3
21	Elmalı	Eskihisar	4	5
22	Kepez	Gaziler	5	2
23	Kepez	Gaziler	2	3
24	Kepez	Gaziler	3	4
25	Korkuteli	Küçükköy	3	4
26	Korkuteli	Küçükköy	4	7
27	Korkuteli	Büyükköy	4	11
28	Kumluca	Merkez	10	5
29	Kumluca	Merkez	12	3
30	Kumluca	Merkez	10	2
31	Kumluca	Merkez	4.5	5
32	Kumluca	Merkez	6	3
33	Kumluca	Merkez	5	2
34	Kumluca	Merkez	6	5
35	Kumluca	Merkez	6	1
36	Kumluca	Merkez	6	8
37	Kumluca	Merkez	8	5
38	Kumluca	Merkez	7	2
39	Kumluca	Merkez	5	9
40	Kumluca	Merkez	12	2
41	Kumluca	Merkez	10	3
42	Kumluca	Merkez	14	5
43	Manavgat	Gündoğdu	5	3
44	Manavgat	Gündoğdu	5	8
45	Manavgat	Gündoğdu	3	3
46	Manavgat	Gündoğdu	3.5	4
47	Manavgat	Çakış	2.5	9
48	Manavgat	Çakış	4	5
49	Demre	Beymelek	6	2
50	Demre	Beymelek	7	4
51	Demre	Beymelek	5	4
52	Serik	Yukarıkocayatak	3	5
53	Serik	Yukarıkocayatak	3	3
54	Serik	Yukarıkocayatak	4	4
55	Serik	Abdurrahmanlar	6	7
56	Serik	Abdurrahmanlar	3	5
57	Serik	Abdurrahmanlar	5	3
58	Serik	Çandır	8	6
59	Serik	Çandır	5	4
60	Serik	Çandır	7	8

3.1.2. Paternatör

Araştırma kapsamında, meme başlıklarının debi, dağılım düzgünlükleri ve püskürtme açılarının belirlenmesi için mekanik bir paternatör imal edilmiştir. Paternatörün genişliği 230 cm, uzunluğu 100 cm'dir. Paternatörde sıvının toplanması için yer alan olukların arası 4.5 cm'dir ve toplam 50 adet oluk yer almaktadır. Paternatör teknik çizimi Şekil 3.4'te, görüntüsü Şekil 3.5'te verilmiştir.



Şekil 3.4. Paternatör teknik çizimi

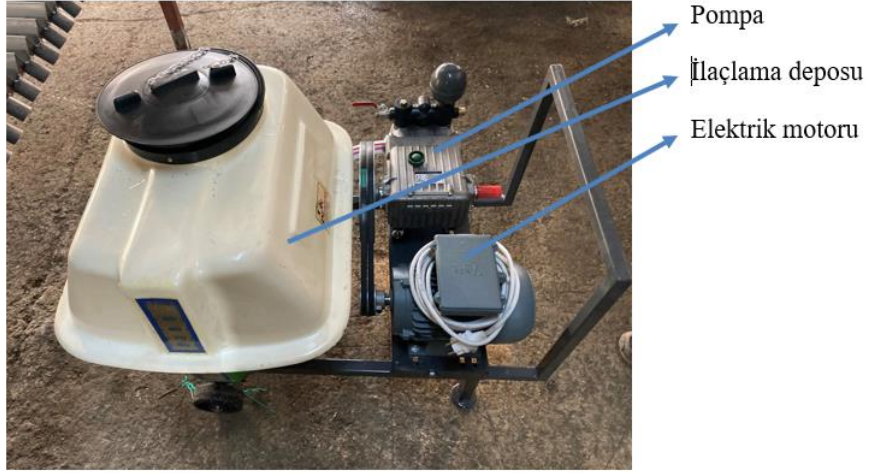


Şekil 3.5. Paternatör

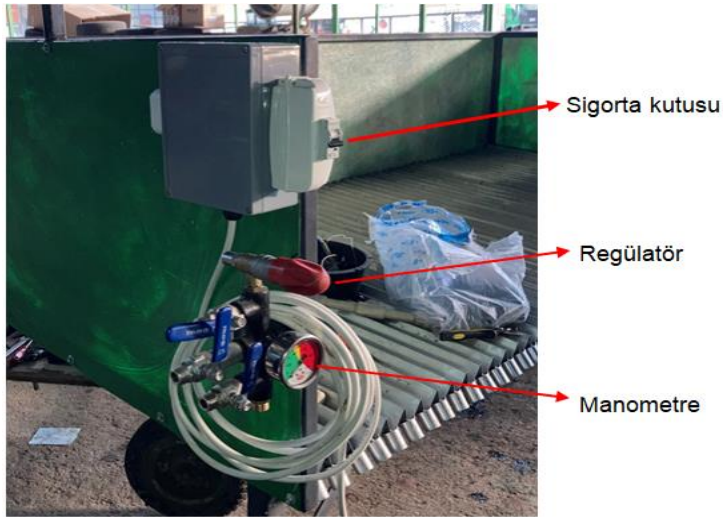
Paternatör olukları, 1 mm et kalınlığında paslanmaz çelik sac malzemeden yapılmıştır. Denemelerde paternatör üzerine basınçlı sıvının iletilmesi için 100 litre depo kapasitesine sahip elektrik motorundan hareketli bir sera pülverizatörü kullanılmıştır

(Şekil 3.6). Paternatör üzerinde bulunan kontrol ünitesinde basınç ayarı için regülatör, basınç takibi için manometre ve sigorta kutusu bulunmaktadır (Şekil 3.7).

Paternatör bahçe, tarla ve sera üreticiliği yapılan işletmelerde kullanılan hidrolik meme başlıkları ile yapılacak denemelerde aynı anda 3 adet meme başlığını test edilebilecek genişlikte üretilmiştir. Paternatörde sıvının püskürtüldüğü oluklar %9 eğimlidir. Denemeler sırasında bir adet hidrolik meme kullanılmıştır.



Şekil 3.6. Elektrik motorundan hareketli pülverizatör



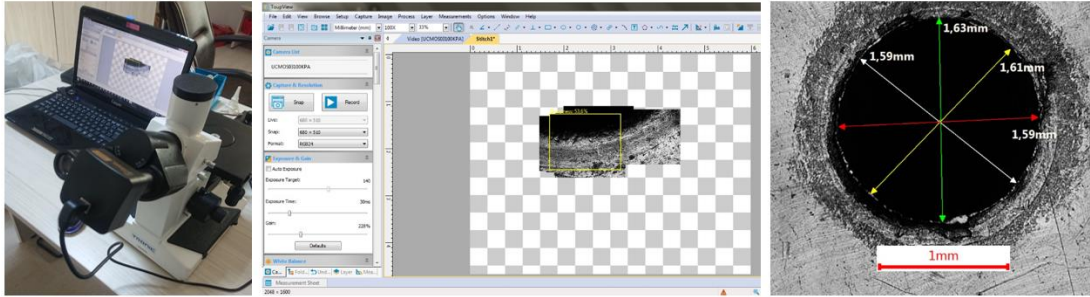
Şekil 3.7. Paternatör kontrol ünitesi

3.2. Yöntem

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 karşılaştırmalar yapılmıştır. Denemeler kapalı atölye koşullarında yürütülmüştür.

3.2.1. 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 plaka püskürtülen ilacın giriş yüzü görüntülenecek konumda mikroskop tablasına yerleştirilerek 100X lens ile plaka deliğinin kısmi bölümleri görüntülenmiştir. Touview 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 (Şekil 3.8). 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). Ortalamalara ait standart sapma ve varyasyon katsayısı değerleri hesaplanmıştır.



Şekil 3.8. Plaka delik çaplarının ölçümünde kullanılan mikroskop ve delik çaplarının ekran görüntüsü

3.2.2. Püskürtme özelliklerinin belirlenmesi

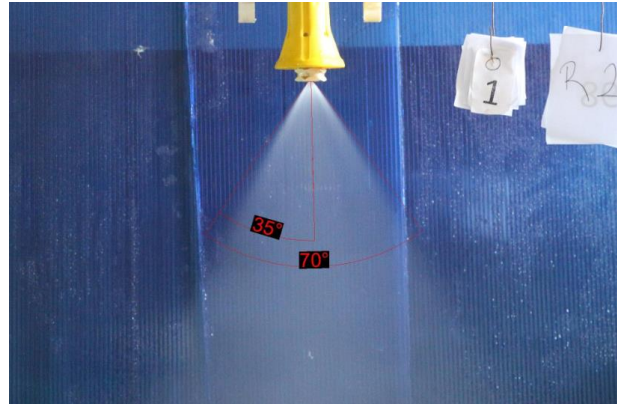
Üç tekerrürlü yürütülen denemelerde, pratik deneme koşullarında yapılan gözlemler ve literatür değerleri dikkate alınarak püskürtme yüksekliği 50 cm ve püskürtme süresi 60 saniye olarak dikkate alınmıştır (Çelen, 1998; Ergül ve Dursun, 2002). Püskürtme süresi dijital kronometre ile ölçülmüştür. Denemeler sırasında basınç değeri, pratik çalışma koşulları dikkate alınarak 20 bar olarak belirlenmiştir (Çakmak, 2000) (Şekil 3.9). Kullanılan meme başlığının girdap hücresi boyutları ve hüzme 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, hüzme açısı ve dağılım düzgünlüğüne yönelik değerler elde edilmiştir.



Şekil 3.9. Meme başlığına takılan manometre

3.2.2.1. Püskürtme (hüzme) açısının belirlenmesi

Hüzme açısı, meme başlıklarını tanımlayan temel özelliklerden birisidir ve aşınmaya bağlı olarak değişebilmekte ve dağılım düzgünlüğü değerlerini etkilemektedir. Hüzme açısının belirlenmesinde dijital fotoğraf makinası kullanılmıştır. Fotoğraf makinası, debi denemeleri sırasında paternatörün karşısına yerleştirilen tripot ayak üzerine sabitlenmiştir. Alınan görüntülerdeki hüzme açıları AutoCad programı yardımıyla belirlenmiştir. Hüzme açısının daha kolay ve sağlıklı bir şekilde tespit edilebilmesi için çekimler sırasında hüzmenin arka fonuna mavi bir düzlem yerleştirilmiştir (Şekil3.10). Çalışmada, yeni ve aşınmış meme plakaları için hüzme açıları belirlenmiş ve hüzme açısının orta noktadan düşey doğrultuya göre sağ ve sol taraftaki açıların eşit olup olmadığı belirlenmiştir.



Şekil 3.10. Digital fotoğraf makinası ve hüzme açısının ölçümü

3.2.2.2. 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 akarak 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 tripot ayak üzerine yerleştirilmiştir. Her bir denemede ölçülü kaplarda biriken sıvı miktarının kolay bir şekilde tespit edilmesi için ölçülü kapların içine renkli küçük plastik toplar bırakılmıştır (Şekil 3.11). Fotoğrafları çekilen ölçülü kapların dosyaları bilgisayar ekranında büyütülerek her bir kaptaki sıvı miktarı belirlenmiştir. Toplam 60 saniyede kaplarda biriken toplam sıvı miktarı dikkate alınarak püskürtme sırasındaki debi değerleri (ml dk^{-1}) hesaplanmıştır. Yeni ve aşınmış meme plakaları arasındaki debi artış değerleri % olarak hesaplanmıştır. Standart sapma ve CV (%) değerleri belirlenmiştir.

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



Şekil 3.11. Ölçülü silindirik kaplar

3.2.2.3. Püskürtme dağılımının çarpıklığı ve basıklığı

Püskürtme paterni, normal bir dağılım gösterdiğinde çan eğrisi şeklinde bir görüntü oluşturmaktadır. Simetrik dağılım gösteren normal bir eğride mod, medyan ve ortalama değerlerin birbirlerine eşit olması nedeniyle çarpıklık katsayısı sıfıra eşit olarak hesaplanmaktadır. Püskürtme dağılımı normalden uzaklaştıkça çarpıklık katsayısı artmaktadır. Bu durumda sağa veya sola yığılmalı simetrik olmayan bir dağılım söz konusu olmaktadır. Sağa çarpık dağılımda çarpıklık katsayısı pozitif (+) olup ortalama medyandan daha büyük olmaktadır. Sola çarpık dağılımda ise çarpıklık katsayısı negatif (-) olmaktadır. Bu araştırmada çarpıklık katsayısı için MS Excel’de bulunan “çarpıklık” fonksiyonu kullanılmıştır.

Basıklık, normal dağılım eğrisinin basıklığı ya da dikliği konusunda bilgi vermektedir. Normal bir dağılımda püskürtme paterninin basıklık katsayısı sıfır (0) olmaktadır. Basıklık katsayısı negatif (-) olduğunda püskürtme paterni normale göre daha basık, pozitif (+) olduğunda daha dik olduğu anlaşılmaktadır. Bu araştırmada basıklık katsayısı için MSEXcel’de bulunan “basıklık” fonksiyonu kullanılmıştır (Şahin, 2017).

3.2.2.4. Çoklu Kullanımda Enine Dağılım Düzgünlüğü

Tarla pülverizatörlerinde kullanılan meme başlıkları ile ilgili yapılan bazı çalışmalarda püskürtme kolu üzerinde belirli aralıklarla yerleştirilmesi dikkate alınarak meme başlıklarının hacimsel dağılım düzgünlükleri belirlenmektedir (Çelen 1998, Şahin 1997). 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 püskürtme çubuğunun ucunda bir adet meme başlığı bulunmaktadır. Bu çalışmada, seralarda işgücünden tasarruf ve makine kapasitesinin artırılmasına yönelik çoklu meme başlıklarının kullanım potansiyeli dikkate alınarak çoklu kullanımına yönelik değerlerinde belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda denemelerde 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.

3.2.3. 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 aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (Şahin, 2017).

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

CV : varyasyon katsayısı (%)

SS : standart sapma

\bar{x} : ortalama

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

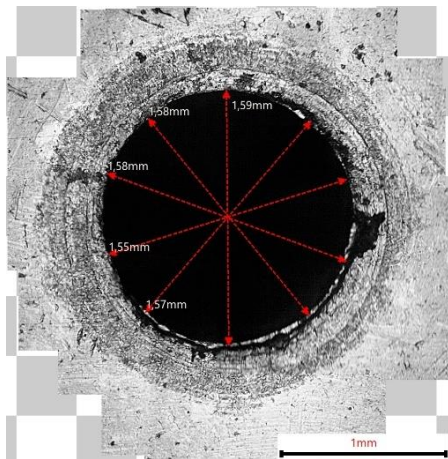
4.1. Meme Plakası Delik Çapı Ölçüleri

Araştırma kapsamında ölçümleri yapılan yeni meme plakalarına ait çap ölçüm değerleri Çizelge 4.1’de, kullanımda olan meme plakalarına ait çap ölçüm değerleri Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Yeni meme plakalarına ait ölçüler

Yeni Plaka No	Plaka Delik Çapı (mm)					d_{ort}	Standart Sapma	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

Araştırma denemelerinde kullanılan ve 1.5 kodlu üç adet yeni plakanın ortalama delik çapı değerleri 1.57 mm ölçülmüştür. Toplam beş farklı noktadan ölçülen delik çapı değerleri I No.lu plakada 1.56-1.58 mm, II No.lu plakada 1.55-1.59 mm ve III No..’lu plakada 1.57-1.59 mm arasında değişmiştir. 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 4.1)



II No.lu Plaka

Şekil 4.1. Yeni meme plakası delik çapı ölçüm örneği

Çizelge 4.2. Kullanımda olan meme plakalarına ait ölçüler

Plaka No	Plaka Delik Çapı (mm)					d _{ort}	Standart Sapma	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
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
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

Çizelge 4.2. (devam)

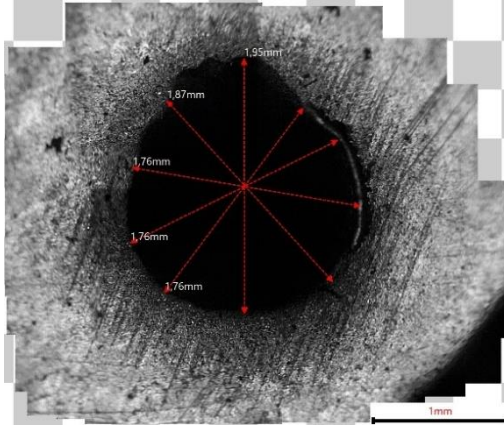
40	1.71	1.70	1.71	1.71	1.78	1.72	0.03	1.9	+9.7
41	1.62	1.65	1.70	1.63	1.62	1.64	0.03	2.0	+4.7
42	1.70	1.72	1.76	1.80	1.74	1.74	0.04	2.2	+11.1
43	1.78	1.68	1.72	1.74	1.80	1.74	0.05	2.7	+11.1
44	1.80	1.84	1.85	1.81	1.82	1.82	0.02	1.1	+16.2
45	1.72	1.85	1.81	1.76	1.68	1.76	0.07	3.9	+12.4
46	1.82	1.82	1.83	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
Ortalama	1.75	1.74	1.74	1.74	1.75	1.74	0.04	2.16	+11.0
Standart Sapma	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.

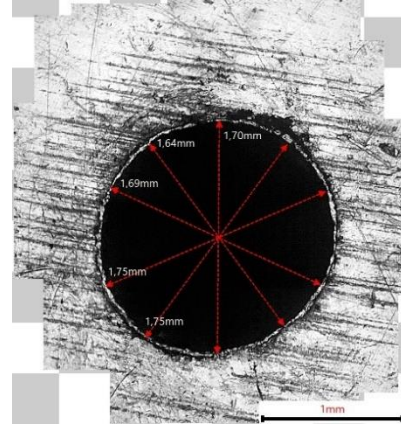
Kullanımda olan meme plakalarına ait ortalama çap değerleri 1.58 mm-2.03 mm arasında ölçülmüştür. En düşük çap değeri 17 No.lu plakada, en yüksek çap değeri 47 No.lu plakada belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Belirtilen plakalarda, yeni plakalarda ortalama çap değeri artışları sırasıyla %0.8 ve %29.4 olarak hesaplanmaktadır. Ortalama delik çapı 1.74 mm, yeni plakaya göre ortalama çap artış değeri %11.0'dır.

Plaka delik ortalama delik çaplarına ait standart sapma 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 varyasyon katsayısı değerleri sırasıyla %0.6 ve %6.4'tür. Tüm plakalar dikkate alındığında standart sapma değeri 0.04 ve varyasyon katsayısı değeri %2.16 olarak hesaplanmaktadır.

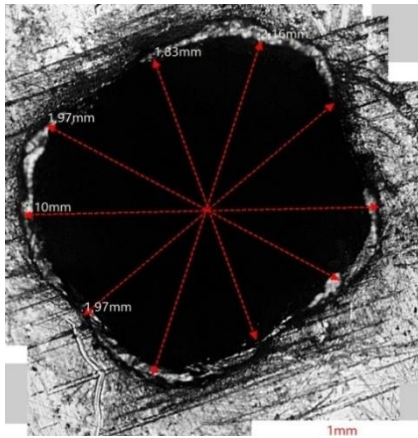
Kullanımda olan meme plakaları delik çapı ölçümlerine ait örnek görüntüler Şekil 4.2'de verilmiştir.



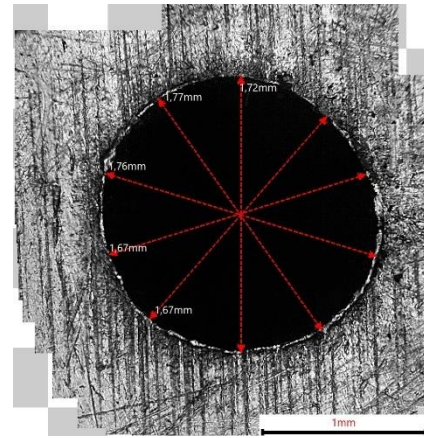
8 No.lu plaka



22 No.lu plaka



27 No.lu plaka



33 No.lu plaka

Şekil 4.2. Kullanımda olan meme plakası delik çapı ölçüm örnekleri

Yeni meme plakaları ile karşılaştırıldığında, kullanımda olan meme plakalarındaki ortalama delik çaplarının büyüdüğü ve dairesellik bozukluklarının arttığı 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.

Araştırmaya konu olan pülverizatörlerin kullanıldığı sera alanları bitkisel üretimde en yoğun ilaçlamanın yapıldığı alanlardan birisidir. Araştırma bölgesinde yürütülen bir çalışmada, geleneksel sera işletmelerinde ürüne bağlı olmakla birlikte bir üretim sezonunda 20-35 kez pülverizatör kullanıldığı ve her bir uygulamada bir dekarlık alan için 0.5-1 saatlik çalışma gerektiği bildirilmiştir (Çanakcı ve Akıncı, 2009).

Meme plakalarının aşınmasına; çalışma süresiyle birlikte pestisit formülasyon tipi, karışım sıvısının özellikleri, çalışma basıncı, malzeme özellikleri gibi farklı faktörler etkili olabilir. Bu çalışmada kullanımda olan meme plakaları sera üreticilerinden toplanmıştır. Toplama sırasında üretici beyanlarına göre kullanım süresi ve alanlarına

yönelik genel bilgiler elde edilmeye çalışılmıştır. Bu bilgiler dikkate alındığında en küçük çap değerine sahip 17 No.lu plakanın 1 yıl, 3.5 da'lık bir sera alanında, en yüksek çap değerine sahip 47 No.lu plakanın 9 yıl, 2.5 da'lık sera alanında kullanıldığı belirtilmiştir. Delik çapının boyutlarının ve şeklinin değişmesine farklı faktörler etki edebilir. Çizelge 4.2 ve Çizelge 3.1 birlikte incelendiğinde incelendiğinde kullanım süresi ve alanına bağlı olarak çap değerlerinde artış olduğu gözlemlenebilir. Ancak kullanım süresi ile delik şekli ve boyutlarının belirlenmesine yönelik kontrollü ortamlarda araştırma çalışmalarının yapılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir.

4.2. Püskürtme Özellikleri

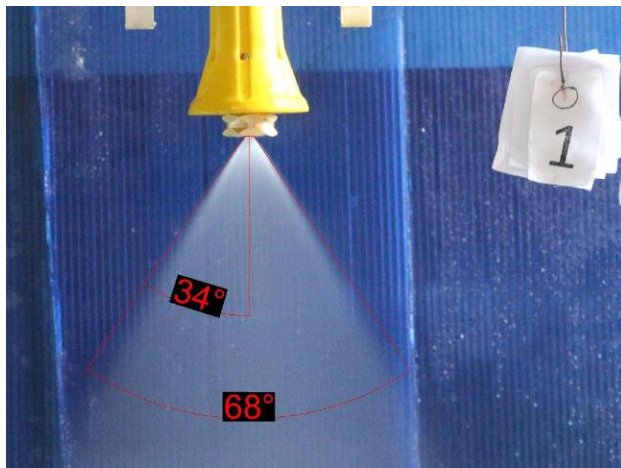
4.2.1. Püskürtme (hüzme) açısı

Yeni ve Kmeme plakalarına ait hüzme açısı değerleri sırasıyla Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4'de, hüzme açılarının örneği Şekil 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Yeni meme plakalarına ait püskürtme (hüzme) açıları

Yeni Plaka No	Plaka Hüzme Açısı (°)			Fark	
	Toplam	Sol Taraf	Sağ Taraf	Sol Taraf	Sağ Taraf
I	68	34	34	--	--
II	70	35	35	--	--
III	68	34	34	--	--

Hüzme açısı, pülverizasyon sırasında bilinmesi gereken ve pülverizasyon işleminin performansına etkili, meme başlıklarının temel özelliklerinden birisidir. Deneme koşullarında incelenen üç adet yeni meme plakasının ikisine ait hüzme açısı 68°, birine ait hüzme açısı değeri 70° olarak ölçülmüştür. Pülverize edilen sıvı hüzmesinin sağ ve sol tarafı dikkate alındığında, hüzme açısının her iki tarafa da eşit dağıldığı görülmektedir. (Şekil 4.3).



I No.lu plaka

Şekil 4.3. Yeni plaka hüzme açısı örneği

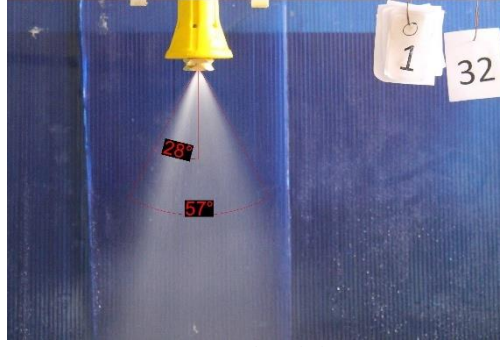
Çizelge 4.4. Kullanımda olan meme plakalarına ait püskürtme (hüzme) açıları

Plaka No	Plaka Hüzme Açısı			Fark	
	Toplam	Sol Taraf	Sağ Taraf	Sol Sağ Taraf	Sağ Sağ Taraf
1	69	35	34	+	--
2	65	32	33	--	+
3	63	31	32	--	+
4	74	43	31	+	--
5	69	37	32	+	--
6	67	34	33	+	--
7	69	36	33	+	--
8	69	37	32	+	--
9	74	38	36	+	--
10	61	30	31	--	+
11	65	34	31	+	--
12	64	31	33	--	+
13	66	33	33	--	--
14	68	34	34	--	--
15	67	32	35	--	+
16	71	35	36	--	+
17	72	36	36	--	--
18	72	34	38	--	+
19	70	34	36	--	+
20	62	35	27	+	--
21	72	39	33	+	--
22	66	34	32	+	--
23	71	38	33	+	--
24	67	36	31	+	--
25	64	31	33	--	+
26	67	38	29	+	--
27	67	33	34	--	+
28	64	30	34	--	+
29	70	35	35	--	--
30	67	33	34	--	--
31	68	35	33	+	--
32	57	28	29	--	+
33	67	35	32	+	--
34	74	38	36	+	--
35	67	35	32	+	--
36	74	35	39	--	+
37	66	35	31	+	--
38	74	30	44	--	+
39	68	40	28	+	--

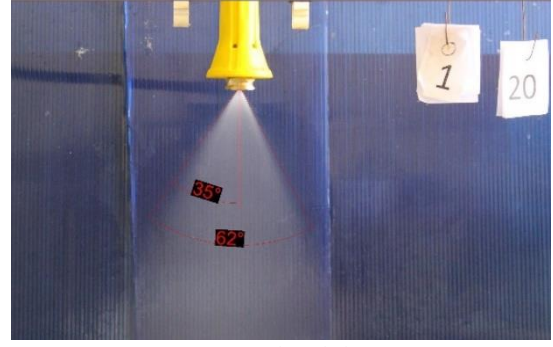
Çizelge 4.4. (devam)

40	68	36	32	+	--
41	66	31	35	--	+
42	65	34	31	+	--
43	64	32	32	--	--
44	66	34	32	+	--
45	65	34	31	+	--
46	71	37	34	+	--
47	70	36	34	+	--
48	62	30	32	--	+
49	65	31	34	--	+
50	65	30	35	--	+
51	61	29	32	--	+
52	59	32	27	+	--
53	66	32	34	--	+
54	66	34	32	+	--
55	72	35	37	--	+
56	68	34	34	--	--
57	70	31	39	--	+
58	57	29	28	+	--
59	54	27	27	--	--
60	70	34	36	--	+
Ort.	67.0	33.9	33.1	-	-
Standart Sapma	4.31	3.06	3.03	-	-
CV	6.4	9.0	9.2	-	-

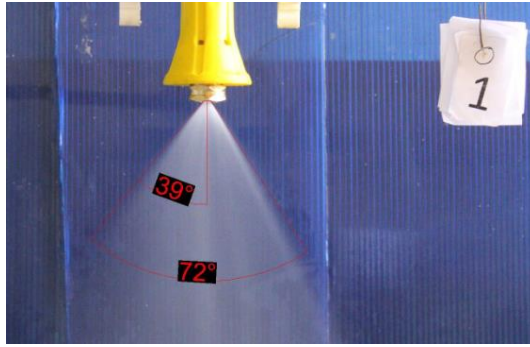
Kullanımda olan plakalara ait hüzme açıları incelendiğinde, yeni meme plakalarına göre farklılıklar olduğu görülmektedir. Toplam hüzme açıklarının yanında sağ ve sol taraf açılarında eşitsizlikler bulunmaktadır. Araştırmada dikkate alınan deneme koşullarında, toplam hüzme açıları için sınır değerler 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 4.4'de farklı hüzme açılarına ait görüntüler yer almaktadır.



32 No.lu plaka



20 No.lu plaka



21 No.lu plaka



34 No.lu plaka

Şekil 4.4. Kullanımda olan plakalarda hüzme açısı örnekleri

4.2.2. Debi değerleri ve püskürtme dağılım düzgünlükleri

4.2.2.1. Yeni meme plakaları

Yeni meme plakalarına ait debi değerleri ve yatay dağılım düzgünlüğüne ilişkin varyasyon katsayısı değerleri Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Yeni meme plakalarına ait debi değerleri ve püskürtme dağılım düzgünlüğü

Yeni Plaka No	Ort. Debi (ml dk ⁻¹)	Standart Sapma	CV (Debi)	CV (Yatay Dağılım)	Çarpıklık	Standart Sapma	Basıklık	Standart Sapma
I	2385	13.1	0.5	57.1	-0.718	0.006	-1.134	0.009
II	2402	5.3	0.2	56.7	-0.734	0.009	-1.082	0.017
III	2409	18.0	0.7	56.9	-0.737	0.008	-1.093	0.027
Ortalama	2399	12.1	0.5	56.9	-0.730	0.008	-1.103	0.017

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

Balcı ve Yağcıoğlu (1994), tarafından sırt pülverizatörlerinde kullanılan püskürtme çubuğuna bağlı meme başlıklarında debi değerleri 1.5 mm delik çapında

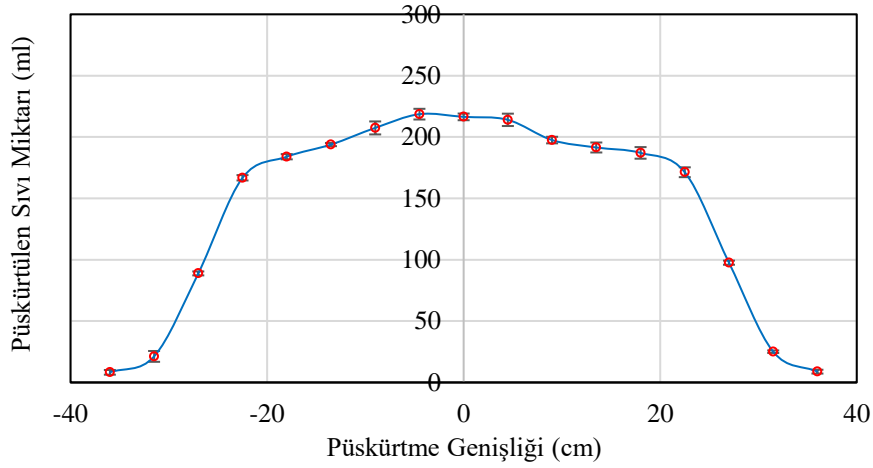
1207-1809 ml dk⁻¹ olarak ölçülmüştür. Dursun ve ark. (2000) tarafından yapılan bir araştırmada 1.5 mm delik çapında, tarla pülverizatörlerinde kullanılan konik hüzmeli memeler için debi değerleri 1119-1405 ml dk⁻¹ olarak ölçülmüştür. Şahin (2017), çalışmasında tarla pülverizatörlerinde kullanılan 1.0 mm delik çapına sahip içi boş konik hüzmeli başlıklarında debi sınır değerlerini, 4 bar çalışma basıncında 660-1100 ml dk⁻¹ olarak belirlemiştir. Çelen (1998), çalışmasında debi değerleri 1480-2540 ml dk⁻¹ olan farklı tipte tarla pülverizatörlerinde kullanılan yelpaze hüzmeli meme başlıklarını kullanmıştır. Bolat ve Bayat (2019), tarafından yürütülen bir çalışmada tarla pülverizatörlerinde kullanılan 1200 ml dk⁻¹ debi değerlerine 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), tarafında 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, yatay dağılım düzgünlüğüne yönelik belirlenen varyasyon katsayısı değerleri ortalama %56.9 olarak hesaplanmıştır. Belirlenen değer, önceki bazı çalışmalarda tarla pülverizatörlerinde bulunan hidrolik memelerde ölçülen sınır değerler arasında kaldığı görülmektedir. Şahin (2017), tarafından yapılan çalışmada ortalama varyasyon katsayısı değeri %52.0 olarak belirlenmiştir. Boyat ve Boyat (2019), araştırmalarında elde edilen varyasyon katsayısı sınır değerlerini %40.7-65.9 olarak bildirmişlerdir.

Denemeler sırasında yeni meme plakalarında belirlenen püskürtme dağılımı Şekil 4.5’de verilmiştir. Şekil 4.5’deki hata çubukları püskürtme paterni boyunca ilgili noktada farklı meme plakalarına ait elde edilen standart sapma değerlerini göstermektedir. Yeni meme plakaları ile çalışmada, hüzmeli 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 il elde edilen paterninin trapez şekline yaklaştığı görülmektedir.

Dağılım düzgünlerinin ortalama çarpıklık ve basıklık değerleri, sırasıyla -0.730 ve -1.103 olarak hesaplanmıştır. Her iki değer de eksi (-) değerlerde hesaplanması dağılımın sola çarpık, normale göre daha basık olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.5. Yeni meme plakalarının püskürtme dağılımı

4.2.2.2. Kullanımda olan meme plakaları

Kullanımda olan meme plakalarına ait debi değerleri ve yatay dağılımdaki düzgünlüğüne ilişkin varyasyon katsayısı değerleri Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Kullanımda olan meme plakalarına ait debi değerleri ve püskürtme dağılım düzgünlüğü

Meme Plakası No	Ortalama Debi (ml dk ⁻¹)	Standart Sapma	CV (Debi)	Yeni Meme ile Debi Farkı (%)	CV (Yatay Dağılım)	Çarpıklık Katsayısı	Standart Sapma	Basıklık Katsayısı	Standart Sapma
1	2853	12.1	0.42	+ 19.0	51.6	-0.657	0.015	-0.794	0.041
2	2575	12.4	0.48	+ 7.4	61.9	-0.506	0.018	-1.613	0.009
3	2598	3.5	0.13	+ 8.3	56.1	-0.740	0.013	-1.169	0.050
4	2519	7.6	0.30	+ 5.0	82.2	0.262	0.010	-1.749	0.025
5	2613	7.2	0.28	+ 8.9	69.8	0.270	0.009	-1.065	0.073
6	2427	6.3	0.26	+ 1.2	58.7	-0.378	0.027	-1.275	0.053
7	2494	3.1	0.12	+ 4.0	58.5	-0.526	0.018	-1.060	0.025
8	2620	3.2	0.12	+ 9.3	54.5	-0.486	0.043	-0.981	0.019
9	2567	8.1	0.31	+ 7.0	59.9	-0.611	0.007	-1.056	0.023
10	2551	7.6	0.30	+ 6.4	60.5	-0.530	0.010	-1.483	0.031
11	2657	4.3	0.16	+ 10.8	64.4	-0.376	0.012	-1.317	0.012
12	2683	12.0	0.45	+ 11.9	59.0	-0.555	0.025	-1.229	0.083
13	2514	8.4	0.33	+ 4.8	51.0	-0.748	0.034	-0.718	0.060
14	2578	6.2	0.24	+ 7.5	57.7	-0.648	0.019	-1.152	0.040
15	2664	5.5	0.21	+ 11.1	54.2	-0.740	0.005	-1.014	0.065
16	2678	5.3	0.20	+ 11.6	50.7	-0.826	0.015	-0.643	0.030
17	2547	4.4	0.17	+ 6.2	62.0	-0.383	0.011	-1.644	0.038
18	2699	5.2	0.19	+ 12.5	61.7	-0.412	0.020	-1.494	0.014
19	2682	6.5	0.24	+ 11.8	58.5	-0.532	0.006	-1.223	0.014
20	2556	6.1	0.24	+ 6.6	60.0	-0.282	0.005	-1.328	0.026

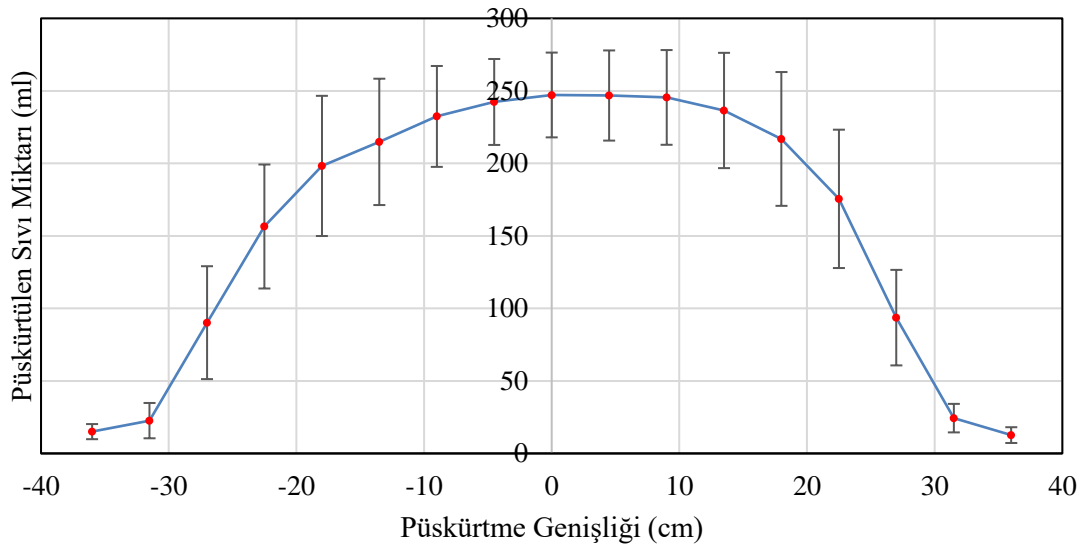
Çizelge 4.6. (devam)

21	2602	5.7	0.22	+ 8.5	55.1	-0.430	0.010	-1.126	0.015
22	2634	4.1	0.16	+ 9.8	58.4	-0.493	0.022	-1.228	0.012
23	2707	7.2	0.27	+ 12.9	54.6	-0.608	0.019	-0.828	0.012
24	2685	4.3	0.16	+ 12.0	52.9	-0.654	0.018	-0.908	0.089
25	2739	4.0	0.15	+ 14.2	56.3	-0.564	0.006	-1.345	0.008
26	2748	2.5	0.09	+ 14.6	57.2	-0.673	0.017	-1.064	0.053
27	2883	4.4	0.15	+ 20.2	57.8	-0.445	0.013	-1.311	0.018
28	2646	3.2	0.12	+ 10.3	49.8	-0.757	0.036	-0.848	0.110
29	2603	5.2	0.20	+ 8.5	55.4	-0.602	0.022	-1.182	0.071
30	2508	8.1	0.32	+ 4.6	49.6	-0.406	0.007	-1.268	0.004
31	2533	10.5	0.41	+ 5.6	59.8	-0.600	0.022	-0.600	0.075
32	2602	6.9	0.27	+ 8.5	55.5	-0.713	0.010	-0.891	0.026
33	2566	7.8	0.30	+ 7.0	49.4	-0.579	0.029	-0.801	0.053
34	2638	7.5	0.28	+ 10.0	52.5	-0.263	0.040	-1.367	0.106
35	2595	6.0	0.23	+ 8.2	56.2	-0.346	0.004	-1.339	0.012
36	2683	5.0	0.19	+ 11.9	59.8	-0.468	0.002	-0.649	0.026
37	2576	7.1	0.28	+ 7.4	49.2	-0.390	0.019	-1.117	0.009
38	2566	3.6	0.14	+ 7.0	58.7	-0.160	0.003	-1.279	0.020
39	2506	7.6	0.30	+ 4.5	62.4	-0.793	0.005	-0.873	0.022
40	2619	8.2	0.31	+ 9.2	54.7	-0.750	0.009	-0.755	0.020
41	2660	8.7	0.33	+ 10.9	52.5	-0.536	0.019	-0.697	0.054
42	2771	9.1	0.33	+ 15.6	51.8	-0.756	0.022	-0.499	0.043
43	2744	5.3	0.19	+ 14.4	47.9	-0.608	0.010	-0.882	0.046
44	2856	5.7	0.20	+ 19.1	53.2	-0.856	0.008	-0.630	0.013
45	2572	2.4	0.09	+ 7.2	48.5	-0.719	0.021	-0.930	0.066
46	2765	3.9	0.14	+ 15.3	54.1	-0.760	0.018	-0.594	0.039
47	2980	6.5	0.22	+ 24.3	51.5	-0.290	0.008	-1.684	0.011
48	2638	3.1	0.12	+ 10.0	63.1	-0.481	0.021	-1.138	0.017
49	2587	6.4	0.25	+ 7.9	57.1	-0.359	0.037	-1.196	0.064
50	2568	2.8	0.11	+ 7.1	57.8	-0.590	0.013	-1.342	0.010
51	2861	6.5	0.23	+ 19.3	59.6	-0.571	0.007	-1.339	0.037
52	2593	3.0	0.11	+ 8.1	57.7	-0.660	0.020	-1.139	0.043
53	2596	6.2	0.24	+ 8.2	51.8	-0.873	0.019	0.008	0.026
54	2541	5.5	0.22	+ 5.9	42.4	-0.784	0.009	-0.674	0.012
55	2748	9.2	0.34	+ 14.6	53.9	-0.476	0.005	-1.237	0.028
56	2752	5.1	0.19	+ 14.7	56.8	-0.367	0.003	-0.858	0.042
57	2844	7.5	0.26	+ 18.6	54.3	-0.579	0.010	-1.370	0.026
58	2906	7.2	0.25	+ 21.2	57.8	-0.236	0.013	-1.384	0.033
59	2679	6.0	0.22	+ 11.7	58.9	-0.305	0.014	-1.568	0.030
60	3051	9.3	0.30	+ 27.2	62.7	-0.406	0.007	-1.268	0.004
Ortalama	2657	6.2	0.23	+10.8	56.5	-0.523	0.017	-1.084	0.039

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

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 1991; Çelen 1998, Ergül ve Dursun 2002, Şahin 2017). Araştırma kapsamında denemeye alınan kullanımdaki meme plakaların yeni plakalarda göre ortalama debi artışı %10.8 düzeyindedir. Bu değer değiştirilmesi gereken 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 varyasyon katsayısı 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 4.6.'da verilmiştir.

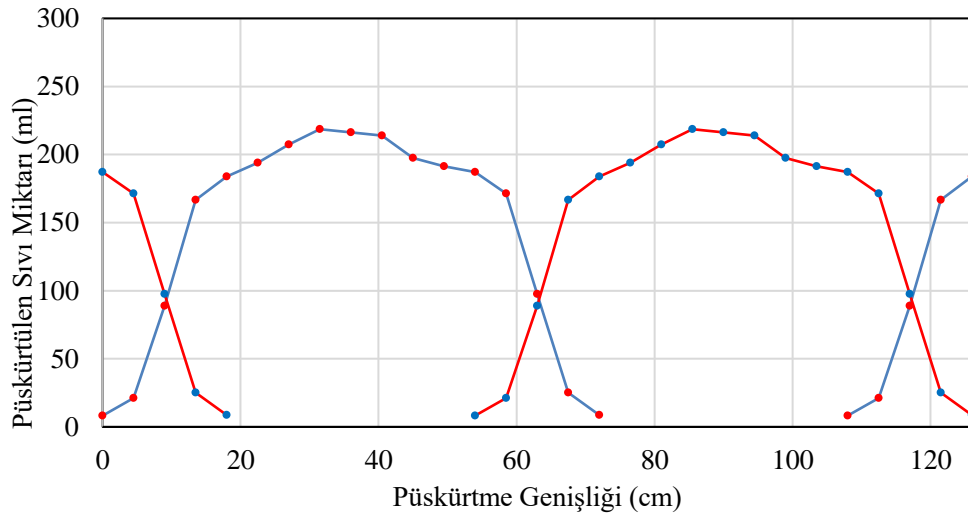


Şekil 4.6. Kullanımda Meme Plakalarının Püskürtme Dağılımı

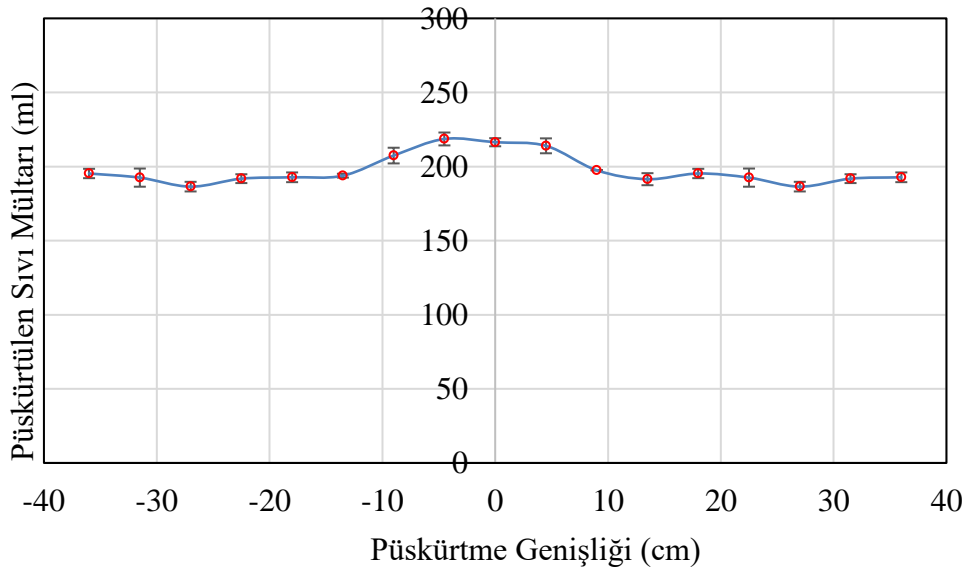
Şekil 4.6’da görülen grafik incelendiğinde yeni plakalardaki trapez şeklindeki eğrinin, kullanımdaki plakalarda yarım daire şekline dönüşmeye başladığı görülmektedir. Dağılım düzgünlerinin ortalama çarpıklık ve basıklık değerleri, sırasıyla -0.523 ve -1.084 olarak hesaplanmıştır. Her iki değer de eksi (-) değerlerde hesaplanması dağılımın sola çarpık, normale göre daha basık olduğunu göstermektedir.

4.2.2.3. Çoklu Kullanımda Dağılım Düzgünlüğü

Denemelerde kullanılan yeni meme plakalarına ait dağılım düzgünlükleri ve paternatör olukları mesafeler dikkate alınarak çoklu kullanımlar için uygun meme başlıkları arasındaki mesafe 54 cm olarak belirlenmiştir. Belirtilen mesafe dikkate alınarak elde edilen dağılım Şekil 4.7’de, elde edilen yeni dağılım düzgünlüğü Şekil 4.8’de, varyasyon katsayısı değerleri Çizelge 4.7’de verilmiştir.



Şekil 4.7. Çoklu kullanımlarda yeni meme plakalarına ait dağılım



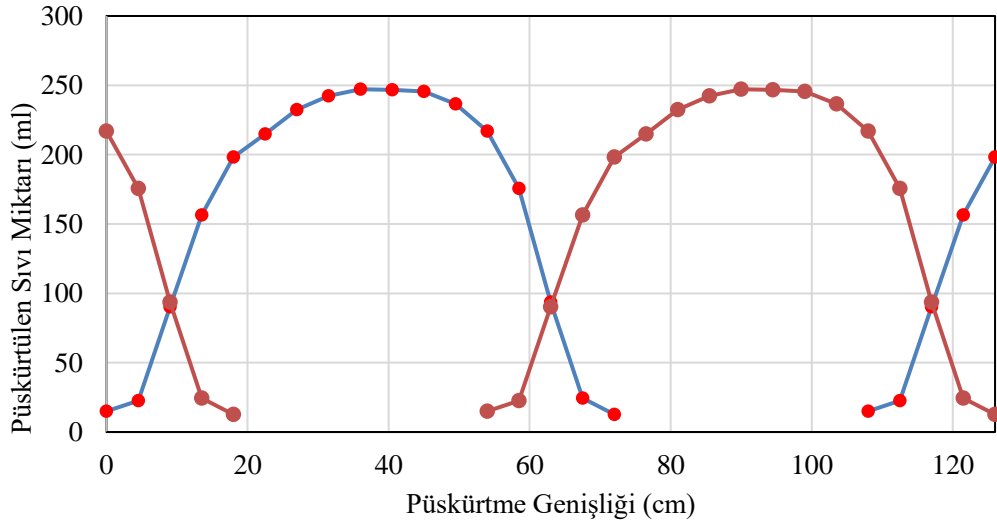
Şekil 4.8. Çoklu kullanımlarda yeni meme plakalarına ait dağılım düzgünlüğü

Çizelge 4.7. Çoklu kullanımlarda yeni meme plakalarına ait dağılımların varyasyon katsayıları

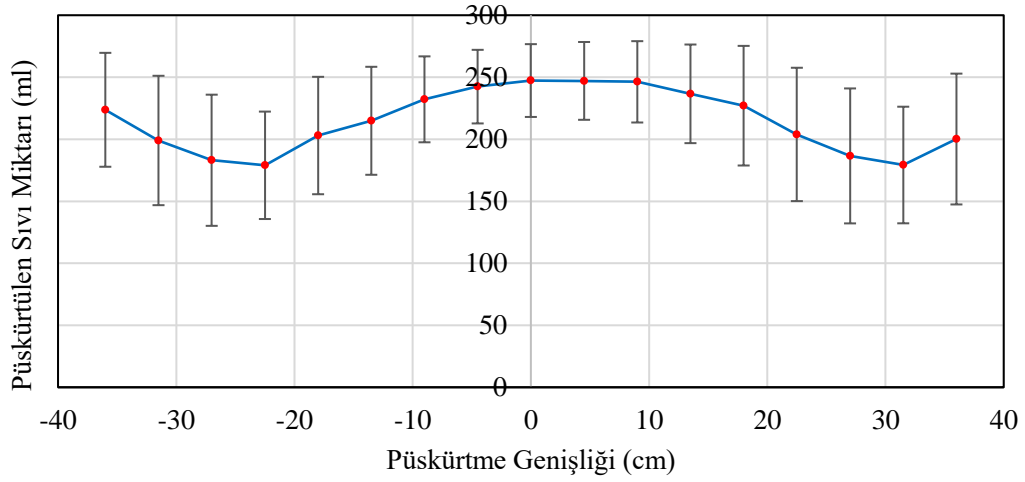
Yeni Meme Plakası	CV (%)
I	5.7
II	5.1
III	5.2
Ortalama	5.4

Yeni plakaların çoklu kullanımlarında, belirli bir örtme payı ile trapez şeklindeki dağılım daha düze yakın bir dağılım şekline dönüşmektedir (Şekil 4.7, Şekil 4.8). Tekli kullanımda %56.9 olan varyasyon katsayısı değeri çoklu kullanımda %5.4'e düşmektedir. 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 belirtilmektedir (PAMI, 1978, Ergül Dursun 2002, 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 Şekil 4.9'da, yeni dağılım düzgünlüğü Şekil 4.10'da, varyasyon katsayısı değerleri Çizelge 4.8'de verilmiştir.



Şekil 4.9. Çoklu kullanımlarda kullanımda olan meme plakalarına ait dağılım



Şekil 4.10. Çoklu kullanımlarda kullanımda olan meme plakalarına ait dağılım düzgünlüğü

Çizelge 4.8. Çoklu kullanımlarda kullanımda olan yeni meme plakalarına ait dağılımların varyasyon katsayıları

Kullanımda Olan Meme Plakası No	VK (%)
1	23.3
2	18.5
3	9.9
4	66.4
5	39.2
6	22.3
7	19.3
8	29.9
9	14.4
10	36.0
11	21.9
12	12.8
13	20.4
14	18.6
15	16.1
16	16.4
17	22.0
18	18.8
19	20.1
20	24.9
21	28.2
22	27.0
23	15.7
24	15.6
25	29.5

Çizelge 4.8. (devam)

26	19.6
27	21.3
28	16.9
29	11.5
30	22.6
31	22.7
32	17.4
33	32.1
34	21.8
35	21.1
36	18.1
37	19.8
38	23.7
39	29.2
40	15.0
41	29.0
42	21.7
43	16.7
44	13.4
45	17.5
46	11.0
47	11.2
48	32.0
49	28.8
50	21.3
51	22.6
52	30.9
53	23.3
54	10.4
55	14.7
56	19.5
57	18.83
58	33.0
59	32.8
60	23.5
Ortalama	22.2

Şekil 4.8’de 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 varyasyon katsayısı değeri çoklu kullanımda %22.2 değerine düşmektedir. Varyasyon katsayısı değerleri dikkate alındığında %15 sınır değer ve altında kalan plaka sayısının 10 adet (%16.7) olduğu görülmektedir. Bu durumda kullanımda olan meme plakalarının %83.3’ü çoklu kullanımlara uygun değildir. Sınır değer %10 olarak dikkate alınırsa bir adet plaka (3 No.lu plaka) hariç tüm plakaların çoklu kullanımlar için uygun olmadığı görülmektedir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

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. 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.

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.

Yeni plakalardaki dağılım düzgünlüğüne yönelik varyasyon katsayısı %56.9, kullanımda olan plakalarda ise bu değer %56.5 olarak belirlenmiştir. Yeni plakalarda trapez şekle benzeyen dağılımın, kullanımda olan plakalarda yarım daire şekline dönmeye başladığı gözlenmiştir.

Yeni plakaların çoklu kullanımı dikkate alındığında belirli bir örtme payında en iyi dağılımın için memeler arası mesafe 54 cm olarak belirlenmiştir. Bu mesafe dikkate alındığında dağılımın varyasyon katsayısı yeni plakalarda %5.4, kullanımda olan plakalarda %22.2 değerine düşmektedir. Meme plakalarının değiştirilmesine yönelik %15 varyasyon katsayısı sınır değeri dikkate alındığında kullanımda olan plakaların %83.3'ünün çoklu kullanıma uygun olmadığı belirlenmiştir.

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 bulgular, pülverizatörlerin özellikle periyodik bakımlarının zamanında yapılması kapsamında plakaların değiştirilmesinin gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Aynı zamanda 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.

6. KAYNAKLAR

- AFMRC-PAMI, 1978. Evaluation Report. Wilger Model 804S Field Sprayer. Alberta Farm Machinery Research Centre-Prairie Agricultural Machinery Institute. ISSN 0383-3445
- AIPSAPERU, 2022. http://www.aipsaperu.com/boquillas_aipsa_1.html [Erişim 20 Mayıs 2023]
- Andırın, İ., 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. pp. 25-27
- Balcı, Y., Yağcıoğlu, A. 1994. Sırt Pülverizatörlerinde Kullanılan Bazı Hidrolik Memelerin Volumetrik Dağılım Karakteristikleri. *Tarımsal Mekanizasyon* 15. Ulusal Kongresi, 20-22 Eylül 1994, Antalya.
- Bolat, A. Bayat, A. 2019. Tarımsal İlaçlamada Kullanılan Bazı Memelerin Farklı Püskürtme Yüksekliği ve Basınç Düzeylerinde Oluşturduğu Püskürtme Dağılımının Belirlenmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*. 32(3):373-380.
- Bolat, A., Bayat, A., Tetik, Ö., Türkeri, M. 2019. Nohut Ekim Alanlarında Yabancı Ot Mücadelesinde Farklı Meme Tiplerinin Uygulama Zamanlarına Göre Etkinliğinin Belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*. 29(3):397-405
- Bolat, A., Uçar, T., Korucu, T. 2003. Van İli ve Çevresinde Tarımsal Savaş Ekipmanlarının ve Uygulama Sorunlarının Saptanması Üzerine Bir Araştırma. *Tarımsal Mekanizasyon* 21. Ulusal Kongresi. 3-5 Eylül. Konya
- Çakmak, B. 2000. Farklı Malzemelerden Yapılan Meme Plakalarının Yapay Aşındırıcı Kullanılarak Aşınma Davranışlarının İncelenmesi. *Tarımsal Mekanizasyon* 19. Ulusal Kongresi, 1-2 Haziran 2000, Erzurum. ss.207-212.
- Çanakcı, M. 2022. Bitki Koruma Makinaları Ders Notları. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Antalya.
- Çanakcı, M., Akıncı. İ. 2009. Antalya İli sera sebze yetiştiriciliğinde uygulanan tarımsal işlemler ve insan işgücü kullanımı. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*. 5(2):193-201.
- Çanakcı, M., İ. Akıncı. 2004. Antalya bölgesi sera sebze yetiştiriciliği işletmelerinde tarımsal altyapı ve mekanizasyon özellikleri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fak. Derg.*, 17(1):101-108.
- Çelen, İ.H. 1998. Yalpaze Hüzmeli Püskürtme Memelerinde Aşınmanın Pülverizasyon Karakteristiklerine Etkisi Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi. Trakya

- Üniversitesi FeN Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı. Tekirdağ s. 105.
- Çelen, İ.H. 2016. Hava Emişli Yelpeze Huzmeli Püskürtme Memelerinde Püskürtme Dağılımının İlerleme Hızına Bağlı Olarak Değişimi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty*. 13(01):99-106
- Çilingir, İ., Dursun, E. 2010. Bitki Koruma Makinaları (II. Baskı). Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları. Yayın No: 1531. Ders Kitabı: 484. Ankara
- Dursun, E., Karahan, Y., Çilingir, İ. 2000. Türkiye’de Üretilen Konik Huzmeli Bazı Meme Plakalarında Delik Çapı ve Düzgünlüğünün Belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi* 6(3):135-140.
- Ergül, İ., Dursun, E. 2002. Farklı Malzemelerden Yapılan Konik Huzmeli Memelerde Aşınmanın İlaç Dağılım Paternine Etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi*. 9(3):278-283
- EU, 2002. <https://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/news/green-deal-halving-pesticide-use-2030.html> [Erişim 10 Mayıs 2023]
- Sayınacı, B., Bastaban, S. 2009. Hidrolik Memelerin İlaç Uygulama Performansını Etkileyen Faktörler. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 2(2):35-41.
- Sayınacı, B., Bastaban, S. 2011. Patates İlaçlamasında Farklı Tip Püskürtme Memelerinin Damla Taşınma Etkinlikleri. *Iğdır Üni. Fen Bilimleri Inst. Der./Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech.* 1(1):81-90.
- Sayınacı, B., Çömlek, R., Çomaklı, M. 2019. Konik huzmeli poliasetal (pom) pülverizatör memelerinde damla kinematığı. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*. 29(1):94-105.
- Serim, A.T., Özdemir, Y.G. 2012. Herbisit Uygulamalarında Kullanılan Pülverizatör Memelerinin Damla Büyüklük Dağılımlarının Belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*. 5(2):172-175.
- Sivri, M. 2020. Geleneksel Sera Sebze İşletmelerinde Kullanımda Olan Pülverizatörlerin İncelenmesi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Semineri. Temmuz 2020, Antalya
- Şahin, M. (2017) Pülverizatör Memelerinde Püskürtme Paterni Değişkenlerinin Doğrusal Hareketli Simülatörde Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı. Erzurum.
- TÜİK, 2021. Türkiye İstatistik Kurumu – <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>
- Urkan, E., Tozan, M., Güler, H. 2012. Bağ ilaçlamasında kullanılan bazı meme tiplerinin kontrollü koşullar altındaki etkilerinin karşılaştırılması. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*. 8(1). 75-82.

- Yağcıoğlu, A. 2008. Bitki Koruma Makinaları. Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları. Yayın No: 508. İzmir.
- Zeren, Y., Bayat, A. 1995. Tarımsal Savaş Mekanizasyonu. Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Yayınları. Genel Yayın No: 108. Ders Kitapları Yayın No: 27. Adana.

ÖZGEÇMİŞ

MEHMET SİVRİ**mehmetsivri07@gmail.com**

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2019-	Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı. Antalya
Lisans 2015-2019	Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü. Antalya