

**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
TARIM MAKİNALARI VE TEKNOLOJİLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANA
BİLİM DALI**



**FARKLI HAVA EMİŞLİ MEME TİPLERİNİN BAZI
PÜLVERİZASYON KARAKTERİSTİKLERİNİN
BELİRLENMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Ercan TURGUT

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin DURAN

SAMSUN
2021

TEZ KABUL VE ONAYI

Ercan TURGUT tarafından, Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin DURAN danışmanlığında hazırlanan “Farklı Hava Emişli Meme Tiplerinin Bazı Pülverizasyon Karakteristiklerinin Belirlenmesi” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 18.2.2021 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı Adı Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	İmza	Sonuç
Üye	Prof. Dr. İlker Hüseyin ÇELEN Namık Kemal Üniversitesi Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı		<input type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret
Üye (Danışman)	Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin DURAN Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı		<input type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret
Üye	Doç. Dr. Yeşim Benal ÖZTEKİN Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı		<input type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

ONAY

... / ... / ...

Prof. Dr. Ali BOLAT
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım yüksek lisans/doktora/sanatta yeterlik tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

İmza

15 /03 / 2021

Ercan TURGUT

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı : Farklı Hava Emişli Meme Tiplerinin Bazı Pülverizasyon Karakteristiklerinin Belirlenmesi

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 19/01/2021 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 21

Tek kaynak oranı : % 3 çıkmıştır.

İmza

15 /03 / 2021

Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin DURAN

ÖZET

FARKLI HAVA EMİŞLİ MEME TİPLERİNİN BAZI PÜLVERİZASYON KARAKTERİSTİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Ercan TURGUT

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Yüksek Lisans, Mart/2021

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin DURAN

Tarımsal üretimde hastalık, zararlı, yabancıot karşı alternatif mücadele yöntemleri bulunsa da yaygın olarak kimyasal mücadele yöntemi tercih edilmektedir. Zirai mücadele uygulama tekniğı açısından ekipman ile birlikte pestisit, hedef yüzey ve uygulama zamanı doğru seçilmelidir. Pestisit hedef yüzeylerde yeterli etkiyi gösterebilmesi ise memelerin görevlerini doğru yapmalarına bağlıdır. Bitki koruma uygulamalarında pestisit uygun meme tipi, püskürtme yüksekliğı, püskürtme basıncı, ilerleme hızı ve norm değerlerinde yapılması gereklidir.

Bu çalışma farklı hava emişli meme tiplerinin farklı püskürtme yükseklikleri ve püskürtme basınçlarında kaplama oranları, hacimsel ortalama çap ve damla sıklık değerlerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışmada; üç hava emişli (ID 90-03 C, IDK 120-03, AITX B 8003) ve geleneksel içi boş konik hüzmeli (TR 80-03 C) olmak üzere dört farklı meme kullanılmıştır. Arazi şartlarında yürütölen denemelerde, iki farklı püskürtme yüksekliğı (50 ve 70 cm) ve üç farklı püskürtme basınç (2, 4, 6 Bar) uygulanmıştır. Hacimsel ortalama çap (VMD), yüzey kaplama oranları ve damla sıklıkları incelenmiştir. Hacimsel ortalama çap ve kaplama oranlarının belirlenmesinde Suya duyarlı kağıtlar ve Image Tool for Windows V3 görüntü işleme programı kullanılmıştır. Damla sıklık değerlerinin hesaplanmasında excel programından yararlanılmıştır.

Araştırma sonuçlara göre, en yüksek oranı kaplama oranı % 37.29 ile IDK 120-03 memede 70 cm püskürtme yüksekliğı ve 6 bar püskürtme basınç değerinde sağlanmıştır. En düşük kaplama oranı % 9.33 ile 70 cm püskürtme yüksekliğinde ve 6 bar basınçta TR 80-03 C memede elde edilmiştir. En büyük Hacimsel ortalama çap VMD değeri AITX B 8003 memede 547.01 µm ve en küçük damla çapı TR 80-03 C memede 256.60 µm olmuştur. En yüksek damla sıklık değeri TR 80-03 C memede 50 cm püskürtme yüksekliğı ve 2 bar püskürtme basınç değerinde 74 (adet/cm²), en düşük damla sıklığı ise AITX B 8003 meme de 50 cm püskürtme yüksekliğı ve 2 bar püskürtme basınç değerinde 8 (adet/cm²) elde edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Hava emişli meme, kaplama oranı, hacimsel ortalama çap, damla sıklığı, suya duyarlı kağıt, görüntü işleme programı.

ABSTRACT

DETERMINATION OF SOME SPRAYING CHARACTERISTICS OF DIFFERENT AIR INJECTOR NOZZLES

Ercan TURGUT
Ondokuz Mayıs University
Institute of Graduate Studies
Agricultural Machinery and Technologies Engineering
Master, March/2021
Supervisor: Assist. Prof. Dr. Hüseyin DURAN

Although there are alternative methods of struggle against diseases, pests and weeds in agricultural production, chemical control method is widely preferred. In terms of pesticide application technique, the pesticide, target surface and application time should be selected correctly together with the equipment. The ability of the pesticide to show sufficient effect on the target surfaces depends on the correct functioning of the nozzles. In plant protection applications, it is necessary to make the pesticide in the appropriate nozzle type, spraying height, spraying pressure, advance speed and norm values.

This study was carried out to determine the surface coverage, density of droplet and volume median diameter values of different air induction nozzle types at different spraying heights and spray pressures. In the study; four different nozzles, three with air induction (ID 90-03 C, IDK 120-03, AITX B 8003) and one with hollow cone nozzle (TR 80-03 C), were used. This study conducted in field conditions. Two different spray heights (50 cm, 70) and three different spray pressures (2, 4, 6) were applied. As a result of the applications, the volum median diameter (VMD), droplet frequency and surface coverage were examined. Water sensitive papers and Image Tool for Windows V3 image processing program were used to determine the volume median diameter and surface coverage. The excel program was used to calculate the droplet frequency values.

According to the results of the research, the highest coverage rate was achieved with 37.29% at IDK 120-03 nozzle at 70 cm spraying height and 6 bar spray pressure. The lowest surface coverage was obtained with the TR 80-03 C nozzle at a spray height of 70 cm and pressure of 6 bar with 9.33%. The largest VMD was 547.01 μm in AITX B 8003 nozzle and 256.60 μm in the smallest VMD TR 80-03 C nozzle. The highest density of droplet is 74 (pcs / cm^2) at TR 80-03 C nozzle with 50 cm spraying height and 2 bar spray pressure, while the lowest droplet frequency is 8 (pcs / cm^2) at 50 cm spray height and 2 bar spray pressure at AITX B 8003 nozzle was obtained.

Keywords: Air induction nozzle, surface coverage, volume median diameter, water sensitive paper, image processing program

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın planlanması, yürütülmesi, sonuçlandırılarak sunulmasında her türlü desteği sağlayan; titiz, zarif, sabırlı, hoşgörü ve tevazu vasıflarıyla erdemli insan olma yolunda bana örnek teşkil eden tez danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin DURAN' a saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamın arazi uygulamalarında mesleki bilgilerini ve tecrübelerini esirgemeyen Sayın Dr. Öncül Kaangün CANER' e ve denemelerimin yürütülmesinde alt yapı imkanı sağlayan Tarım ve Orman Bakanlığı Bornova Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne, Enstitü Müdürü Dr. Tevfik TURANLI ve personeline teşekkür ederim.

İstatistiki analizlerin yapılmasında bilgilerinden istifade ettiğim Sayın Doç. Dr. Alper TANER'e teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her aşamasında beni varlığı ile onurlandıran, yüksek lisans yapmam konusunda büyük özveri ile beni cesaretlendiren sevgili eşim Zir. Yük. Müh. Nagehan ÇİL TURGUT' a ve doğdukları andan itibaren varlıkları ile yaşam kaynağım kızlarım Ela ve Ada'ya sonsuz şükranlarımı sunuyorum.

Ercan TURGUT

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
TABLolar DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ.....	11
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	15
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	29
3.1. Materyal.....	29
3.1.1. Deneme Yeri.....	29
3.1.2. Deneme Materyalleri.....	29
3.1.2.1. Pülverizatör.....	29
3.1.2.2. Meme Tipleri.....	30
3.1.2.3. Suya Duyarlı Kağıt.....	31
3.1.2.4. Manometre.....	31
3.1.2.5. Tarayıcı.....	32
3.1.2.6. Anemometre.....	32
3.1.2.7. Traktör.....	32
3.2. Yöntem.....	33
3.2.1. Damla Çap ve Yüzey Kaplama ve Damla Sıklığı Değerlerinin Belirlenmesi.....	33
3.2.2. Görüntü İşleme Programı.....	35
3.2.3. Pülverizatörün Kalibrasyonu.....	35
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	36
4.1. Kaplama Oranı.....	36
4.1.1. Meme Tipleri Arasındaki Değişimin Kaplama Oranına Etkisi.....	36
4.1.2. Püskürtme Yüksekliklerinin Kaplama Oranına Etkisi.....	37
4.1.3. Püskürtme Basınçlarının Kaplama Oranına Etkisi.....	38
4.1.4. Meme Tipleri, Püskürtme Yükseklikleri ve Püskürtme Basınçlarının Kaplama Oranına Etkisi.....	38
4.1.4.1. Meme Tipleri ile Püskürtme Yüksekliklerinin Kaplama Oranına Etkisi.....	38
4.1.4.2. Meme Tipleri ile Püskürtme Basınçlarının Kaplama Oranına Etkisi.....	40
4.1.4.3. Meme Tipleri ile Püskürtme Yükseklikleri ve Püskürtme Basınçlarının Kaplama Oranına Etkisi.....	42
4.2. Hacimsel Ortalama Damla Çap (VMD).....	44
4.2.1. Meme Tiplerinin VMD Üzerine Etkisi.....	44

4.2.2. Meme Tipleri ile Püskürtme Yüksekliklerinin VMD Üzerine Etkisi	44
4.3. Damla Sıklığı	46
4.3.1. Meme Tiplerinin Damla Sıklığına Etkisi	46
4.3.2. Püskürtme Yüksekliklerinin Damla Sıklığına Etkisi.....	47
4.3.3. Püskürtme Basınçlarının Damla Sıklığına Etkisi.....	47
4.3.4. Meme Tipleri ile Püskürtme Yükseklikleri ve Püskürtme Basınçlarının Damla Sıklığına Etkisi	48
4.3.4.1. Meme Tipleri ile Püskürtme Yüksekliklerinin Damla Sıklığına Etkisi	48
4.3.4.2. Meme Tipleri ile Püskürtme Basınçlarının Damla Sıklığına Etkisi.....	49
4.3.4.3. Püskürtme Yükseklikleri ve Püskürtme Basınçlarının Damla Sıklığına Etkisi	51
4.3.4.4. Meme Tipleri ile Püskürtme Yükseklikleri ve Püskürtme Basınçlarının Damla Sıklığına Etkisi	52
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	55
KAYNAKLAR.....	58
ÖZGEÇMİŞ.....	62

SİMGELER VE KISALTMALAR

FAO: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (Bold yapma)

VMD: Hacimsel Ortalama Damla Çap (Bold yapma)

WSP: Suyu Duyarlı Kağıt (Bold yapma)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Deneme yeri genel görüntüsü	29
Şekil 3.2. Deneme kullanılan pülverizatör	30
Şekil 3.3. Denemede kullanılan meme tipleri	30
Şekil 3.4. Denemelerde kullanılan suya duyarlı kağıt	31
Şekil 3.5. Denemelerde kullanılan manometre	31
Şekil 3.6. Denemelerde kullanılan anemometre	32
Şekil 3.7. Denemelerde kullanılan traktör	32
Şekil 3.8. Suya duyarlı kağıtların takozlarda deneme alanındaki yerleşim durumu..	33
Şekil 3.9a. Uygulamadan sonra suya duyarlı kağıt	34
Şekil 3.9b. Bilgisayar ortamına aktarılan suya duyarlı kağıt	34
Şekil 4.1. Meme tiplerine göre kaplama oranları	37
Şekil 4.2. Meme tipleri ile püskürtme yüksekliği ve kaplama oranı ilişkisi	40
Şekil 4.3. Meme tiplerinin püskürtme basınçlarında kaplama oranları	41
Şekil 4.4. Meme tiplerinin püskürtme yüksekliğine göre VMD değerleri.....	45
Şekil 4.5. Meme tiplerinin damla sıklığı değerleri.....	47
Şekil 4.6. Püskürtme yüksekliklerinde damla sıklık değerleri.....	49
Şekil 4.7. Püskürtme basınçlarında damla sıklık değerleri.....	51

TABLolar DİZİNİ

Tablo 3.1. Denemelerde kullanılan memeler ve bazı özellikleri	30
Tablo 4.1. Denemelerde kullanılan meme tipleri kaplama oranları.....	36
Tablo 4.2. Püskürtme yüksekliklerine göre sonuçlar	37
Tablo 4.3. Püskürtme basınçlarına göre sonuçlar	38
Tablo 4.4. Püskürtme yükseklikleri ile kaplama oranı ilişkisi.....	39
Tablo 4.5. Püskürtme basınçları ile kaplama oranı ilişkisi	40
Tablo 4.6. Püskürtme yüksekliği ve püskürtme basınçları ile kaplama oranı ilişkisi	42
Tablo 4.7. Denemelerde kullanılan meme tipleri VMD değerleri	44
Tablo 4.8. Püskürtme yüksekliği VMD ilişkisi.....	45
Tablo 4.9. Denemelerde kullanılan meme tiplerinde damla sıklık değerleri.....	46
Tablo 4.10. Püskürtme yüksekliklerinde damla sıklık değerleri.....	47
Tablo 4.11. Püskürtme basınçlarında damla sıklık değerleri.....	48
Tablo 4.12. Meme tiplerinin püskürtme yüksekliklerinde damla sıklık değerleri.....	48
Tablo 4.13. Meme tiplerinin püskürtme basınçlarında damla sıklık değerleri.....	50
Tablo 4.14. Püskürtme yüksekliklerinin püskürtme basınçlarında damla sıklık değerleri.....	51
Tablo 4.15. Meme tiplerinin püskürtme yükseklik ve basınç uygulamalarında damla sıklık değerleri.....	53

1. GİRİŞ

Son yıllarda tarım endüstrilerinde mevcut dünya nüfusunun taleplerini karşılamak için hassas tarıma ve uygun fiyatlı alet ve ekipmanlara talepler artmaktadır. Çiftçiler için bitkisel üretimde verim kayıplarını en aza indirmek amacıyla tarımda verimliliğin artırılması, üretim maliyetlerinin düşürülmesi önem arz etmektedir. Bu amaçlar doğrultusunda tarımsal mekanizasyonun önemi günden güne artmaktadır.

Tarımda zararlı organizmalar, sürekli değişen çevre şartlarında gelişen bir tehdit unsuru olarak çiftçilerin ürünlerini yetiştirmelerini daha da zorlaştırmaktadır. Tarımsal üretimde hastalık, zararlı ve yabancı otlarla mücadelede fiziko-mekanik, genetik, biyolojik ve biyoteknik gibi yöntemlere rağmen dünyada ve ülkemizde kimyasal mücadele en fazla kullanılan yöntemdir. Kimyasal mücadelede ise tarım ilaçları (pestisit) kullanılmaktadır. Türkiye’de yıllara göre değişmekle birlikte tarım alanlarında kimyasal mücadele için kullanılan pestisit miktarı her geçen gün artmaktadır. Hastalık, zararlı ve yabancı otların neden olduğu ürün kayıplarının önlenmesinde pestisitler önemli bir yere sahiptir. Ancak kimyasal mücadelede kullanılan pestisitlerin insan sağlığı, çevre ve doğal dengeyi olumsuz yönde etkilemesi ve artan üretim maliyetleri nedeniyle daha hassas, dikkatli ve en az pestisit kaybı olacak şekilde uygulanmalıdır (Dursun, 2000).

Pestisit kullanımının hem güvenliği hem de etkinliği, büyük ölçüde uygulama için kullanılan ekipmanın teknik durumuyla belirlenir. (FAO, 2020). Pestisitler, yıllar içinde çevresel faktörlerin değişkenliği ve yeni teknolojilere uyumu açısından uygulama teknikleri yönünden kullanıcılar tarafından daha spesifik hale gelmektedir. Bu nedenle uygulama tekniğinde daha yüksek bir standart talep edilmektedir. Pestisit uygulamalarında etken maddenin hedefe homojen bir şekilde taşınması, hedef yüzeyde tutunması, ilaç dağılımındaki varyasyonun ve sürüklenme düzeyinin minimize edilmesi ve önerilen dozda maksimum biyolojik etkinliğin sağlanması amaçlanmaktadır. Bu amaçla kullanılan pülverizatörlerin tasarım özellikleri ve işletme parametreleri tarımsal mücadelenin başarısını etkilemektedir (Çomaklı, 2017). Tarım alanlarında kimyasal mücadelelerde yapılan ilaçlamalarda, ilaç formülasyonu tipi, ilaçlama dozu ve zamanın doğru seçilmesine rağmen uygun alet ekipman kullanılmadığında biyolojik etkinlik düşük olmaktadır. Hatta ilaçlama alet ve ekipmanın doğru seçildiği durumlarda bile yeterli yüzey kaplamayı sağlayacak doğru pülverizasyon karakteristikleri (ortalama damla çapları, damla sıklığı yüzey kaplanma

değeri) ile ilaçlama yapılmadığında beklenen başarı elde edilemez. İlaçlamalarda; ilacın hedef yüzeyde en yüksek etkiyi sağlarken doğal dengeye olan zararının en düşük düzeyde tutulması gerekmektedir. Bu durum pestisit hedef yüzeye ulaştırılmasını ve orada yerleştirilmesini sağlayan pülverizasyon karakteristiklerinin doğru seçilmesiyle sağlanabilir.

Zirai mücadele uygulama tekniği açısından yapılacak çalışmalardan istenilen başarıyı sağlamak; ekipmanın, pestisit, hedef yüzeyin ve zamanın doğru seçilmesine bağlıdır. Memeler pülverizatörlerin en ucuz parçalarından biri olmalarına karşın hastalık, zararlı ve yabancı otlarla mücadelede biyolojik kontrolün sağlanmasında oldukça önemli bir etkiye sahiptirler. Pülverizatörün başarısı büyük ölçüde pestisit son çıkış noktası olan memelerin görevlerini uygun bir şekilde yapmalarına bağlı olmaktadır. Memelerin verdilerine, damla çaplarına ve pestisit dağılım desenine bağlı olarak pestisit uygulama etkinliği değişmektedir. Farklı meme tipleri veya basınç ayarları seçilerek pülverizasyonlarda çeşitlilik elde edilebilir (Pearson and Reed, 1993).

Tüketilen ilacın % 30'u hedef yüzeylere ulaştırılmadığından ekonomik kayıplara ve çevre kirliliğine neden olmaktadır. Kayıp olan ilaçlar nedeniyle ilaçlamada olması gereken homojenlikte sağlanamamaktadır (Özer ve ark., 1997). Yapılan araştırmalar bitki koruma işlemlerinin uygulanmadığı alanlarda ortalama % 25-30 dolayında ürün kaybı olduğunu göstermektedir.

Pestisit uygulamalarında memeler tarafından oluşturulan damla çap değerleri önemli karakteristik özellik olarak bilinmektedir. Damla çapı, damlaların hedef yüzeylerde toplanması, kaplanma oranı, damla sıklığı gibi pülverizasyon karakteristiklerine doğrudan etkili olmaktadır. Damla çap değerlerinin ve yüzey kaplanma oranının belirlenmesi amacıyla kullanılan yaygın yöntemlerden Görüntü İşleme Metodu ile bu tespitler rahatlıkla yapılabilmektedir.

Görüntü işleme, mühendislik alanlarındaki dijital platform uygulamaları içindeki temel bir araştırma alanıdır. Dijital teknoloji cihazlarından yararlanarak elde edilen görüntüler sayısallaştırılabilmekte ve sayısallaştırılan bu görüntülerinin uygun bilgisayar yazılımlarıyla işlenmesi ve/veya analizi görüntü işleme olarak tanımlanmaktadır. Hassas ve modern sürdürülebilir tarımın temel stratejilerinin hemen her aşamasında yer almaktadır. Görüntü işlemede kullanılan teknikler yapılan

çalışmalarda birden fazla yönüyle hassas ve modern sürdürülebilir tarıma hizmet etmektedir.

Görüntü işleme tekniği, pestisit uygulamalarında damla büyüklüğünün, damla yoğunluğunun ve kaplama oranının belirlenmesi gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Damla çap ve yüzey kaplanma oranına etkili parametrelerden olan püskürtme basıncı ve uygulama yüksekliğine bağlı olarak damla çaplarının ve kaplama oranlarının belirlenmesi amacıyla V3 Image Tool Programı kullanılmaktadır. UTHSCSA ImageTool (IT), bir görüntü işleme ve analiz programıdır. JPEG dahil olmak üzere 22'den fazla yaygın dosya formatını okuyabilir ve yazabilir. Görüntü analizi işlevleri boyutsal (mesafe, açı, çevre, alan) ve gri ölçek ölçümlerini (istatistiklerle nokta, çizgi ve alan histogramı) içerir. ImageTool, kullanıcı tanımlı evrişim maskeleriyle kontrast işleme, keskinleştirme, yumuşatma, kenar algılama, medyan filtreleme ve uzamsal evrişimler gibi standart görüntü işleme işlevlerini destekler. ImageTool döndürme, dikey çevirme, yatay çevirme ve dört seviyeye kadar büyütme gibi geometrik dönüşümler sağlar. Program, aynı anda herhangi bir sayıda pencereyi (görüntü) destekleyen bir çoklu belge arabirimi (MDI) uygulamasıdır (Anonim, 2021a).

Görüntü işleme tekniklerinde özellikle hacimsel ortalama damla çap (VMD) ile yüzey kaplama değerlerinin belirlenmesinde suya duyarlı kağıtlar (WSP) kullanılmaktadır. Suya duyarlı kağıtların doğal uygulama şartlarında kullanılması ve analizlerinin daha sonra yapılmasına imkan sağlaması nedeniyle kullanımı tercih edilmektedir. Özel olarak kaplanmış sarı bir yüzeye sahip sert bir kağıt olan suya duyarlı kağıtlar, üzerine çarpan sıvı damlalar tarafından koyu maviye boyamaktadır. İlk olarak kağıtlar sıvı püskürtmeden önce hedef alana yerleştirilir ve uygulama sonrasında kuruduktan sonra toplanır. Toplanan suya duyarlı kağıtlar, damla çapları ve kaplama oranlarının hesaplanmasında kullanılır (Anonim, 2021b).

Hava akımı ile çalışan memeler daha çok pnömatik memeler adıyla tanınmaktadır. Bu tip memeler hava akımlı (pnömatik) pülverizatörlerde kullanılmaktadır. Hava akımıyla çalışan memelerde sıvının parçalanması ve damlaların taşınması için gerekli enerji, hava akımı tarafından sağlanır. Sıvı ilaç, depodan ince bir boru veya hortumla hava akımının geçtiği kanalın içine iletilir. İletim borusunun ucunda beliren sıvı, büyük bir hızla kendisine çarpan hava akımı tarafından parçalanır ve oluşan damlalar, hava akımının içine karışarak, onun tarafından hedefe taşınmaktadır (Yağcıoğlu, 2016).

Pestisit uygulamalarında sürüklenmenin önlenmesi gün geçtikçe önemini arttırmaktadır. Bu amaçla da farklı meme tipleri üzerinde yoğunlaşan araştırmalar sonucunda son yıllarda hava emişli meme tipleri sürüklenme açısından sağladıkları avantajlar nedeniyle daha çok tercih edilir duruma gelmişlerdir. Bu meme tiplerinde sıvı memeden çıkmadan önce meme içine emilen hava ile karışması sağlanmaktadır. Bu şekilde damla çap byklğ artmakta ve rüzgar tarafından sürüklenmesi önemli derecede azaltılabilmektedir. Aynı zamanda konik veya yelpaze hüzme oluşturabilmeleri de hava emişli meme tiplerinin sürüklenmeyi azaltmalarının yanında sağladığı en önemli avantaj olarak görülmektedir (ilingir ve Dursun, 2010).

Bu araştırmanın amacı; bazı meme tiplerinin farklı uygulama yüksekliklerinde ve püskürtme basınçlarında hacimsel ortalama ap (VMD), yüzey kaplama ve damla sıklığı değerlerinin tespit edilmesidir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Tate and Janssen (1966), yaptıkları çalışmada tarımsal ilaçlamalarda kullanılan iki farklı özellikteki memeden püskürtülen damla çaplarını tespit etmişlerdir. Denemelerde, memelerden boyalı su özel kağıtlar üzerine pülverize edilerek bu özel kağıtlar üzerindeki damlaların çaplarını tespit etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda, yelpaze hüzmeli püskürtme memelerinde damla çapı ve damla sayısının merkeze doğru arttığını ve merkezde düzgün bir dağılım olduğunu tespit etmişlerdir.

Amberg and Butler (1969), yaptıkları çalışmada, pülverizatör memelerinden çıkan sıvının, meme ucundan itibaren farklı noktadaki damlaların analizleri için yüksek hızlı fotoğraf tekniğinden faydalanmışlardır. Çalışmada faydalanan tekniğin kullanılış şekli ve bununla ilişkili teorik esaslar açıklanmaktadır.

Arpacı (1971), yaptığı çalışmada ile damla çapının belirlenmesinde leke yöntemini açıkladıktan sonra, bu amaçla kullanılan suya duyarlı kağıtların özellikleri üzerinde durmuştur.

Zeren (1974), yaptığı araştırmada konik ve yelpaze hüzmeli memelerde pülverizasyon karakteristikleri belirleyebilmek için yerli ve yabancı yapım memelerin yapısal özelliklerinden faydalanarak, pülverizasyon karakteristiklerini belirlemiştir. Farklı basınç ve yüksekliklerde memeleri test etmiştir. Deneme sonucunda memelere ait hacimsel dağılımlar paternatörle bulunmuş olup, damla çapları ise yağ banyolu yöntemle belirlenmiştir.

Azimi vd. (1985), bazı hidrolik memelerde konum açısı, püskürtme yüksekliği, işletme basıncı ve meme kapasitesinin hacimsel dağılım düzgünlüğüne etkileri incelenmiştir. Denemelerde 6505, 8003, 8003LP, TK-SS5, TG-SS4.3W, TG-SS8W, SS5-5W ve Delevan RD-2 ölçülü memeler kullanılmış ve hacimsel dağılım düzgünlüğü paternatör kullanılarak ölçülmüştür. Yürütülen deneme sonuçlarına göre tüm memelerde hacimsel dağılım düzgünlüğünün püskürtme yüksekliği ve işletme basıncındaki artışla iyileştiği ve sabit püskürtme yüksekliğinde (51 cm) konum açısı 0°'den 30°'ye arttırılması hacimsel dağılım düzgünlüğünü iyileştiği belirlenmiştir. Yelpaze hüzmeli memeler için 207 kPa işletme basıncının altında yapılan 51 cm yükseklikte hacimsel dağılım düzgünlüğü %10'dan daha büyük tespit edilmiştir. Meme yüksekliğinin 51 cm'den daha düşük olması durumunda püskürtme yüksekliği

ve basınçtaki olası iniş ve çıkışlara karşı daha az duyarlılık göstererek hacimsel dağılımın daha düzgün olabileceği kanaatine varılmıştır.

Deligönül ve Sağlam (1991), yaptıkları çalışmada klasik uçak püskürtme düzenlerinde meme konum açılarının dağılıma olan etkilerini araştırmışlardır. Denemede, elde ettikleri çap değerlerini Ciba-Geigy'nin suya duyarlı kağıtlar kullanarak hacimsel ortalama çap, sayısal ortalama çap ve yüzeysel ortalama çap karakteristikleri ile damla çaplarını hesaplamışlardır. Damla karakteristiklerinden hacimsel ortalama çap değerinin, damlaların alan ve hacim büyüklüklerini birlikte ifade etmesi yönünden, damla dağılımına daha iyi karakterize ettiğini ve diğer çaplara oranla daha gerçekçi olduğunu belirtmektedirler.

Diaz and Escudero (1991), pirinç, paslanmaz çelik ve seramikten yapılmış 110 derecelik yelpaze hüzmeli püskürtme memelerindeki damla çapı değişimlerini saptamak amacıyla iki tip ölçüm sisteminden faydalanmışlardır. Ölçümlerden biri lazer ışınlı optik sistem olan Malvern 2600c cihazı kullanılarak yapılan ölçüm, diğeri ise suya duyarlı kağıtlar üzerine düşen damlanın oluşturduğu leke çapından faydalanarak ölçüm yapmışlardır.

Dursun ve Çilingir (1991), konik hüzmeli memelerle elektrostatik yüklemeli ve yüklemesiz durumda pülverizasyon karakteristiklerini belirlemek amacıyla araştırma yürütmüşlerdir. Araştırmada değişken faktör olarak ilerleme hızı, çalışma basıncı, meme yüksekliği ve meme delik çapı alınmıştır. Kolorimetrik yöntemle ilaç kalıntı miktarlarını belirlemiş olup örnekleme yüzeyi olarak cam plakalar kullanmışlardır. Elektrostatik yüklemeli ve yüklemesiz durumlara göre yüzeylerde sağlanan kalıntı artışı farklı çalışma şartlarında % 11.5 - %32.6 olarak belirlenmiştir.

Trunecka (1991), damla çapı dağılımlarını belirlemek için standart yelpaze hüzmeli ve çarpmalı tip memelerden faydalanmıştır. Damla büyüklüğü analizinde, hacimsel orta çapın araştırılmasının en uygun olacağı kanaatine varmıştır. Damla çapı ölçümü için silikonlu yağ yönteminden faydalanarak yapılmıştır. Çalışmada 100 µm'den küçük damla çaplarını % 4.85 ile % 8.29 arasında belirlenmiştir.

Ludewing et al. (1992), yaptıkları çalışmada, yelpaze hüzmeli püskürtme memelerinin pülverizasyon sonucunda oluşan damla büyüklüğü dağılımını incelemişlerdir. Denemelerde silikon yağı yönteminden faydalanılmış olup yağ içerisindeki damlaların fotoğraflarını çekerek damla büyüklüğü değerlerini tespit

etmişlerdir. Basınç arttırıldığında damla büyüklüğünün azalmakta olduğunu saptamışlardır. Meme delik çapının büyütülmesinde bu değer arttığını belirtmişlerdir.

Franz (1993), yaptığı çalışmada elde taşınabilir bir tarayıcı kullanarak suya duyarlı kağıtlar ve kromekote kağıtlar üzerinden elde edilen görüntü verilerini; damla sayısı, damla büyüklüğü ve kaplama oranı bilgisine çevirmek için bir yazılım program geliştirmiştir. Özellikle nem seviyesi değişen arazi koşullarında, suya duyarlı kağıtlar ve elde taşınabilir tarayıcı ile püskürtme dağılımını belirleme işleminin kullanıcıya çok faydalı olabileceği kanaatine varmıştır. Değişken nem durumlarında, suya duyarlı kağıtlar tarayıcı ve yazılım kullanarak göreceli karşılaştırma yoluyla analiz yapılabileceğini tespit etmiştir. Tek bir kalıp kullanılarak seçilen eşik değerinin üzerinde 210-1050 µm çapları arasında lekeler bulunan kağıtların, doğru bir şekilde analiz edilebileceğini bildirmiştir.

Salyani and Fox (1994), araştırmalarında, pülverizatör memelerinden pülverize edilen sıvının hedef yüzey alanındaki damla sayılarını ve yüzey kaplama oranını belirlemişlerdir. Bu amaçla görüntü analiz yönteminde Authosketch programından faydalanmışlardır.

Wang et al. (1995), yaptıkları laboratuvar çalışmalarında Teejet XR11004 ölçülü standart tip yelpaze hüzmeli memede işletme basıncı (138 kPa, 276 kPa, 414 kPa), püskürtme yüksekliği (30.5 cm, 38.1 cm, 45.7 cm) ve meme malzemesinin (pirinç, sertleştirilmiş paslanmaz çelik, seramik, polimer, paslanmaz çelik) hacimsel dağılım düzgünlüğüne etkilerini araştırmışlardır. Deneme sonucuna göre işletme basıncının hacimsel dağılım düzgünlüğüne etkisi istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilirken, püskürtme yüksekliğinin etkisi çok önemli bulunmuş olup bu değer en düşük 38.1 cm yükseklikteki meme tipinden tespit edilmiştir. Meme malzemesi olarak metal olmayan memelerde varyasyonun daha düşük olduğu belirlemişlerdir. Deneme sonucunda varyasyon katsayısı küçükten büyüğe doğru sırasıyla %9.6 (seramik), %10.0 (polimer), %11.6 (sertleştirilmiş paslanmaz çelik), %11.9 (paslanmaz çelik) ve %11.9 (pirinç) olarak saptamışlardır.

Sarita (1996), yapmış olduğu çalışmada görüntü işleme tekniğinden faydalanarak damla çaplarının analizini tespit etmek için damla dağılımının ölçülmesinde; kullanılan herbisit miktarını belirlemek, dağılım düzgünlüğünü

kontrol etmek ve ilaçlama aletinin etkinliğini belirlemek açısından önemli olduğunu kanaatine varmıştır. Görüntü işleme yönteminde damla analizinde suya duyarlı kağıtların kullanıldığını ve kağıtların görüntülerinin, görüntü işleme tekniği ile birkaç dakikada analizlerinin yapılabildiğini saptamıştır. Bu yöntemle görüntü alanındaki damlaların çapları ve sayıları ile her bir suya duyarlı kağıdın yüzey kaplanma oranının hesaplanabileceğini tespit etmişlerdir.

Karahan ve Sağlam (1997), damla dağılımının farklı yöntemlerle belirlemek üzere yaptıkları araştırmada, örnekleme yüzeyi olarak suya duyarlı kağıtlardan faydalanmışlardır. Fiziksel damla analizi için, mikrometrel mikroskop, tepegöz ve bilgisayarda çalıştırılan bir görüntü analiz programından yararlanmışlardır. Araştırma sonucunda mikrometrel mikroskopla yapılan ölçüm ve analizlerin daha güvenilir olduğunu tespit edilirken, tepegözle büyütme ise fotokopiden dolayı hassas bir ölçüm tespit edilememiştir. Bilgisayarda yapılan analizler ise görüntü analizi ile oldukça kısa sürede olduğunu belirlemişlerdir. Böylelikle denemede kullanılan suya duyarlı kağıdın tüm yüzeyi hakkında karakteristik değerler belirlenebilmektedir.

Manor and Shapiro (1997), yaptıkları çalışmada püskürtme yüzeyleri üzerindeki kaplama oranının ölçülmesi için en uygun tekniğin görüntü işleme tekniği olduğunu saptamışlardır. Görüntü işleme tekniğinin yararlanabilmek için video, fotoğraf makinası, bilgisayar, görüntü işleme programına ihtiyaç duyulduğu kanaatine varılmıştır.

Çelen (1998), yaptığı çalışmada tarla pülverizatörlerinde kullanılan yelpaze hüzmeli püskürtme memelerinin yenisi ile eskisi arasındaki pülverizasyon karakteristiklerinin farklarını incelenmiştir. Damla çaplarının hedef yüzeylerde toplanması amacıyla, Ciba-Geigy tarafından geliştirilen çeşitli boyutlardaki suya duyarlı kağıtlardan yararlanmışlardır. Sonrasında üzerinde lekeler bulunan suya duyarlı kağıtlar 12 eşit parçaya bölerek analizlerini yapmıştır. Eşit parçalara bölünen suya duyarlı kağıtlar scanner ile tarandıktan sonra damla çaplarının bilgisayarda analizini yapmak amacıyla "Ölçüm 1.00 for Windows" adlı bir programdan yararlanmışlardır. Deneme sonucunda suya duyarlı kağıtlar üzerindeki damlalardan üst üste binen ve şekilsiz olan damlalar atıldıktan sonra geriye kalan damlaların çapları program sayesinde saptanmıştır. Yüzey kaplama oranı, suya duyarlı kağıtlar üzerindeki damlalar için herhangi bir eliminasyon yapılmadan, kağıt üzerindeki ilaçlı alanın toplam kağıt alanına oranlanması ile tespit etmiştir.

Klotchkov et al. (1998), farklı meme tiplerinin pestisit kayıplarının azaltılmasına yönelik yürütülen denemede; farklı meme tiplerini, suya duyarlı kağıtlar ve mikroskop kullanarak aralarındaki farkları tespit etmişlerdir. Denemede ilaçlama dağılım düzgünlüğünü bum boyunca denemişlerdir. Deneme sonucunda, meme tipinin seçimi pestisit kayıplarının en düşük seviyeye indirebileceği kanaatine varmışlardır. Böylelikle pestisit ilaçlamalarında bum yüksekliği ile çalışma basıncının doğru seçilmesi durumunda pestisit kayıplarının % 1.2-% 2.8 oranında azaltılabileceğini tespit etmişlerdir.

Lardoux et al. (1998), yaptıkları çalışmaları laboratuvar şartlarında pülverizatörlerden pülverize edilen sıvının yüzey kaplanmasına etkilerini belirlemek için yürütmüşlerdir. Denemeler tarla pülverizatörüne 8 adet memenin 50 cm aralıklarla bum üzerine yerleştirilmesiyle yapılmıştır. Denemede bum yüksekliğinin, bum hızının, meme tipinin ve bum üzerine yerleştirilen memenin konum açısının; yüzey kaplanmasına, dağılım düzgünlüğüne ve ilaçlama dozuna etkilerini araştırmışlardır. Yapılan deneme sonucunda bulunan parametrelerin, yüzey kaplanmasında buharlaşmaya ve drifte etkili olduğunu saptamışlardır. Bulunan parametrelerde bum yüksekliğinin artırılması ve bum hızının azalması dağılım düzgünlüğünün bozulduğunu belirlemişlerdir.

Wolf et al. (1999), çalışmalarında WRK DropletScan yazılımını kullanarak dört adet hava emişli memeyi klasik tip üç adet meme ile pülverizasyon karakteristikleri açısından karşılaştırmışlardır. Damla örneklerinin toplanması amacıyla üç metrelik püskürtme çubuğu altına düzgün dağılacak şekilde bir platform üstüne tutturulmuş beş adet Ciba-Geigy tarafından üretilmiş suya duyarlı kağıt kullanılmıştır. Püskürtme sıvısı olarak sadece su kullanılmıştır. Suya duyarlı kağıtlar, damla görüntülerini bilgisayara aktarmak için HP ScanJet 6200C scanner ile taranmıştır. Tarama işlemi tamamlandıktan sonra WRK DropletScan yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir. Bu işlem sonucunda ise ortalama damla çapı, damla sıklığı, kaplama oranı, ilaç kalıntı miktarı gibi temel pülverizasyon karakteristikleri otomatik olarak hesaplanmış ve grafikler halinde ifade edilmiştir. WRK DropletScan yazılım sisteminin arazi çalışmalarında damla karakteristiğinin hızlı bir şekilde saptanmasında yararlı bir araç olduğu belirtilmiştir. Ancak, yüksek ilaç normuna sahip uygulamalarda damlalar arasında yeterli boşluk olmadığından hassas bir sonuç elde edilememesi bu sistemin zayıf yönü olarak bildirilmiştir.

Chiu HsiangWen et al. (1999), pestisit uygulamalarındaki kayıpları belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada; pestisit kayıplarının analizi belirlemek için suya duyarlı kağıtlar ve görüntü işleme tekniğinden faydalanmışlardır. Suya duyarlı kağıtlardaki damlaların tanımlanmasında scanner faydalanmışlardır. Görüntü işleme tekniğiyle; damla çapı dağılımının, yüzey kaplanma oranının belirlenebildiğini vurgulamışlardır. Çalışma sonucunda yüzey kaplama oranının, pülverizatör çubuğunun yüksekliği veya pülverizatör hızı arttırıldığında ya da pülverizatörün basıncı düşürüldüğünde azaldığını tespit etmişlerdir.

Matthews and Piggott (1999), yaptıkları çalışmada pestisit uygulamalarındaki kayıplarının azaltılmasında kullanılan memelerin hüzme açısının değiştirilmesi, püskürtme basınçlarının azaltılması, yardımcı hava akımlı memelerden yararlanılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Salyani and Fox (1999), portakal bahçesinde yapılan denemede ilaçlama kalitesinin suya duyarlı kağıtlar ve yağa duyarlı kağıtlar ile değerlendirilmesine yönelik yaptıkları deneme deseninde 3 adet hava destekli pülverizatörü farklı doz ve hız oranlarında denemişlerdir. Çalışmada hedef yüzeyler olarak suya duyarlı kağıtlar ve yağa duyarlı kağıt (osp)'ler kullanmışlardır. Hedef yüzeylerde toplanan damlaların görüntüleri görüntü işleme tekniği ile belirlenmiştir. Suya duyarlı kağıtlar ve yağa duyarlı kağıtların pülverizatörde kullanılan meme tipinden önemli derecede etkilendiğini açıklamışlardır. Çalışmalarının sonucunda; damlaların yüzey kaplanma değeri ilaçlama kalitesinin belirlenmesinde en güvenilir parametre olduğu kanaatine varmışlardır.

By A De Moor et al. (2000), yapmış oldukları denemede bahçe pülverizatörleri ile bahçe içerisinde bulunan ağaçlarda pestisit uygulamalarında damla dağılım düzgünlüğünü belirlemek için suya duyarlı kağıtlar kullanmışlardır. Suya duyarlı kağıtlar üzerindeki damlalar görüntü işleme tekniği ile belirlemişlerdir. Bahçe pülverizatörlerinde püskürtme kalitesinin belirlenmesinin hızlı ve kolay bir şekilde yapılması için görüntü analiz tekniğinin kullanılmasının önemini vurgulamışlardır.

Çelen ve Aktaş (2000), yürüttükleri çalışmada, pülverizatörlerden uygulanan pülvarizasyonlarda damlaların sürüklenmelerini düz ve eğimli arazilerde tespit etmişlerdir. Yelpaze hüzmeli püskürtme memeleri ile yaptıkları çalışmada suya duyarlı kağıtlar ile damla büyüklüklerini belirlemişlerdir.

Fox et al. (2000), yağa duyarlı ve suya duyarlı kağıt üzerindeki leke büyüklüğünün tespitinde, petrol ürünü olan beyaz yağı, su içerisinde dört farklı konsantrasyonda ağaç yapraklarına tutturulmuş suya duyarlı ve yağa duyarlı kağıtlara püskürtülerek faydalanılmıştır. Bilinen karışım oranlarını (yağ/su) ve yayılma faktörlerini kullanarak tahmin edilen yağ lekeli büyüklüğünü laboratuvarında ölçülen leke büyüklüğünün oranlarıyla örtüştüğünü tespit etmişlerdir. Tarla denemeleri için ölçülen leke büyüklüğünün hesaplanan değerlerle uyum sağlamadığını belirtmişlerdir. Çalışma sonucunda, leke büyüklüklerinin tespit edilmesinde farklar püskürtülen damlalar içindeki iri damlalardan, suyun buharlaşmasından, yüzeylere çarpan yağ damlalarının parçalanmasından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir.

Jong-A-de et al. (2000), pestisit kayıplarının azaltılmasına yönelik olarak yapılan çalışmalarda; pestisit kayıplarının sulama sularına karışmasının genel olarak azaltılmasının pestisit uygulama tekniklerinin iyileştirilmesi ile sağlanabileceğini belirtmişlerdir. Pestisit uygulamalarındaki kayıpları azaltmada kullanılacak tekniklerden birinin de bum yüksekliğinin alçaltılması ile yapılan uygulama tekniği olduğunu açıklamışlardır.

Moor et al. (2000), yaptıkları çalışmada farklı özelliklere sahip olan bahçe pülverizatörlerinin damla dağılımı düzgünlüklerini karşılaştırmak amacıyla hedeflenen yüzey için çalışmalarında suya duyarlı kağıt kullanmışlardır. Püskürtmelerde saf su ve mineral (Mg, Mn, Zn) içeren püskürtme sıvısı kullanarak elma ağaçlarına uygulamışlardır. Suya duyarlı kağıtlar dal aralarına ve ağaç kenarlarına yerleştirilerek uygulanmıştır. Suya duyarlı kağıtlar ile ilgili analizler ise görüntü işleme tekniğiyle yapılmıştır.

Womac (2000), yaptıkları araştırmada pülverizatörle yapılan uygulamaların pülverize edilmesi sonucunda ortaya çıkan sürüklenmeyi azaltmaya yardımcı olmak ve yeni yapılacak pülverizatörlere temel oluşturmak için delik çapı değiştirilebilen memelerin dağılım düzgünlüğünün belirlenmesi amacıyla damlaların hacimsel ortalama çapları belirlenmiştir. Tek delikli memeler için delik çapı ve verdi ile damla spektrum faktörleri arasında bir ilişki tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda hacimsel ortalama çap değerlerinin tek delikli memelerde damla dağılımının büyük oranlarda delik çapı ve verdiye bağlı olduğunu tespit etmiştir.

Degre et al. (2001), çalışmalarında uyguladıkları farklı hedef yüzeylerde damla çaplarını tespit etmişlerdir. Pestisit uygulamalarında kullanılan memelerin performanslarını (dağılım düzgünlükleri, hüzme açıları, sürüklenmeye karşı dirençleri) ölçümlerini karşılaştırmak amacıyla laboratuvar denemelerinden de yararlanmışlardır. Damla çaplarının belirlenmesinde en kolay suya duyarlı kağıtların kullanımının olduğu ve damlalar ile ilgili analizlerin daha sonra yapılmasına da imkan sağladığını ifade etmişlerdir.

Degro et al. (2001), damla toplama yüzeylerinin görüntü işleme ile karşılaştırılması üzerine yapmış oldukları bir çalışmada, damla toplama yüzeyi olarak; suya duyarlı kağıt, silikon yağları içeren petri kabı ve cam slayt kullanarak damla örneklerini almışlar ve görüntü işleme tekniği ile değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak, petri kabı ve cam slaytla yapılan örnekleme suya duyarlı kağıtla yapılan örnekleme göre çok daha değişkenlik gösterdiği tespit etmişlerdir. Ayrıca; suya duyarlı kağıtların kullanımının kolay olduğunu, fakat kalitatif gözlemler için saklanması zor olduğunu saptamışlardır.

Fox et al. (2001), çalışmalarında pestisit uygulamalarında yüzey kaplanma oranlarının hesaplanmasında birçok yöntem olduğunu belirtmişlerdir. Bu yöntemler arasında kolay uygulanabilen olanı suya duyarlı kağıtlarla yapılan analizlerdir. Bu kağıtlar su damladığı zaman mavi renge dönen parlak sarı madde ile kaplanmıştır. Her bir hedef yüzeyin yüzey kaplanma oranı ve damla sayısı hem gözle hem de görüntü işleme tekniği ile belirlemişlerdir. İki farklı yöntemle ölçülen damla yoğunluğu arasındaki fark, hedef yüzey üzerindeki damla sayısı arttıkça arttığı ve lekeyle kaplanmış alan ile gözle sayımdan elde edilen sonuçlar arasında büyük farklar bulunduğu tespit edilmiştir.

Womac et al. (2001), yürüttükleri çalışmada; farklı nominal ölçülere sahip hava emişli hidrolik memelerde işletme basıncı ve püskürtme yüksekliğinin statik konumda hacimsel dağılıma etkisinin yanı sıra farklı basınçlarda damla spektrumları ve tarla koşullarında ilerleme hızının damla dağılımına etkilerini araştırmışlardır. Denemeler dört farklı püskürtme yüksekliğinde (41, 51, 71 ve 112 cm) ve üç farklı işletme basıncında (276, 414 ve 552 kPa) yürütülmüştür. Tarla denemelerinde UPLD 1.5 UPLD 2, UPLD 4, UPLD 5 ve ER 4 memeleri kullanılarak sabit 93.5 l/ha uygulama hacminde ve 71 cm yükseklikten uygulama yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre pülverizatörün 12.9 km/h, 19.3 km/h ve 25.7 km/h'lik ilerleme hızlarında yüzey

kaplama oranı hava emişli tip memelerde %19 ve standart memede %20 olarak ölçülmüştür. Ancak 6.4 km/h ilerleme hızında UPLD1.5 nolu memenin tarla koşullarında sağladığı yüzey kaplama oranı (%14) düşük bulunmuştur. Bu meme tarafından üretilen damlaların hacimsel orta çapları ($DV_{0.5} = 660 \mu\text{m}$) büyük olduğundan yüzey kaplama oranının daha düşük olduğu belirlenmiştir. Damla sayısı hava emişli tip memelerde 45-105 adet cm^2 , standart memede 233 adet cm^2 olarak tespit edilmiştir.

Duran (2002), yürüttüğü çalışmada Samsun ili mısır ekim alanlarında çıkış sonrası yabancı ot ilaçlama tekniklerinin iyileştirilmesini amaçlamıştır. Denemede püskürtme açısı 110° olan iki adet, 80° ve 95° püskürtme açısına sahip birer adet çarpmalı tip olmak üzere dört adet yelpaze hüzmeli meme ile içi boş konik hüzmeli meme tiplerini karşılaştırılmıştır. Uygulama yüksekliği 50 cm, ilaç normu 20 l/da olarak sabit alınırken yelpaze hüzmeli memeler için 2 bar ve 3 bar, içi boş konik hüzmeli meme tipi için ise 5 bar ve 7 bar basınç değerlerinde parsellerde kullanılacak şekilde tasarlanmış olan deneme amaçlı sırt pülverizatörü ile uygulama yapılmıştır. Pülverizatör karakteristiklerinden olan damla çapları ve damla dağılımının belirlenmesinde suya duyarlı kağıtlar ile görüntü işleme tekniğinden yararlanılmıştır. İlaç kayıpları, damla çapları ve dağılımı ile ilgili olarak en iyi sonuçları çalışma şartlarında püskürtme açısı 110° olan meme tipinden elde edilmiştir. İlaç kaybı miktarı meme tipi ve basınca bağlı olarak % 9.20 ile % 41.50 arasında ve hacimsel ortalama çapları ise $124.3 \mu\text{m}$ ile $253.4 \mu\text{m}$ arasında değiştiğini tespit etmiştir.

Güler (2002), bilinçsiz ve kontrolsüz pestisit uygulamaları çeşitli olumsuzluklara neden olmakla birlikte bu sorunlar çevre kirliliği ve sağlık yönünden önem arz etmektedir. Pestisitlerin çevreye bulaşmaları sonucunda hedef dışı organizmalar da zarar görmektedir. Ayrıca yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının kirlenmesiyle doğrudan ya da dolaylı yollardan insanlar da zarar görmekte ve hatta ekolojik dengenin bozulmasıyla, çevre üzerinde giderilmesi mümkün olmayan etkiler ortaya çıkmaktadır.

Fox et al. (2003), çalışmasında; ağaç yapraklarına suya duyarlı kağıtları takarak pülverizasyon uygulamalarını gerçekleştirmişlerdir. Suya duyarlı kağıtların analiz edilmesiyle birim alandaki damla sayılarını (damla sayısı/ cm^2) ve yüzey kaplanma oranlarını hesaplamışlardır.

Kırkaç (2005), sıvı ilaç uygulamalarında ortalama damla çapı, damla dağılım tekdüzeliği, damla sıklığı ve kaplama oranı gibi ilaç damla dağılımına ilişkin karakteristikleri görüntü işleme yöntemiyle değerlendirebilmek amacıyla çalışma yürütmüştür. Çalışmada, örnekleme yüzeyi olarak suya duyarlı kağıtlardan yararlanmıştır. Bilgisayar ortamına aktarılan örnekleme yüzeyleri, bir görüntü işleme programıyla analiz edilmişlerdir. Dünyada en yaygın kullanılan hacimsel orta çap (VMD) açısından genel bir değerlendirme yapıldığında, görüntü işleme yönteminden elde edilen VMD çaplarının mikroskopla ölçülen VMD çaplarına göre daha yüksek olduğunu saptamıştır. Görüntü işlemeyle bulunan damla sıklığı ve kaplama oranı değerleri mikroskop kullanılarak bulunan değerlerden biraz daha düşük olarak tespit edilmiştir.

Güler vd. (2006), çeşitli boyutlarda hava indüksiyonu için damla sürtünme potansiyeli, püskürtme etki alanı, damla boyutu ve püskürtme aralığı ve eşdeğer geçiş bölgelerine sahip klasik düz yelpaze memeleri araştırılmıştır. Sonuçlar laboratuvar koşullarında karşılaştırılmıştır. Damla boyutları bir lazerli görüntüleme sistemi ile ölçülmüştür ve suya duyarlı kâğıt üzerinde (WSP) püskürtme etki alanı bir sera içerisinde basit püskürtme hızında bir püskürtücü ile değerlendirilmiştir. Hava indüksiyon memelerinin püskürtme karakteristikleri, işleme basıncında çalıştırılan eşdeğer delik boyutuna sahip geleneksel memeler ile sağlanabileceği tespit edilmiştir.

Soysal ve Bayat (2006), suya duyarlı kağıtlar üzerinde düşük sürüklenme potansiyelli memeler (Drift Guard, Turbo Teejet, Air Induction, Air-jet) ile standart yelpaze hüzmeli memeleri püskürtme tekniği açısından değerlendirdikleri çalışmalarında, memelerden püskürtülen damlaların çaplarının ölçülmesi ve kaplama oranlarının belirlenmesi amacıyla örnekler almışlardır. Suyu duyarlı kağıtlar üzerindeki damla örnekleri, bir tarayıcı yardımıyla bilgisayar ortamına aktararak görüntülerdeki damla karakteristikleri ve pülverizasyon kalitesi Image Tool 3,0 görüntü işleme programı ile analiz edilerek belirlenmiştir. Denemeler sonucunda artan işletme basıncı ile tüm memelerde sürüklenme riski içeren damlaların (<100µm) oranı artış göstermekle birlikte standart yelpaze hüzmeli, drift guard, turbo teejet ve air induction memelerde en yüksek kaplama oranı değerleri, 015 numaralı meme ucunun 4 bar basınçta işletilmesiyle sağlandığı tespit edilmiştir.

Caner (2007), yürüttüğü çalışmada yapay asma bitkileri üzerinde üç farklı meme tipi (Lechler standart yelpaze hüzmeli, Lechler hava emişli ve yerli içi boş konik

huzmeli), iki farklı hava hızı (27,25 ve 32,41 m/s) ve üç farklı işletme basınçta (4, 8 ve 16 bar) denemiştir. Uygulamaların bitki üzerinde sağladıkları kaplama oranlarına, iz maddesi dağılım düzgünlüğüne ve yere sürüklenen iz maddesi birikim miktarlarına olan etkileri araştırılmıştır. Asma bitkilerinin çiçeklenme ve koruk dönemlerinde gerek hedef yüzey üzerindeki kaplama oranı ve iz maddesi dağılım düzgünlüğü ve gerekse toprak yüzeyine sürüklenme açısından en uygun sonuçlar standart yelpaze huzmeli meme ile 32,41 m/s pülverizatör hava hızında ve 16 bar basınçla çalışma durumunda elde edilirken, olgunlaşma döneminde optimum sonucu hava emişli memelerle aynı hava hızında 4 bar basınç uygulaması vermiştir. Bir çok araştırmacı son yıllarda damla çapı ve kaplama oranının belirlenmesinde görüntü analiz programlarını tercih etmektedir.

Zhu et. al. (2011), pestisit uygulamalarında istenilen ölçülerden fazla veya az püskürtme uygulamalarının önlenmesi, sistemin püskürtme kapasitesinin hızlı bir şekilde ölçmesini ve püskürtme kalite bilgisinin sağlaması önem arz etmektedir. Bu çalışma ile suya duyarlı kâğıt gibi toplayıcılardaki püskürtme birikimini, dağılımını ve kaplama alanını hızlı bir şekilde değerlendirebilecek taşınabilir bir tarama sistemi geliştirilmiştir. Sistem, el tipi kağıt tarayıcı, yardımcı toplayıcılar, dizüstü bilgisayar ve “DepositScan” başlıklı özel olarak tasarlanmış ve bir yazılım paketi ile entegre edilmiştir. Program, toplayıcılardaki püskürtme birikimlerini taramak için elde kullanılan kağıt tarayıcıyla çalışmıştır. Kollektörleri taradıktan sonra, bireysel damla büyüklükleri, bunların dağılımları, toplam damla sayısı, damla yoğunluğu, püskürtme birikim miktarı ve kaplama yüzdesi bilgisayar ekranında görüntülenerek bir elektronik tabloya kaydı aktarılmıştır. Protatif tarama sistemi, çeşitli çalışma koşulları altında püskürtme kalitesinin yerinde değerlendirilmesi için uygun olanaklar sunmakta olduğu saptanmıştır.

Duran (2012), Samsun İli Terme ve Atakum İlçeleri’nde yürüttüğü çalışmada fındık bahçelerinde ana zararlı konumunda olan fındık kurdu (*Curculio nucum* (L.))’na karşı kimyasal mücadele kapsamında farklı pülverizatör tipleri olan sırt atövizörü, hava akımlı döner diskli memeli sırt atomizörü ve soğuk sisleme makinası ile düşük hacim uygulama teknikleri ve düşük doz oranlarında uygulamalar yapılmıştır. Fındık ocağı yatay (alt, orta, üst) ve düşey konumda (dış, orta, merkez) farklı bölgelere ayrılarak her pülverizatör tipi için iz maddesi uygulamaları ile ilaç dağılım düzgünlüğü, penetrasyon, kalıntı ve kayıplar gibi önemli pülverizasyon

karakteristikleri belirlenmiştir. Denemelerde damla çapları ve damla dağılım düzgünlüğünün belirlenmesinde suya duyarlı kağıtlar kullanılmıştır. Damla çaplarının analizlerinde ise Image Tool for Windows V3 Görüntü işleme programından yararlanılmıştır.

Duran vd. (2013), yaptıkları çalışmada Samsun ili fındık (*Corylus avellena* L.) bahçelerinde kimyasal mücadele uygulamalarında üreticiler tarafından kullanılan sırt atövizörü ile alternatif olabilecek pülverizatörlerin uygunluğunu tespit amacıyla damla çap değerlerini arazi ve laboratuvar şartlarında uygulamalar yapılarak belirlenmişlerdir. Her pülverizatör tipi için fındık bahçesinde iz maddesi uygulamaları ve laboratuvarda lazer ölçüm sistemi ile damla çap değerleri belirlenmiştir. Denemelerde sırt atövizörü, hava akımlı döner diskli memeli sırt atomizörü ve soğuk sisleme makinası kullanılmıştır. Pülverizatör tiplerine bağılı olarak damla çap değerlerinin lazer ve leke yönteminde değıştiğı tespit edilmiş olup leke yönteminde suya duyarlı kağıtlar (WSP) kullanılarak uygulamalar yapılmış ve suya duyarlı kağıtların analizleri UTHSCSA Image Tool for Windows V3 görüntü işleme programı ile yapılmıştır. Damla çaplarının ölçümlerinde Malvern Marka Spraytec Model cihaz kullanılmıştır. Denemelerde sırt atomizöründe 100 l/da, hava akımlı döner diskli memeli sırt atomizöründe 20 l/da ve soğuk sisleme makinasında 10 l/da norm değerleri uygulanmışlar ve sonucunda lazer ölçüm sisteminde Hacimsel Ortalama Çap değerleri sırt atomizöründe 95.82 µm, hava akımlı döner diskli memeli sırt atomizöründe 64.68 µm ve soğuk sisleme makinasında 34.11 µm ölçmüştür. Leke yönteminde ise Hacimsel Ortalama Çap değerleri sırt atövizöründe 122.50 µm, hava akımlı döner diskli memeli sırt atomizöründe 88.59 µm ve soğuk sisleme makinasında 54.50 µm olarak ölçülmüştür. Damla çap değerleri lazer ölçüm sistemindeki leke yöntemine göre gerçek değerlerine daha yakın sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

Salyani et. Al. (2013), çalışmalarında tarla uygulamalarında farklı görüntü işleme tekniklerini karşılaştırmak amacıyla farklı özellikteki emici kağıt ile suya duyarlı kağıt kullanmışlardır. Denemelerinde farklı meme tiplerini iki değışik yükseklikte uygulamalar yapmışlar ve damla dağılım ile kalıntıları ölçmüştür. Yaptıkları çalışmada suya duyarlı kağıtların tarla uygulamalarında damla dağılımı ve kalıntının tespit edilmesinde istatistiksel olarak daha yüksek doğrulukta kullanılabileceğini belirlemişlerdir.

Toy (2014), aksiyal fanlı hava akımlı bir pülverizatörle bağ ilaçlamasında konvansiyonel (Lechler TR ve Albuz ATR) ve düşük sürüklenmeli konik hüzmeli memelerin (Lechler ITR ve Albuz TVI) ilaç uygulama etkinliklerinin karşılaştırmıştır. Denemeler, üç farklı hava hızında (13.5, 18.1 ve 20.8 m/s) ve üç farklı ilerleme hızında (4.36, 5.89 ve 7.16 km/h) gerçekleştirilmiştir. Yapraklar üzerindeki ilaç kalıntılarının ve ilaç kayıplarının belirlenmesinde filtre kağıtları, kaplama oranlarının belirlenmesinde ise suya duyarlı kağıtlar kullanılmıştır. Kapsama oranı, suya duyarlı kağıtların bir görüntü işleme programıyla (Depositscan) analiz edilmesiyle belirlenmiştir. Memelerin damla çapları (VMD) ise laser difraksiyon prensibiyle çalışan bir ölçme sistemi kullanılarak ölçülmüştür.

Çomaklı (2017), yürüttükleri çalışmada konik hüzmeli meme plakalarında orifis çapı, girdap plaketi ve püskürtme basıncı değişkenlerinin püskürtme açısı, akış katsayısı ve pülverizasyon karakteristiklerine olan etkisini araştırmışlardır. Püskürtme açısı değişiminde meme orifis çapı, girdap plaketi ve püskürtme basıncının etkisi istatistiksel açıdan çok önemli olduğu kanaatine varılmıştır.

Açık (2018), yapmış olduğu denemelerde pestisit uygulamalarında yaygın olarak kullanılan farklı tip hidrolik memelerin farklı ilerleme hızı ve püskürtme yüksekliğinde yüzey kaplama oranı ve damla dağılım düzgünlüğünü karşılaştırmıştır. Denemelerde standart yelpaze hüzmeli (ST), yüksek etki alanlı (LU), hava emişli (IDK), çift yarıkli hava emişli (IDKT), dar hüzmeli standart (STD), içi boş konik hüzmeli (DC) ve düşük sürüklenme potansiyelli (AD) olmak üzere yedi farklı tip hidrolik meme kullanılmış ve püskürtme uygulamaları sabit 300 kPa (3.0 bar) işletme basıncı ve 80 l/ha düşük uygulama hacminde gerçekleştirilmiştir. Denemeler püskürtme uygulamaları 12 metre uzunluğunda doğrusal hareketli otomatik hız kontrollü bir püskürtme simülatörü kullanılarak kapalı bir tesiste kontrollü şartlarda yürütülmüştür. Damla örnekleme için suya duyarlı kağıt tercih edilmiş ve hidrolik memelerle ilgili yapılan tüm denemeler iki farklı ilerleme hızları ve üç farklı püskürtme yüksekliklerinde yürütülmüştür. ST tip memede ince yapılı; LU, STD, DC ve AD tip memelerde ince ve orta yapılı; IDK tip memede orta ve kaba yapılı ve IDKT tip memede orta ve aşırı kaba yapılı damlaların üretildiği saptanmıştır. Yüzey kaplama açısından LU tip memenin ortalaması en yüksek olup, bunu DC ve ST tip memeler takip etmiştir. En düşük yüzey kaplama IDKT tip memede elde edilmiştir. Püskürtme yüksekliği minimum seviyede tutulduğunda yüzey kaplamanın arttığı saptanmıştır.

Damla dağılım düzgünlüğünü arttırmak için püskürtme yüksekliğinin düşürülmesinin önemli olduğu belirlenmiştir.

Çetin vd. (2018), yürüttükleri çalışmada farklı püskürtme memeleri ve püskürtme basınçlarına bağlı olarak püskürtme açısı değişimlerinin görüntü işleme yöntemiyle belirlenmesini amaçlamışlardır. Araştırmada 60 kanallı 120×100 cm ölçülerinde tek meme paternatörü kullanılmıştır. Paternatörde kullanılan düşük konik hüzmeli memeler 12 farklı basınçta (1-12 bar), sürüklenme potansiyelli memeler, hava emişli memeler ve standart yelpaze hüzmeli memeler ise 8 farklı basınçta (1-8 bar) 40-60 cm püskürtme yüksekliğinde test edilmiştir. Püskürtme açılarının görüntüleri bir kamera vasıtasıyla alınarak bilgisayara aktarılan görüntüler görüntü işleme programıyla analiz edilmiş ve 3 bar basınçta tüm meme tiplerinde püskürtme basıncının püskürtme açısına etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur.

Sayınacı vd. (2019), düşük hacimli pestisit uygulamalarında kullanılan farklı tip pülverizatör memelerinde birim alana ulaşan damla sayısını belirlemek ve pülverizasyon karakteristiklerini tahminlemek amacı ile araştırma yürütmüşlerdir. Denemelerde standart (ST), yüksek etki alanlı (LU), standart dar hüzmeye açılı (STD), konik hüzmeli (DC), düşük sürüklenme potansiyelli (AD), hava emişli (IDK) ve ikiz akışlı (IDKT) meme tipleri kullanılmıştır. Damla örnekleme için suya duyarlı kağıtlardan (WSP, 26×76 mm) faydalanmışlardır. Araştırma sonucunda; ST, LU, STD, DC ve AD tip memelerle ince ve orta yapılı; IDK tip memelerle orta ve kaba yapılı; IDKT tip memelerde ise kaba, çok kaba ve aşırı kaba yapılı damlaların üretildiği belirlenmiştir. Damla sıklığı ortalamaları ince ve orta yapılı damlalar üreten memelerde 88-202 adet/cm² aralığında; orta ve kaba yapılı damlalar üreten memelerde 47-48 adet/cm² ; kaba, çok kaba ve aşırı kaba yapılı damlalar üreten memelerde 19-34 adet/cm² olarak tespit edilmiştir. Kaba yapılı damlalar üreten IDKT tip memenin kullanıldığı püskürtme uygulamalarında biyolojik etkinliği arttırmak için damla sıklığının da artırılmasını vurgulamış ve IDKT tip memenin kullanıldığı püskürtme uygulamalarında işletme basıncının önerilen basınç aralığında artırılarak daha küçük çaplı damlaların üretilmesi gerektiğini saptamıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme Yeri

Çalışmanın arazideki denemeleri Tarım ve Orman Bakanlığı Bornova Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü deneme alanlarında yapılmıştır (Şekil 1).

Suya duyarlı kağıtların analizleri ve değerlendirilmeleri Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü'nde yürütülmüştür.



Şekil 3.1. Deneme yeri genel görüntüsü

3.1.2. Deneme Materyalleri

3.1.2.1. Pülverizatör

Çalışmada Agrotek ilaçlama makinaları firmasının asılır tip tarla pülverizatörü kullanılmıştır. Tarla pülverizatörünün teknik özellikleri aşağıda verilmiştir;

Model : AR-813

Kapasitesi : 600 litre

Verdisi : 81 l/dak

Basınç : 0 – 50 kgf/cm² (kademersiz basınç ayarlamalı)

İş genişliği : 12 metre

Kumanda ünitesi: RM 40



Şekil 3.2. Denemede kullanılan pülverizatör

3.1.2.2. Denemelerde Kullanılan Meme Tipleri

Denemelerde kullanılan meme tipleri (Şekil 3.3) ile bu meme tiplerine ait bazı özellikleri tablo 3.1'de görülmektedir.

Tablo 3.1. Denemelerde kullanılan memeler ve bazı özellikleri

Meme Tipi	Meme Kod	Özellikleri
TR 80-03 C	M1	İçi boş konik hüzmeli meme
AITX B 8003	M2	Hava emişli konik meme
ID 90-03 C	M3	Hava emişli yelpaze meme
IDK 120-03	M4	Hava emişli yelpaze meme



Şekil 3.3. Denemede kullanılan meme tipleri

3.1.2.3. Suya Duyarlı Kağıt

Uygulama sonrasında elde edilen damlaların sayıları ve çapları ile yüzey kaplanma değerini belirlemek için örnekleme yüzeyi olarak 26X76 mm boyutlarında suya duyarlı kağıtlar (WSP) (Syngenta) kullanılmıştır. Suya duyarlı kağıtların uygulamalar sırasında uçmaması için kağıt kısıkaçları kullanılarak tutturulmuşlardır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Denemelerde kullanılan suya duyarlı kağıt

3.1.2.4. Manometre

Denemelerde Lechler marka yağ banyolu manometre kullanılmıştır (Şekil 3.5). Basınç aralık değerleri 0-25 bar arasında değişmektedir.



Şekil 3.5 Denemelerde kullanılan manometre

3.1.2.5. Tarayıcı

Suya duyarlı kağıtların taranmasında CanoScan LiDE 220 Scanner Coopier cihazı kullanılmıştır. Örnek WSP'ler 600 dpi'da taranarak bir görüntü analiz programı yardımıyla (Image Tool V 3) analizleri yapılmıştır.

3.1.2.6. Anemometre

Denemeler sırasında hava hızı problu tip olan dijital termo anemometre (Dwyer Series 471) ile ölçülmüştür (Şekil 3.6). Anemometrenin hava hızı ölçüm aralığı 0-70 m/sn olup (+/-) % 5 hassasiyetinde ölçüm yapabilmektedir.



Şekil 3.6. Denemelerde kullanılan anemometre

3.1.2.7. Traktör

Denemelerde Massey Ferguson 3.050 model traktör kullanılmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Denemelerde kullanılan traktör

3.2. Yöntem

3.2.1. Damla Çap, Yüzey Kaplama ve Damla Sıklığı Değerlerinin Belirlenmesi

Bu araştırmanın amacı pülverizasyon uygulamalarından sonra damlaların hacimsel ortalama damla çapları ile yüzey kaplama değerlerinin hesaplanmasıdır.

Denemeler, üç farklı hava emişli meme tipi (ID 90-03 C, IDK 120-03, AITX B 8003) için iki farklı uygulama yüksekliğinde (50, 70 cm) ve üç farklı püskürtme basınçta (2, 4, 6 bar) 4 tekerrürlü olarak, sabit norm ve sabit ilerleme hız değerlerinde yürütülmüştür. Değerleri karşılaştırmak için TR 80-03 C püskürtme memesi de analiz edilmiştir.

Uygulamalarda örnekleme yüzeyi olarak suya duyarlı kağıtlar kullanılmıştır. Suya duyarlı kağıtlar uygulamalardan önce ahşap takozlar üzerine birer adet yerleştirilmiştir. Bu takozlar her meme hizasına bir adet olmak üzere üçer metre ara ile her tekerrür için deneme alanında yerleştirilmiştir (Şekil 3.8).

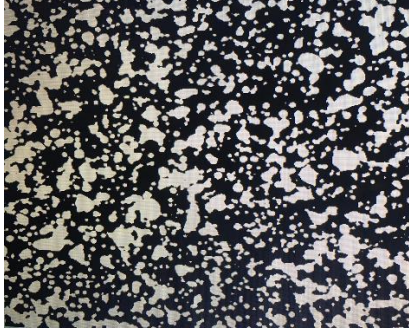


Şekil 3.8. Suya duyarlı kağıtların takozlarda deneme alanındaki yerleşim durumu

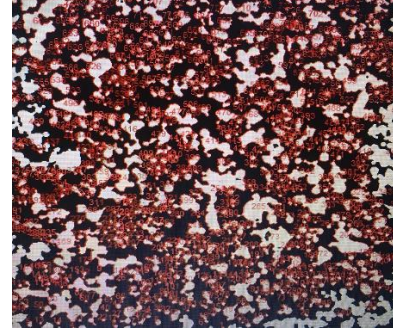
Pülverizatör ile yapılan uygulamalar sonrasında suya duyarlı kağıtlar üzerinde boyalı damlaların oluşturduğu leke çapları (Şekil 3.9a) görüntü işleme tekniği programı ile analizleri yapılarak tespit edilmişlerdir (Sarita, 1996). Uygulamalardan sonra WSP'lerin kuruması beklenmiş ve etiketlenmiş olan zarflara konulmuştur. Suya duyarlı kağıtlar scanner ile taranarak JPEG formatında bilgisayar ortamına (Şekil 3.9b) aktarılmıştır.

Bilgisayar ortamında UTHSCSA Image Tool for Windows V3 görüntü işleme programı ile analizleri yapılmıştır. Suya duyarlı kağıtların üzerinde analizleri

yapılan leke çapları yayılma faktörü katsayıları kullanılarak excel bilgisayar programında gerçek damla çap değerleri hesaplanmıştır.



şekil 3.9 a. Uygulamadan sonra suya duyarlı kağıt



şekil 3.9 b. Bilgisayar ortamına aktarılan suya duyarlı kağıt

Elde edilen gerçek damla çapları kullanılarak pülverizasyonun kalitesini belirleyen hacimsel ortalama damla çapları ve yüzey kaplama (%) değerleri hesaplanmıştır.

Denemelerde kullanılan suya duyarlı kağıtların alanı ile damla sayıları oranlanarak birim alandaki damla sıklığı (adet/cm²) belirlenmiştir.

Hacimsel Ortalama ap

Pülverizasyon uygulama tekniğinde farklı damla çap tanımlarının olmasına rağmen yaygın olarak Hacimsel ortalama damla ap (VM) ifadesi kullanılmaktadır. VMD pülverizasyon sırasında elde edilen damlaların hacimsel olarak iki eşit kısma ayıran çap olarak tanımlanmaktadır.

VMD yardımı ile belirli uygulama hacminden oluşacak damla sayısının hesaplanmasında kullanılmaktadır. Dolayısıyla VMD karşılaştırma büyüklüğü olarak, çeşitli damla çap analiz yöntemleriyle elde edilen ortalama çapların birbirleri ile karşılaştırılmaları için uygun çap değeridir.

Hacimsel ortalama çap sayesinde yüzey kaplamanın hangi çap değerlerindeki damlalardan oluştuğunu tespit etmek mümkün olmaktadır. Pülverizasyon uygulamasından elde edilen damlaların hacim ve yüzeyleri değerleri yardımıyla VMD aşağıda verilen eşitlik ile de hesaplanmaktadır.

$$d_v = \sqrt[3]{\frac{\sum d_i^3 \times n_i}{n}}$$

Burada;

- d_v : Hacimsel ortalama çap (μm),
 d_i : (i)'nci sınıftaki damla çapı (μm),
 n_i : d_i çap sınıfındaki damla sayısı,
 n : Hesaplama da kullanılan toplam sayıdır

3.2.2. Görüntü İşleme Programı

Hacimsel ortalama damla çap değeri ile yüzey kaplanma oranlarının analizlerinde ise UTHSCSA Image Tool for windows 3.0 programı kullanılmıştır. Uygulamalarda kullanılan WSP'ler scannerde tarandıktan sonra bu program kullanılarak damla çap değerleri ve yüzey kaplama oranları hesaplanmıştır.

Suya duyarlı kağıtlar uygulamadan sonra scanner ile 600 dpi olarak taranarak JPEG formatında bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Bilgisayar ortamında WSP zerindeki leke değerlerinden excel programı yardımıyla leke çapları gerçek damla çap değerlerine dönüştürülmüştür. Gerçek damla çap değerlerinden de hacimsel ortalama damla çap değerleri μm olarak hesaplanmıştır.

Ayrıca görüntü işleme programında taranmış ve Tiff formatında kaydedilen suya duyarlı kağıtların üzerinde damlaların yüzey kaplama oranı hesaplanmıştır.

3.2.3. Pülverizatörün Kalibrasyonu

Denemeler sabit norm değeri ve ilerleme hızında yürütülmüştür. Norm değerinin 200 l/ha değeri için ilerleme hızı aşağıda verilen eşitlik yardımı ile hesaplanmıştır.

$$N = Q \times 600 \div V \times B$$

Bu eşitlikte;

Q : Meme verdisi (l/dak)

V : İlerleme hızı (km/h)

N : İlaçlama normu (l/ha)

B : İş genişliği (m)

Yukarıdaki eşitliğe göre hesaplanan hız değerinde uygulamalar yapılmıştır. Uygulamaların yapılması esnasında hava hızı ve hava sıcaklık değerleri de kaydedilmiştir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Kaplama Oranı

Bu bölümde meme tipleri arasındaki değişim, püskürtme yüksekliğindeki değişim, basınç değişimi ve bunlar arasındaki kombinasyonların damla kaplama oranı üzerine etkisi ayrı bölümler halinde değerlendirilmiştir.

4.1.1. Meme Tipleri Arasındaki Değişimin Kaplama Oranına Etkisi

Denemelerde kullanılan meme tiplerinde sabit norm ve ilerleme hız değerlerinde farklı uygulama yükseklikleri ve püskürtme basınçlarda uygulamalar yapılmıştır. Uygulamalardan elde edilen hacimsel ortalama damla çap ve yüzey kaplama oranları değerlendirilmiştir. Duran vd (2012) çalışmalarında damla çaplarının belirlenmesinde suya duyarlı kağıtlar kullanılmıştır. Damla çaplarının analizlerinde ise Image Tool for Windows V3 Görüntü işleme programından yararlanılmıştır. Ayrıca Fox et al (2001) yaptıkları çalışmalarında yüzey kaplama oranının belirlenmesinde bir çok yöntem olmasına rağmen en kolay uygulanabilen yöntemin suya duyarlı kağıtlarla yapılan analiz olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan uygulamalarda elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Denemelerde kullanılan meme tipleri kaplama oranları

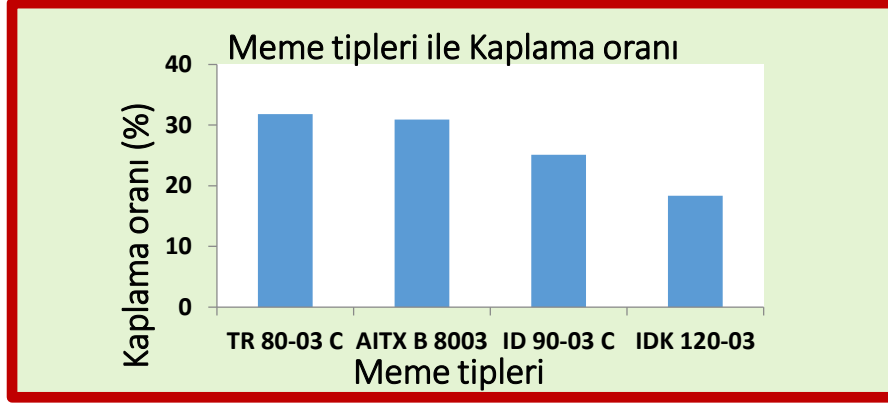
Meme Tipi		Kaplama oranı (%)
TR 80-03 C	A	31.78
AITX B 8003	A	30.89
ID 90-03 C	B	25.09
IDK 120-03	C	18.34

LSD= 3.03

VK = % 19.87

* Farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki farklılık önemlidir (P < 0.05)

Tablo 4.1 incelendiğinde kaplama oranı açısından meme tipleri arasında istatistiksel açıdan P < 0.05 önemlilik düzeyine göre önemli farklar olduğu görülmektedir. TR 80-03 C meme tipi % 31.78 değeri ile en yüksek oranı sağlamıştır.



Şekil 4.1. Meme tiplerine göre kaplama oranları

AITX B 8003 meme tipi ise TR 80-03 C meme tipine yakın kaplama oranı sağlayarak istatistiksel olarak da aynı grupta yer almıştır. Bu meme tiplerini ise % 25.09 ve % 18.34 ile sırasıyla ID 90-03 C ve IDK 120-03 meme tipleri izlemiştir (Şekil 4.1).

4.1.2. Püskürtme Yüksekliklerinin Kaplama Oranına Etkisi

Denemeler farklı püskürtme yüksekliklerinde yapılmıştır. Uygulamalar sonucunda elde edilen değerler istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve sonuçlar tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.2. Püskürtme yüksekliklerine göre sonuçlar

Püskürtme yüksekliği (Bar)		Kaplama oranı (%)
50	A	29.23
70	B	23.81

LSD= 2.15

VK = % 19.87

* Farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki farklılık önemlidir (P < 0.05)

Tablo 4.2 incelediğinde denemelerde uygulanan püskürtme yükseklikleri arasında istatistiksel açıdan P < 0.05 önemlilik düzeyine göre farklar bulunmaktadır. Püskürtme yüksekliği olarak 50 cm uygulamalarında kaplama oranının % 29.23 ile 70 cm olan püskürtme yüksekliği kaplama oranından % 23.81 daha iyi bir kaplama sağladığı görülmektedir. Püskürtmenin uygun yükseklikten yapılması damla dağılım düzgünlüğünün yanı sıra kaplama oranını da etkilemektedir. Wang et al (1995) çalışmalarında püskürtme yüksekliğinin damla dağılım düzgünlüğüne etkilerinin istatistiksel olarak önemli olduğunu tespit etmişleridir.

4.1.3. Püskürtme Basınçlarının Kaplama Oranına Etkisi

Denemeler sırasında uygulanan farklı püskürtme basınç değerlerinden elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve sonuçlar tablo 4.3’de verilmiştir.

Tablo 4.3. Püskürtme basınçlarına göre sonuçlar

Püskürtme basınçları (Bar)		Kaplama oranı (%)
6	A	28.61
4	A	27.38
2	B	23.58

LSD= 2.63

VK = % 19.87

* Farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki farklılık önemlidir (P < 0.05)

Farklı püskürtme basınç uygulamalarından elde edilen kaplama oranları açısından istatistiksel açıdan P < 0.05 önemlilik düzeyine göre farklar bulunduğu belirlenmiştir. Püskürtme basınç değerlerine göre elde edilen kaplama oranları arasında en iyi kaplama oranı 6 bar basınç değerinde % 28.61 oranı ile elde edilmiştir. Bu değeri 4 bar püskürtme basınç değeri % 27.38 takip etmiş ve 2 bar püskürtme basınç uygulaması da % 23.58 kaplama oranı ile en düşük oran olmuştur.

Klotchkov et al. (1998) yaptıkları çalışmalarında püskürtme yüksekliği ve püskürtme basıncının doğru seçilmesi ile pestisit uygulamalarındaki kayıpların %1.2-2.8 oranında azaltılmasının mümkün olduğunu belirlemişlerdir.

4.1.4. Meme Tipleri, Püskürtme Yükseklikleri ve Püskürtme Basınçlarının Kaplama Oranına Etkisi

Denemelerde meme tipleri ile farklı püskürtme yükseklikleri ile püskürtme basınçlarında uygulamalar yapılmış ve elde edilen sonuçlar, kaplama oranları açısından değerlendirilmiştir.

4.1.4.1. Meme Tipleri ile Püskürtme Yüksekliklerinin Kaplama Oranına Etkisi

Denemelerde dört farklı meme tipi 50 cm ve 70 cm püskürtme yüksekliğinde pülverizasyon uygulamaları yapılmış ve kaplama oranları ile yükseklikler arasındaki sonuçlar değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar tablo 4.4’de verilmiştir.

Tablo 4.4. Püskürtme yükseklikleri ile kaplama oranı ilişkisi

Meme tipi	Püskürtme yüksekliği (cm)		Kaplama oranı (%)
IDK 120-03	50	A	34.20
ID 90-03 C	50	AB	32.57
IDK 120-03	70	AC	29.36
ID 90-03 C	70	AC	29.21
AITX B 8003	50	BC	26.13
AITX B 8003	70	C	24.03
TR 80-03 C	50	C	24.03
TR 80-03 C	70	D	12.65

LSD= 4.29

VK = % 19.87

* Farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki farklılık önemlidir (P < 0.05)

Püskürtme yüksekliği ile kaplama oranlarının istatistiksel olarak değerlendirildiğinde P < 0.05 önemlilik düzeyine göre püskürtme yüksekliğine bağlı olarak kaplama oranları arasında farklar olduğu görülmektedir.

Püskürtme yüksekliğinin 50 cm olduğu uygulamalarda, 70 cm püskürtme yüksekliğine göre aynı meme tipinde daha iyi kaplama oranları sağlamıştır.

Farklı meme tipleri incelendiğinde en yüksek kaplama oranı 50 cm püskürtme yüksekliğinde, IDK 120-03 meme tipinde % 34.20 oranı ile elde edilirken en düşük kaplama oranı ise TR 90-03 C meme tipinde % 12.65 oranı ile elde edilmiştir. Lardoux et al (1998) çalışmalarında uygulamada boom yüksekliğinin ve meme tipinin kaplama oranına etkili olduğunu belirlemişlerdir. Hoffman (1999) çalışmasında damla çaplarının sürüklenme ve yüzey kaplanma ilişkilerini belirlemek için yaptığı araştırmasında düzgün ilaçlama için damla çaplarının doğru seçiminin önemini vurgulamıştır. Ayrıca Lardoux et al. (1998) çalışmalarında püskürtme yüksekliğinin, ilerleme hızının, meme tipinin ve memelerin konum açılarının yüzey kaplama oranına etkilerini araştırmışlar ve söz konusu parametrelerin yüzey kaplama oranı ile birlikte buharlaşma ve sürüklenmeye etkili olduklarını saptamışlardır. Genel olarak hava emişli meme tiplerinde, içi boş konik hüzmeli (TR 80-03 C) meme tipinden her ki püskürtme yüksekliği uygulamalarında da kaplama oranı açısından daha iyi sonuçlar vermiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Meme tipleri ile püskürtme yüksekliği ve kaplama oranı ilişkisi

Hava emişli meme tiplerinin tümünde 50 cm püskürtme yüksekliği 70 cm püskürtme yüksekliğine göre daha yüksek oranda kaplama oranı sağlamıştır. Hava emişli meme tiplerinden olan IDK 120-03 meme tipi 50 cm püskürtme yüksekliğinde % 34.20 kaplama oranı sağlarken püskürtme yüksekliğinin 70 cm olması durumunda ise bu oran % 29.36 olarak saptanmıştır.

4.1.4.2. Meme Tipleri ile Püskürtme Basınçlarının Kaplama Oranına Etkisi

Denemelerde dört farklı meme tipi için uygulanan üç farklı püskürtme basınç (2, 4, 6 bar) uygulamaları sonucunda elde edilen kaplama oranlarının istatistiksel analiz sonuçları tablo 4.5’de verilmiştir.

Tablo 4.5. Püskürtme basınçları ile kaplama oranı ilişkisi

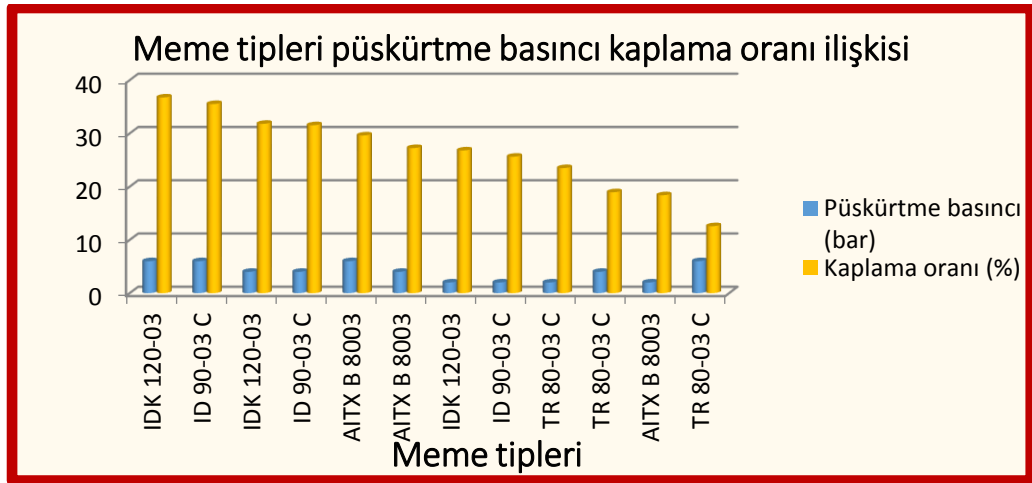
Meme tipi	Püskürtme basıncı (Bar)		Kaplama oranı (%)
IDK 120-03	6	A	36.74
ID 90-03 C	6	A	35.51
IDK 120-03	4	AB	31.80
ID 90-03 C	4	AB	31.53
AITX B 8003	6	BC	29.61
AITX B 8003	4	BD	27.24
IDK 120-03	2	BD	26.80
ID 90-03 C	2	CD	25.62
TR 80-03 C	2	DE	23.48
TR 80-03 C	4	E	18.95
AITX B 8003	2	E	18.39
TR 80-03 C	6	F	12.57

LSD= 5.26

VK = % 19.87

* Farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki farklılık önemlidir (P < 0.05)

Uygulamalar sonucunda elde edilen sonuçlara göre püskürtme basınç farklılıklarına göre meme tiplerinde farklı kaplama oranları elde edilmiş ve bu değerlerin istatistiksel anlamda $P < 0.05$ önemlilik düzeyine göre önemli olduğu belirlenmiştir. Tablo 4.5 incelendiğinde denemelerde kullanılan meme tipleri arasında IDK 120-03 uygulamalarda 6 bar basınç değerinde % 36.74 kaplama oranı ile yüksek kaplama oranını sağlamıştır. Konik hüzmeli meme tipi olan TR 80-03 C meme tipin 6 bar basınç uygulamasında % 12.57 ile en düşük kaplama oranı elde edilmiştir. Uygulamalarda IDK 120-03 ile ID 90-03 C meme tiplerinde 6 barda % 36.74 ve % 35.51 ile 4 bar basınç değerlerinde ise % 31.80 ve % 31.53 kaplama oranları elde edilmiştir (Şekil 4.3). Chiu HsiangWen et al. (1999) pestisit kayıplarının belirlenmesi amacıyla suya duyarlı kağıtlar ile görüntü işleme programı kullandıkları çalışmalarında yüzey kaplama oranının da belirlenebildiğini belirtmişlerdir. Ayrıca çalışmalarında yüzey kaplama oranının püskürtme yüksekliği, veya ilerleme hızı arttırıldığında ya da püskürtme basıncı düşürüldüğünde azaldığını tespit etmişlerdir.



Şekil 4.3. Meme tiplerinin püskürtme basınçlarında kaplama oranları

Hava emişli meme tiplerinde en yüksek kaplama oranları 6 barda elde edilirken, en düşük kaplama oranları 2 bar basınç uygulamalarında görülmüştür. Konik hüzmeli meme (TR 80-03 C) meme tipinde ise en yüksek kaplama oranı 2 bar basınç uygulamasında %23.48 ile ve en düşük kaplama oranı 6 bar basınç uygulamasında %12.57 oranı ile elde edilmiştir.

4.1.4.3. Meme Tipleri ile Püskürtme Yükseklikleri ve Püskürtme Basınçlarının Kaplama Oranına Etkisi

Denemelerde dört farklı meme tipi için 2 farklı püskürtme yüksekliği (50 cm, 70 cm) ve üç farklı püskürtme basınç (2, 4, 6 bar) uygulamaları sonucunda elde edilen kaplama oranlarının yükseklik ve basınç değerlerine bağlı olarak değişimlerinin istatistiksel analiz sonuçları tablo 4.6’da verilmiştir.

Pülverizasyon uygulamaları sonucunda meme tiplerinde püskürtme yüksekliği ile püskürtme basınç değerlerine göre elde edilen kaplama oranları arasında istatistiksel anlamda $P < 0.05$ önemlilik düzeyine göre önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.6. Püskürtme yüksekliği ve püskürtme basınçları ile kaplama oranı ilişkisi

Meme tipi	Püskürtme Yüksekliği (cm)	Püskürtme basıncı (Bar)		Kaplama oranı (%)
IDK 120-03	70	6	A	37.29
IDK 120-03	50	4	AB	36.95
IDK 120-03	50	6	AC	36.19
ID 90-03 C	50	6	AD	35.64
ID 90-03 C	70	6	AE	35.39
AITX B 8003	50	6	AF	33.54
ID 90-03 C	50	4	AG	32.22
ID 90-03 C	70	4	AH	30.83
ID 90-03 C	50	2	BH	29.85
IDK 120-03	50	2	CH	29.47
AITX B 8003	70	4	DI	28.57
TR 8003 C	50	4	EI	28.16
TR 8003 C	50	2	EI	28.10
IDK 120-03	70	4	FI	26.66
AITX B 8003	50	4	GJ	25.92
AITX B 8003	70	6	GJ	25.67
IDK 120-03	70	2	HK	24.14
ID 90-03 C	70	2	IL	21.39
AIXT B 8003	50	2	IL	18.94
TR 8003 C	70	2	JL	18.87
AITX B 8003	70	2	KL	17.85
TR 8003 C	50	6	LM	15.81
TR 8003 C	70	4	M	9.74
TR 8003 C	70	6	M	9.33

LSD= 3.73

VK = % 19.87

* Farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki farklılık önemlidir ($P < 0.05$)

Hava emişli meme tiplerinde püskürtme yüksekliğinin 50 cm ve 70 cm olduğu uygulamalarda kaplama oranı açısından püskürtme basınç değerlerinin 6 bar olduğu durumda kaplama oranı değerleri istatistiksel olarak aynı grupta yer almış ve birbirine yakın sonuçlar tespit edilmiştir. Basınç değerinin azalması ile kaplama oranlarında azalmalar olduğu görülmüştür. Özellikle 2 bar püskürtme basınç uygulamalarında hava emişli meme tiplerinde kaplama oranı değerinde azalmalar olmuştur.

Hava emişli meme tiplerinden IDK 120-03 meme tipi 50 ve 70 cm püskürtme yüksekliği uygulamalarında 4 ve 6 bar püskürtme basınçlarında birbirine çok yakın kaplama oranı sağlamıştır. Bu meme tipinde 50 cm püskürtme yüksekliğinde ve 4 bar püskürtme basınç değerinde kaplama oranı % 36.95 iken 70 cm ve 6 bar uygulamalarında ise % 36.19 kaplama oranı elde edilmiştir. En düşük kaplama oranı ise % 9.33 ile içi boş konik hüzmeli meme tipinde (TR 8003 C) 70 cm püskürtme yüksekliği ve 6 bar püskürtme basınç uygulamasında elde edilmiştir.

Genel olarak her meme tipinde püskürtme yüksekliğinin 50 cm ve püskürtme basıncının 6 bar olduğu uygulamalarda en yüksek kaplama oranları elde edilmiştir. Fakat denemeler sırasında tersi tespitlerde yapılmıştır. Hava emişli meme tipi olan IDK 120-03 meme tipinde 50 cm püskürtme yüksekliğinde 4 bar püskürtme basınç değerinde % 36.95 ve 6 bar değerine göre (% 36.19) yüksek kaplama oranı elde edilmiştir (Tablo 4.6). Püskürtme basınç değerinin düşük olduğu ancak kaplama oranının yüksek olduğu durumlarda tespit edilmiştir. Bu durumların denemeler sırasında doğal şartlarda yürütülmüş olmasından kaynaklanabileceği ve değerlerin birbirine yakın olması nedeniyle de olumsuz bir sonuç olarak değerlendirilemeyeceği söylenebilir. Açık (2018) bazı meme tiplerinin farklı püskürtme yükseklikleri ve ilerleme hızşarında yüzey kaplama ve damla dağılım düzgünlüğu belirleme amacıyla yaptığı çalışmasında püskürtme yüksekliğinin minimum seviyede tutulması ile yüzey kaplama oranının arttığını belirlemiştir.

Ayrıca denemelerde meme tiplerinin püskürtme yüksekliği ile püskürtme basınç değerleri arasında istatistiksel anlamda bir fark olmadığı için değerlendirme yapılmamıştır.

4.2. Hacimsel Ortalama Damla Çap (VMD)

Bu bölümde meme tipleri arasındaki değişim, püskürtme yüksekliğindeki değişim, basınç değişimi ve bunlar arasındaki kombinasyonların Hacimsel Ortalama Damla Büyüklüğü (VMD) üzerine etkisi ayrı bölümler halinde değerlendirilmiştir.

4.2.1. Meme Tiplerinin VMD Üzerine Etkisi

Denemelerde 4 farklı meme tipinde sabit norm ve ilerleme hız değerlerinde iki farklı uygulama yükseklikleri ve üç püskürtme basınç değerlerinde uygulamalar yapılmıştır.

Yapılan uygulamalarda elde edilen sonuçlar hacimsel ortalama çap değerleri istatistiksel olarak değerlendirilmiştir (Tablo 4.7).

Tablo 4.7. Denemelerde kullanılan meme tipleri VMD değerleri

Meme Tipi		VMD (μm)
AITX B 8003	A	547.01
ID 90-03 C	B	461.68
IDK 120-03	B	446.89
TR 80-03 C	C	256.60

LSD= 27.89

VK = % 11.31

* Farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki farklılık önemlidir ($P < 0.05$)

Tablo 4.7 incelendiğinde VMD değerleri açısından denemede kullanılan meme tipleri arasında $P < 0.05$ önemlilik düzeyine göre farklar olduğu görülmektedir. AITX B 8003 meme tipinde en büyük VMD 547.01 μm değeri ile elde edilmiştir. Denemelerde en küçük VMD değeri ise içi boş konik hüzmeli (TR 80-03 C) memede 256.60 μm olarak elde edilmiştir. Çelen ve Aktaş (2000) çalışmalarında suya duyarlı kağıt kullanarak damla büyüklüklerinin belirlemişlerdir.

4.2.2. Meme Tipleri ile Püskürtme Yüksekliklerinin VMD Üzerine Etkisi

Pülverizasyon uygulamalarında VMD değerlerine püskürtme yüksekliğinin etkileri incelenmiştir. Yapılan uygulamalarda elde edilen sonuçlar hacimsel ortalama çap değerleri istatistiksel olarak değerlendirilmiştir (Tablo 4.8).

Tablo 4.8 incelendiğinde püskürtme yüksekliği ile VMD değerleri arasında istatistiki anlamda $P < 0.05$ önemlilik düzeyine göre farklar olduğu görülmektedir.

Hava emişli meme tiplerinden AITX B 8003 en büyük VMD değerini 50 cm püskürtme yüksekliğinde ve 547.01 μm olarak sağlamıştır.

Tablo 4.8. Püskürtme yüksekliği VMD ilişkisi

Meme tipi	Püskürtme yüksekliği (cm)		VMD (μm)
AITX B 8003	50	A	568.15
AITX B 8003	70	B	525.86
ID 90-03 C	70	C	477.13
IDK 120-03	70	CD	457.09
ID 90-03 C	50	CD	446.23
IDK 120-03	50	D	436.70
TR 80-03 C	50	E	277.57
TR 80-03 C	70	F	235.63

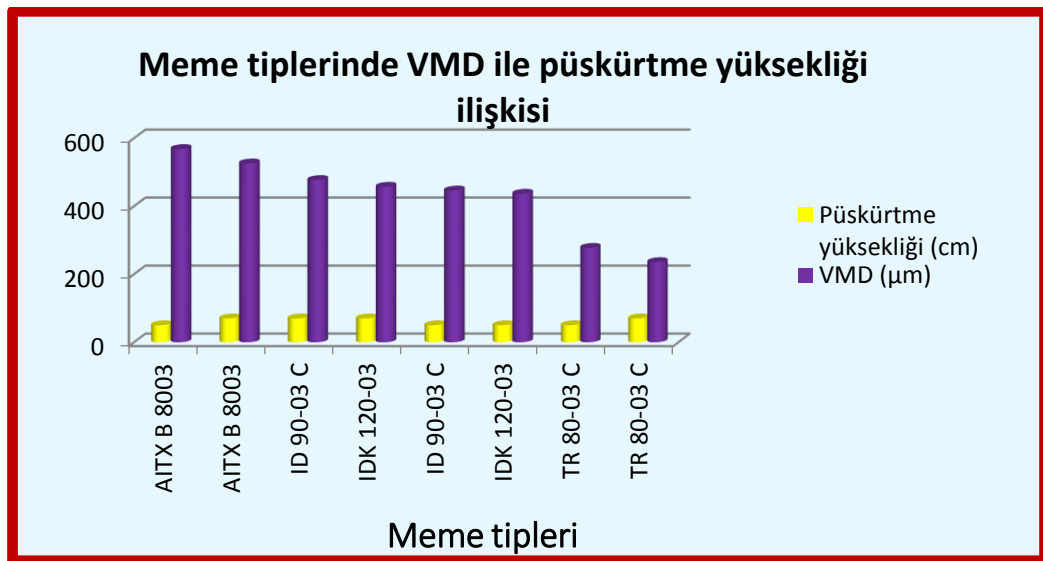
LSD= 39.44

VK = % 11.31

* Farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki farklılık önemlidir ($P < 0.05$)

Genel olarak hava emişli meme tiplerinde püskürtme yüksekliğinin 70 cm olduğu uygulamalarda, 50 cm püskürtme yüksekliği uygulamalarına göre daha büyük VMD değerleri elde edilmiştir (Şekil 4.4). Hava emişli meme tipleri (ID 90-03 C ve IDK 120-03) pestisit uygulama kalitesi açısından çok iri damla sınıfında ve AITX B 8003 meme tipi ise oldukça iri damla sınıfında yer almıştır.

Hava emişli meme tiplerinden elde edilen VMD değerleri açısından orta damla çap sınıfında ve sürüklenme riskinin en az olduğu grupta yer almıştır (ASABE, 2009). Jong-A-de et al. (2000) çalışmaları sonucunda pestisit uygulamalarındaki kayıpların azaltılmasını sağlamak için püskürtme yüksekliğinin azaltılmasının da uygulama tekniği olarak kullanılabileceğini belirlemişlerdir.



Şekil 4.4. Meme tiplerinin püskürtme yüksekliğine göre VMD değerleri

İçi boş konik hüzmeli meme tipinde ise hava emişli meme tiplerine göre her iki püskürtme yüksekliğinde en küçük VMD değerleri sırasıyla 50 cm için 277.57 µm ve 70 cm için 235.63 µm olarak hesaplanmıştır.

TR 80-03 C konik meme tipi ise pestisit uygulama kalitesi açısından ince ve orta damla sınıfında yer almıştır. VMD değerleri küçük damla çap sınıfında ve sürüklenme riskinin yüksek olduğu grupta yer almıştır (ASABE, 2009).

4.3. Damla Sıklığı

Bu bölümde meme tipleri arasındaki değişim, püskürtme yüksekliğindeki değişim, basınç değişimi ve bunlar arasındaki kombinasyonların damla sıklığı üzerine etkisi ayrı bölümler halinde değerlendirilmiştir.

4.3.1. Meme Tiplerinin Damla Sıklığına Etkisi

Denemelerde kullanılan meme tiplerinde sabit norm ve ilerleme hızındaki uygulamalarda elde edilen damla sıklığına ilişkin sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir tablo 4.9'da verilmiştir. Damla sıklığı ve yüzey kaplama oranlarının belirlenmesinde Fox et al. (2003) çalışmalarında suya duyarlı kağıtlar kullanmışlardır.

Tablo 4.9. Denemelerde kullanılan meme tiplerinde damla sıklık değerleri

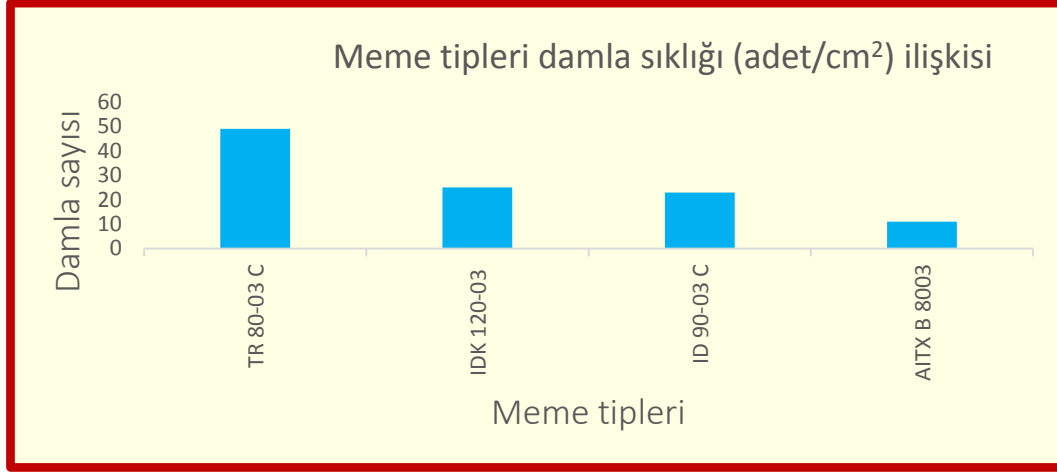
Meme Tipi		Damla sıklığı (adet/cm ²)
TR 80-03 C	A	49
IDK 120-03	B	25
ID 90-03 C	B	23
AITX B 8003	C	11

LSD= 2.88

VK = % 18.01

* Farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki farklılık önemlidir (P < 0.05)

Uygulamalardan elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde meme tipleri arasında damla sıklığı açısından istatistiksel açıdan önemli farklar bulunduğu belirlenmiştir. Meme tipleri arasında en yüksek damla sıklığı 49 (adet/cm²) TR 80-03 C meme tipinde elde edilmiştir. Hava emişli meme olan IDK 120-03 ve ID 90-03 C meme tipleri ise istatistiksel açıdan aynı grupta yer almış ve damla sıklığı açısından aralarında bir fark olmadığı saptanmıştır. Bu iki meme tipinde damla sıklık değerleri sırasıyla 25 ve 23 (adet/cm²) olmuştur (Şekil 4.5). Damla sıklığı açısından en düşük değer ise 11 (adet/cm²) ile AITX B 8003 meme tipinde elde edilmiştir.



Şekil 4.5. Meme tiplerinin damla sıklığı değerleri

4.3.2. Püskürtme Yüksekliklerinin Damla Sıklığına Etkisi

Denemelerde kullanılan meme tiplerinde sabit norm ve ilerleme hızında 50 ve 70 cm püskürtme yüksekliklerinde uygulamalar yapılmıştır. Bu yüksekliklerde yapılan uygulamalarda elde edilen damla sıklığına ilişkin sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir tablo 4.10’da verilmiştir.

Tablo 4.10. Püskürtme yüksekliklerinde damla sıklık değerleri

Püskürtme yüksekliği (cm)		Damla sıklığı (adet/cm ²)
50	A	31
70	B	23

LSD= 2.03

VK = % 18.01

* Farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki farklılık önemlidir (P < 0.05)

Tablo 4.10 incelendiğinde püskürtme yüksekliklerine göre damla sıklık değerlerinin önemli olduğu belirlenmiştir. Püskürtme yüksekliğinin 50 cm olduğu uygulamalarda 70 cm püskürtme yüksekliğine göre daha fazla damla sıklığı elde edilmiştir. Püskürtme yüksekliklerinin 50 ve 70 cm olduğu durumlarda damla sıklık değerleri sırasıyla 31 ve 23 (adet/cm²) olmuştur.

4.3.3. Püskürtme Basınçlarının Damla Sıklığına Etkisi

Denemelerde kullanılan meme tiplerinde sabit norm ve ilerleme hızında farklı püskürtme basınç değerlerinde (2, 4 ve 6 Bar) uygulamalar yapılmıştır. Farklı püskürtme basınçlarında elde edilen damla sıklığına ilişkin sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir ve tablo 4.11’de verilmiştir.

Püskürtme basınçlarının damla sıklığına olan etkileri incelendiğinde 2 Bar basınç değerinde 31 (adet/cm²) değeri ile en yüksek damla sıklığı elde edilmiştir. Uygulamalarda 4 ve 6 Bar basınç uygulamalarında ise aynı damla sıklık değerleri 25 (adet/cm²) elde edilmiştir.

Tablo 4.11. Püskürtme basınçlarında damla sıklık değerleri

Püskürtme basınçları (Bar)		Damla sıklığı (adet/cm ²)
2	A	31
6	B	25
4	B	25

LSD= 2.48

VK = % 18.01

* Farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki farklılık önemlidir (P < 0.05)

4.3.4. Meme Tipleri ile Püskürtme Yükseklikleri ve Püskürtme Basınçlarının Damla Sıklığına Etkisi

Denemelerde kullanılan 4 adet meme tipi için iki farklı püskürtme yüksekliği (50 ve 70 cm) ile üç farklı püskürtme basınç (2, 4 ve 6 Bar) değerlerinde uygulamalar yapılmıştır. Yapılan uygulamalardan elde edilen sonuçların damla sıklığı ile ilişkileinin belirlenmesi amacıyla istatistiksel analiz yapılarak değerlendirilmiştir.

4.3.4.1. Meme Tipleri ile Püskürtme Yüksekliklerinin Damla Sıklığına Etkisi

Denemelerde kullanılan meme tiplerinin farklı püskürtme yükseklik değerlerinde (50 ve 70 cm) uygulamalar yapılmıştır. Farklı püskürtme yüksekliklerinde elde edilen damla sıklığına ilişkin sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir ve tablo 4.12’de verilmiştir.

Tablo 4.12. Meme tiplerinin püskürtme yüksekliklerinde damla sıklık değerleri

Meme tipi	Püskürtme yüksekliği (cm)		Damla sıklığı (adet/cm ²)
TR 80-03 C	50	A	59
TR 80-03 C	70	B	40
IDK 120-03	50	C	28
ID 90-03 C	50	C	27
IDK 120-03	70	D	22
ID 90-03 C	70	D	19
AITX B 8003	50	E	11
AITX B 8003	70	E	11

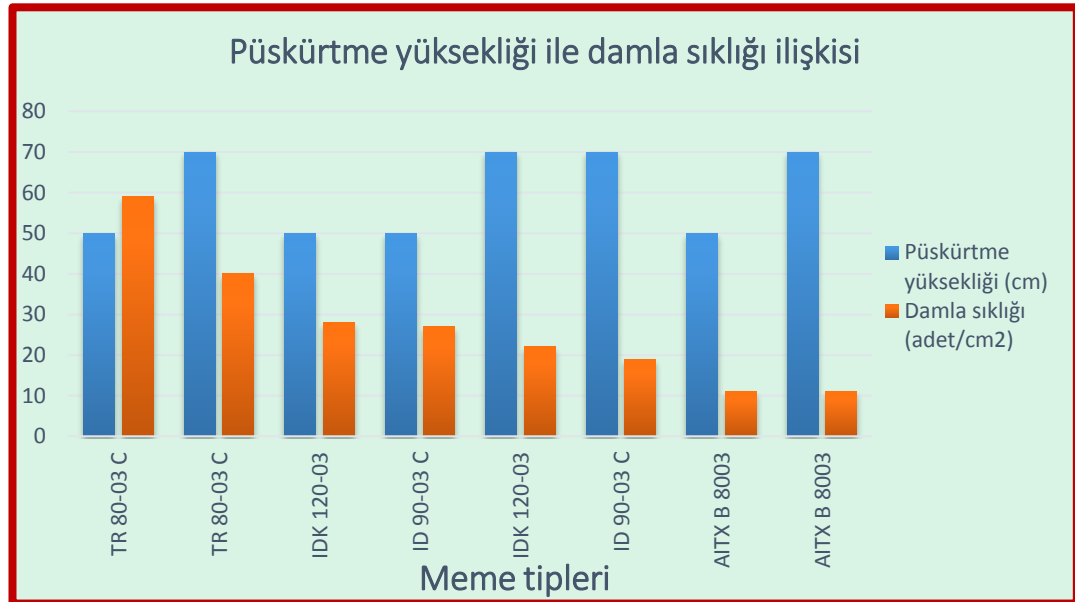
LSD= 4.06

VK = % 18.01

* Farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki farklılık önemlidir (P < 0.05)

Tablo 4.12 incelendiğinde püskürtme yüksekliklerine bağlı olarak damla sıklık değerleri açısından meme tipleri arasında $P < 0.05$ önemlilik düzeyine göre farklar olduğu görülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre bütün meme tiplerinde püskürtme yüksekliğinin 50 cm olduğu uygulamalarda 70 cm olan püskürtme yüksekliğine göre damla sıklık değerleri daha fazla olmuştur (Şekil 4.6).

Bu durum püskürtme yüksekliğinin mümkün olduğunca düşük olmasında damla sıklığının yeteri oranlarda sağlanması açısından bir gereklilik olduğuna ortaya koymaktadır. Damla sıklığının artması ile yüzey kaplama oranını da artması sağlanacaktır. Açık, (2008) çalışmasında püskürtme yüksekliğinin minimum seviyelerde tutulması ile yüzey kaplamanın arttığını saptamıştır.



Şekil 4.6. Püskürtme yüksekliklerinde damla sıklık değerleri

4.3.4.2. Meme Tipleri ile Püskürtme Basınçlarının Damla Sıklığına Etkisi

Denemelerde kullanılan meme tiplerinin farklı püskürtme basınç değerlerinde (2, 4 ve 6 Bar) uygulamalar yapılmıştır. Farklı püskürtme basınç uygulamalarında elde edilen damla sıklığına ilişkin sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir ve tablo 4.13'de verilmiştir.

Tablo 4.13 incelendiğinde püskürtme basınçlarına göre damla sıklık değerleri açısından meme tipleri arasında $P < 0.05$ önemlilik düzeyine göre farklar olduğu görülmektedir. Damla sıklık değerlerinin aynı meme tipinde basınçlara göre değiştiği belirlenmiştir.

Konik hüzmeli meme olan TR 80-03 C memede basınç değerinin artması ile damla sıklığının da 2, 4 ve 6 barda sırasıyla 67, 42 ve 40 (adet/cm²) şeklinde arttığı tespit edilmiştir. Basınç değerinin artması damla çaplarının küçülmesi ve rüzgar hızındaki ani değişikliklerin sürüklenmeye neden olacağı düşüncesi ile beklenenin tersine damla sıklığının azalmasına neden olmuş olabilir.

Tablo 4.13. Meme tiplerinin püskürtme basınçlarında damla sıklık değerleri

Meme tipi	Püskürtme basınçları (Bar)		Damla sıklığı (adet/cm ²)
TR 80-03 C	2	A	67
TR 80-03 C	4	B	42
TR 80-03 C	6	B	40
IDK 120-03	6	C	28
ID 90-03 C	2	CD	25
IDK 120-03	2	CD	24
ID 90-03 C	4	CD	24
IDK 120-03	4	D	23
ID 90-03 C	6	D	21
AITX B 8003	4	E	13
AITX B 8003	6	E	13
AITX B 8003	2	E	8

LSD= 4.97

VK = % 18.01

* Farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki farklılık önemlidir (P < 0.05)

Hava emişli meme tiplerinden olan ID 90-03 C meme tipinde de benzer durum saptanmıştır. Bu memede 2, 4 ve 6 bar basınç değerlerinde damla sıklıkları sırasıyla 25, 24 ve 21 (adet/cm²) olarak tespit edilmiştir. Bu meme tipinde her ne kadar damla sıklık değerleri püskürtme basınçlarına göre farklı değerlerde olsa da istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır.

Hava emişli memelerden olan IDK 120-03 memede ise en yüksek damla sıklık değeri 28 (adet/cm²) ile 6 bar değerinde olmuştur. Bu memede 2 bar püskürtme basınç değerinde elde edilen 24 (adet/cm²) damla sıklık değeri ise istatistiksel olarak 6 bar püskürtme basınç değeri ile aynı grupta yer almıştır. AITX B 8003 meme tipinde ise üç farklı püskürtme basınç değerinde elde edilen damla sıklık değerleri istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır (Şekil 4.7).

Genel olarak değerlendirildiğinde hava emişli meme tiplerinde 4 bar püskürtme basınç uygulamalarının daha uygun basınç değeri olduğu söylenebilir.



Şekil 4.7. Püskürtme basınçlarında damla sıklık değerleri

4.3.4.3. Püskürtme Yükseklikleri ve Püskürtme Basınçlarının Damla Sıklığına Etkisi

Denemelerde kullanılan meme tiplerinin farklı püskürtme yükseklik (50 ve 70 cm) ile püskürtme basınç değerlerinde (2, 4 ve 6 Bar) uygulamalar yapılmıştır. Farklı püskürtme yükseklik ve basınç uygulamalarında elde edilen damla sıklığına ilişkin sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir ve tablo 4.14'de verilmiştir.

Damla sıklık değerlerinin püskürtme yükseklikleri ile püskürtme basınçlarına göre değiştiği ve aralarında istatistiksel olarak da farklar olduğu Tablo 4.14'de görülmektedir. Tablo incelendiğinde her üç püskürtme basınç değerinde de 50 cm püskürtme yükseklik değerinde elde edilen damla sıklık değerlerinin 2, 4 ve 6 bar püskürtme basınçlarında sırasıyla 36, 31 ve 27 (adet/cm²) ile 70 cm püskürtme yüksekliğine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.14. Püskürtme Yüksekliklerinin püskürtme basınçlarında damla sıklık değerleri

Püskürtme yükseklikleri (cm)	Püskürtme basınçları (Bar)		Damla sıklığı (adet/cm ²)
50	2	A	36
50	4	B	31
50	6	C	27
70	2	C	26
70	6	C	24
70	4	D	20

LSD= 3.51

VK = % 18.01

* Farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki farklılık önemlidir (P < 0.05)

Püskürtme yüksekliğinin 70 cm olduğu uygulamalarda ise 2 ve 6 bar püskürtme basınçlarındaki sonuçlar 50 cm püskürtme yüksekliğindeki 6 bar püskürtme basınç değeri ile istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Püskürtme yüksekliğinin ilk olarak 50 cm olarak tercih edilmesi ve zorunlu durumlarda 70 cm püskürtme yüksekliği tercih edilecek ise de damla çap değerlerinin homojenliği açısından 2 bar püskürtme basınç değerinde uygulamalar yapılmasının daha doğru olacağı söylenebilir.

4.3.4.4. Meme Tipleri ile Püskürtme Yükseklikleri ve Püskürtme Basınçlarının Damla Sıklığına Etkisi

Denemelerde kullanılan meme tiplerinde farklı püskürtme yükseklik (50 ve 70 cm) ile püskürtme basınç değerlerinde (2, 4 ve 6 Bar) uygulamalar yapılmıştır. Meme tiplerine bağlı olarak farklı püskürtme yükseklik ve basınç uygulamalarında elde edilen damla sıklığına ilişkin sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir ve tablo 4.15’de verilmiştir.

Tablo incelendiğinde en yüksek damla sıklık değeri TR 80-03 C meme tipinde 50 cm püskürtme yüksekliği ve 2 bar püskürtme basınç değerinde 74 (adet/cm²) elde edilmiştir.

Hava emişli meme tiplerinde ise genel olarak 50 cm püskürtme yüksekliği ve 2 bar püskürtme basınç değerinde en yüksek damla sıklık değerleri sağlanmıştır. Bu grup içinde sadece AITX B 8003 meme tipinde en yüksek damla sıklığı 50 cm püskürtme yüksekliği ve 6 bar püskürtme basınç uygulamasında elde edilmiştir.

Püskürtme yüksekliğinin 50 cm olduğu uygulamalarda hava emişli memelerde en yüksek damla sıklığı ID 90-03 C meme tipinde 2 bar püskürtme basınç uygulamasında 31 adet/cm² ve IDK 120-03 meme tipinde ise aynı uygulama şartlarında 31 adet/cm² olarak gerçekleşmiştir.

Uygulamalarda ID 90-03 C ve IDK 120-03 hava emişli memelerde püskürtme yükseklik değerinin 50 olduğu durumlarda püskürtme basınç değerinin artması ile damla sıklık değerlerinin azalma eğiliminde olduğu belirlenmiştir.

Püskürtme yükseklik değerinin 70 cm olduğu durumda ise basınç değerinin artması ile damla sıklık değerinin azaldığı belirlenmiştir. Bu durum AITX B 8003 meme tipinde ise tamamen tersi olarak gerçekleşmiştir.

İçi boş konik meme olan TR 80-03 C memede 2 bar püskürtme basınç uygulamalarında 50 cm püskürtme yüksekliği tercih edildiğinde damla sıklığı 74 adet/cm² ile en yüksek değere ulaşmıştır. Bu meme tipi için 70 cm püskürtme yüksekliğinde 2 bar püskürtme basıncı ile 50 cm püskürtme yüksekliği ve 4 bar püskürtme basınç uygulamalarında aynı damla sıklığı 60 adet/cm² olarak sağlanmıştır. Bu durumda konik meme tipinde 50 cm püskürtme yüksekliği ve 2 bar püskürtme basınç değerinin en yüksek damla sıklığını sağlaması açısından tercih edilebileceği söylenebilir.

Tablo 4.15. Meme tiplerinin püskürtme yükseklik ve basınç uygulamalarında damla sıklık değerleri

Meme tipi	Püskürtme Yükseklikleri (cm)	Püskürtme basınçları (Bar)		Damla sıklığı (adet/cm ²)
TR 8003 C	50	2	A	74
TR 8003 C	50	4	B	60
TR 8003 C	70	2	B	60
TR 8003 C	50	6	C	43
TR 8003 C	70	6	CD	37
ID 90-03 C	50	2	DE	31
IDK 120-03	50	2	DF	31
IDK 120-03	70	6	EG	30
IDK 120-03	50	4	EG	27
IDK 120-03	50	6	EG	26
ID 90-03 C	50	6	EH	25
ID 90-03 C	50	4	EH	25
TR 8003 C	70	4	FH	24
ID 90-03 C	70	4	GI	23
IDK 120-03	70	4	HJ	18
IDK 120-03	70	2	HJ	18
ID 90-03 C	70	2	HJ	18
ID 90-03 C	70	6	IJ	17
AITX B 8003	50	6	JK	14
AITX B 8003	70	4	JK	14
AITX B 8003	50	4	JK	12
AITX B 8003	70	6	JK	12
AITX B 8003	70	2	K	9
AITX B 8003	50	2	K	8

LSD= 7.03

VK = % 18.01

* Farklı harfleri taşıyan değerler arasındaki farklılık önemlidir (P < 0.05)

Hava emişli meme tiplerinde ise, ID 90-03 C meme tipinde 31 adet/cm² damla sıklık değerinin elde edildiği 2 bar püskürtme basınç ve 50 cm püskürtme yüksekliği uygulamaları tercih edilebilir. Aynı damla sıklığının elde edildiği püskürtme yüksekliği ve püskürtme basınç değeri IDK 120-03 hava emişli meme tipinde de geçerli olmuştur. AITX B 8003 memede ise en yüksek damla sıklık değeri 14 adet/cm² ile 50 cm püskürtme yüksekliği ve 6 bar püskürtme basınç uygulamalarında elde edilmiştir (Tablo 4.15).

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Tarımsal üretimde istenen kalite ve miktarda ürün elde edebilmek amacıyla üretim aşamasında tehdit unsurları olan zararlı organizmalara (hastalık, zararlı, yabancıot) karşı alternatif mücadele yöntemleri bulunsa da yaygın olarak kimyasal mücadele yöntemi tercih edilmektedir. Zirai mücadele uygulama tekniği açısından beklenen başarıya ulaşmak için uygulamada kullanılacak ekipman ile birlikte pestisiti, hedef yüzey ve uygulama zamanı doğru seçilmelidir. Bu etmenlerden uygulamada kullanılacak ekipman ile özellikleri ve uygulamaya yapacak kişi sonucu doğrudan etkileyen değişken faktörler olması nedeniyle önemlidir. Pülverizatörlerde kullanılan memeler ise ekipman açısından değerlendirildiğinde biyolojik başarıya önemli etkiye sahiptir. Pestisit hedef yüzeylerde yeterli etkiyi gösterebilmesi ise memelerin görevlerini doğru yapmalarına bağlıdır. Bitki koruma uygulamalarında pestisit uygun meme tipi, püskürtme yüksekliği, püskürtme basıncı, ilerleme hızı ve norm değerlerinde yapılması beklenen başarıya ulaşılması açısından gereklidir.

Bu çalışmada üç hava emişli (ID 90-03 C, IDK 120-03, AITX B 8003) ve bir tane de içi boş konik hüzmeli (TR 80-03 C) olmak üzere dört farklı meme tipinde, iki farklı püskürtme yüksekliğinde (50 ve 70 cm) ve üç farklı püskürtme basınç (2, 4, 6 Bar) değerlerinde uygulamalar yapılarak hacimsel ortalama çap (VMD) ve yüzey kaplama değerleri incelenmiştir.

Denemelerde kullanılan meme tipleri içinde kaplama oranı açısından en yüksek oranı % 37.29 ile IDK 120-03 meme tipi 70 cm püskürtme yüksekliği ve 6 bar püskürtme basınç değerinde sağlamıştır. Bu meme tipinde bu uygulama parametreleri yerine yakın sonuçlar elde edilmesi nedeniyle % 36.95 kaplama oranı sağlamış olan 50 cm püskürtme yüksekliği ve 4 bar püskürtme basınç değeri tercih edilebilir. Ayrıca bu meme ile yapılacak uygulamalarda püskürtme yüksekliğinin 50 cm ve püskürtme basıncının 4 veya 6 bar uygulamalarında kaplama oranı değerleri sırasıyla % 36.96 ve % 36.19 gibi yakın sonuçları nedeniyle iki basınç değerinde uygulama yapılabilir.

Hava emişli ID 90-03 C meme tipi ise püskürtme yüksekliğinin 50 cm ve 70 cm, püskürtme basıncının 4 ve 6 bar olduğu uygulamalarda 50 cm püskürtme yüksekliği ve 6 bar püskürtme basınç uygulamaları % 35.64 kaplama oranı ile en yüksek değeri sağlamıştır. Bu meme tipinde 50 cm püskürtme yüksekliği ve 4 bar

püskürtme basınç uygulamalarında ise % 32.22'lik kaplama oranı sağlamış olması nedeniyle bu uygulama şartlarının da tercih edilebileceği söylenebilir.

AIXT B 8003 hava emişli meme ise en yüksek kaplama oranını 50 cm püskürtme yüksekliği ve 6 bar püskürtme basınç uygulamalarında % 33.54 oranı sağlamıştır. Bu meme tipinde diğer uygulamalarda daha düşük kaplama oranları elde edilmiştir. Bu meme tipinde 50 cm püskürtme yüksekliği ve 4 bar püskürtme basınç uygulamalarında % 25.92 kaplama oranı ile zorunlu durumlarda uygulanabileceği söylenebilir.

Denemelerde kullanılan içi boş konik hüzmeli (TR 80-03 C) meme ise en yüksek kaplama oranını 50 cm püskürtme yüksekliği ve 4 bar püskürtme basınç uygulamalarında % 28.16 ile sağlamıştır. Aynı uygulama yüksekliğinde 2 bar basınçta ise % 28.10'luk bir kaplama oranı elde edilmiştir.

Genel olarak hava emişli meme tiplerinde püskürtme yüksekliğinin 50 cm ve püskürtme basıncının 6 bar olduğu uygulamalarda en yüksek kaplama oranları elde edilirken içi boş konik hüzmeli meme tipinde ise aynı püskürtme yüksekliği ve 4 bar püskürtme basınç uygulamalarında en yüksek kaplama oranı sağlanmıştır.

Meme tipleri hacimsel ortalama çap açısından incelediğinde, VMD değerleri açısından elde edilen çaplar meme tiplerine göre farklılıklar göstermiştir. En büyük VMD değeri hava emişli meme olan AITX B 8003 memede 547.01 μm ile elde edilmiştir. En küçük damla çapı ise içi boş konik hüzmeli meme olan TR 80-03 C memede 256.60 μm olmuştur.

Püskürtme yüksekliği dikkate alındığında en büyük VMD değeri AITX B 8003 memede 50 cm ve 70 cm püskürtme yüksekliklerinde sırasıyla 568.15 μm ve 525.86 μm olmuştur. Denemelerde kullanılan diğer hava emişli memelerde ise ID 90-03 C ve IDK 120-03 meme tiplerinde 70 cm püskürtme yüksekliğinde sırasıyla 477.13 μm ve 457.09 μm değerleri elde edilmiştir. TR 80-03 C içi boş konik hüzmeli memede ise 50 cm püskürtme yüksekliğinde 277.63 μm ile en büyük VMD değeri sağlanmıştır.

Damla sıklık değerleri açısından en yüksek damla sıklığı TR 80-03 C memede 31 adet/cm² ile püskürtme yüksekliğinin 50 cm ve püskürtme basıncının 2 bar olduğu uygulamalarda elde edilmiştir. Hava emişli memelerden ID 90-03 C ve IDK 120-03 meme tiplerinin her ikisinde de püskürtme yüksekliğinin 50 cm ve püskürtme basıncının 2 bar olduğu uygulamalarda damla sıklığı 31 adet/cm² ile en yüksek değere ulaşılmıştır. Hava emişli meme olan AITX B 8003 meme tipinde ise damla sıklığı 14

adet/cm² ile 50 cm püskürtme yüksekliği ve 6 bar püskürtme basınç uygulamalarında elde edilmiştir.

Denemeler sırasında traktör ilerleme hızı 3.85 km/h (=1.07 m/sn) olarak seçilmiş olup denemeler süresince ortalama hava sıcaklığı 33 °C, nisbi nem % 68 ve rüzgar hızı 3.24 km/h (=0.9 m/sn) olarak tespit edilmiştir.

Sonuç olarak meme tiplerinde kaplama oranı, VMD ve damla sıklığı değerleri açısından en uygun olan değerlere farklı püskürtme yüksekliği ve püskürtme basınç uygulamalarında ulaşılmıştır. Elde edilen kaplama oranı, VMD ve damla sıklığı açısından hava emişli meme tiplerinin pestisit uygulama kalitesi ve sürüklenme riski göz önüne alındığında genel olarak püskürtme yüksekliğinin 50 cm ve püskürtme basıncının 4 bar olduğu görülmektedir. İçi boş konik hüzmeli meme tipinde ise püskürtme yüksekliğinin 50 cm ve püskürtme basıncının 4 bar olduğu durumlarda kaplama oranı, VMD ve damla sıklığı açısından uygun olabilecek değerine ulaşıldığı sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Açık, N. (2018). Püskürtme Memelerinin Düşük Hacimde Yüzey Kaplama Ve Damla Dağılım Düzgünlüğü Açısından Karşılaştırılması. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Kasım 2018. 71 sayfa.
- Amberg, A. and Butler, J. (1969). High speed photography as a tool for spray droplet analysis. ASAE Paper 140.
- Anonim, (2021a). <https://imagetool.software.informer.com/3.0/>. Erişim Tarihi: 10.03.2021
- Anonim, (2021b). <https://www.syngenta.com.au/awri>. Erişim Tarihi: 01.01.2021.
- Arpacı, M. (1971). Ziraatte kullanılan püskürtücülerin damla çaplarının tayini. Ziraat Tekniğinin Esasları, Ziraat Makinaları Test ve Arastırma Merkezi Yayın Organı, Sayı: 3, İstanbul.
- ASABE, (2009). Spray Nozzle Classification by Droplet Spectra. Standard 572.1 American Society of Agricultural and Biological Engineers, St. Joseph, MI.
- Azimi A. H., Carpenter, T. G. and Reichard, D. L. (1985). Nozzle spray distribution for pesticide application. Transactions of the ASAE, 28(5): 1410-1414.
- By A De More, J., Langenakens, E., Jaeken, P. and Lootens, P. (2000). Image analysis of water sensitive paper as a tool for the evaluation of spray distribution of orchard sprayers. Aspects of Applied Biology 57 Pesticide Application.
- Caner, Ö. (2007). Yardımcı Hava Akımlı Hidrolik Pülverizatörle Bağ İlaçlamasında Toprak Yüzeyine Sürüklenmeyi Azaltmaya Yönelik En Uygun Kullanım Koşullarının Belirlenmesi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir.
- Chiu, H.W., Lee, F.F., Liang, L.S., Chiu-H.W., Lee-F.F., et al. (1999). Using Image Processing Technique to Measure Spray Coverage. Journal of Agricultural Research of China. 1999, 48:4, 96-110. (Abstract).
- Çelen, 3. H. (1998). Yelpeze hüzmeli püskürtme memelerinde asınmanın pülverizasyon karakteristiklerine etkisi üzerine bir araştırma. T.Ü. Fen Bil. Enst. Doktora Tezi, 105 s., Edirne.
- Çelen, I.H., Aktas, T. (2000). The Effect of Drop Size on Drift. EurAgEng 2000, Paper No: 00-PM-052, Warwick, U.K.
- Çetin, N., Sağlam, C., ve Demir, B. (2018). 3rd International Mediterranean Science and Engineering Congress (IMSEC 2018) Çukurova University, Congress Center, October 24-26, 2018, Adana / TURKEY Pages: 1592-1596, Paper ID:589.
- Çomaklı, M. (2017). Poliasetal (Pom) Meme Plakalarında Püskürtme Açısına Etki Eden Faktörler Ve Pülverizasyon Karakteristikleri. Atatürk Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Tarım Makineleri Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi.78 sayfa.
- Degree, A., Mostade, O., Huyghebeart, B., Tissot, S., Debouche C. (2001). Comparison by Image Processing of Target Supports of Spray Droplets. Transaction of the ASAE.2001, 44:2, 217-222. (Abstract).
- Degro, A., Mostade, V.O., Huyghebaert, B., Tisot, S. and Debouche, C. (2001). Comparison by Image Processing of Target Supports of Spray Droplets. Transactions of the ASAE 44, (2); 217-222.
- Deligönül, F. ve Sağlam, R. (1991). Klasik uçak püskürtme düzenlerinde meme konum açılarının dağılıma olan etkilerinin araştırılması. Tarımsal Mekanizasyon 13. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı,s.298-311, Konya.
- Diaz, R. A. P. and Escudero, R. R. (1991). Comparacion entre analizadores de imagen y no imagen, Para el Estudio de Poblaciones de Gotas en Boquillas de Pulverizacion

Hidrolica. FIMA 91, 23. Conferencia Internacional de Mecanizacion Agraria, Ponencias Comunicaciones, 297-304, Zaragoza, Espana.

- Duran, H. (2002). Samsun İli'nde Mısır Ekim Alanlarında Yabancı Ot İlaçlama Tekniklerinin İyileştirilmesi Olanakları Üzerine Bir Araştırma. Ondokuz Mayıs Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, 67, Samsun.
- Duran, H. (2012). Fındık Kurdu [*Curculio nucum* (L.)]'nda İlaç Uygulama Etkinliğinin İyileştirilmesi. Ankara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı. Doktora Tezi, 130, Ankara.
- Duran, H., Çilingir, İ., Yurtlu, Y, B. (2013). Pülverizasyonda Lazer ve Leke Yönteminde Damla Çap Değerlerinin Karşılaştırılması. 1. Bitki Koruma Ürünleri ve Makineleri Kongresi. 2-5 Nisan 2013. Antalya.
- Dursun, E, Çilingir, İ. (1991). Pülverizasyon Karakteristikleri ve Buna Etkili Faktörler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1206, Derlemeler: 49, 34 s., Ankara.
- Dursun, E. (2000). Meme Aşınmasının Pülverizasyon Karakteristiklerine Etkileri. Ekin Dergisi, Yıl: 4, Sayı :12. Ankara.
- Çilingir, İ., Dursun, E. (2010). Bitki Koruma Makinaları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın No:1531
- FAO, (2020). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü. <http://www.fao.org/home/en/> Erişim Tarihi: 29.12.2020.
- Fox, R. D., Salyani, M., Cooper, J.A. and Brazee, R. D. (2000). Spot size comparisons on oil- and water-sensitive paper. *Applied Engineering in Agriculture* 17(2); 131-136.
- Fox, R. D., Derksen, R. C., Krause, C. R., Cooper, J.A., Ozkan, H. E. (2001). Visual and Image System Measurement of Spray Deposits Using Water Sensitive Paper.<http://www.nal.usda.gov/ttic/tektran/data/000012/62/0000126219.html>.
- Fox R. D., Derksen R. C., Cooper J. A., Krause, C. R. and Ozkan, H. E. (2003). Visual and image system measurement of spray deposits using water-sensitive paper. *Applied Engineering in Agriculture*, 19(5): pp. 549-552.
- Franz, E. (1993). Spray coverage analysis using a hand-held scanner. *Transaction of the ASAE*, 36(5); 1271-1278.
- Güler, H. (2002). Değişik Hava Akımı ve İlaç Püskürtme Yönlerinin Tele Alınmış Bağlarda İlaç Dağılım Düzensizliğine Olan Etkileri. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir.
- Guler, H., Zhu, H., Ozkan, H. E., Derksen, R. C., Yu, Y., & Krause, C. R. (2006). Spray characteristics and wind tunnel evaluation of drift reduction potential with air induction and conventional flat fan nozzle. In 2006 ASAE Annual Meeting (p. 1). American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- Hofman, V. (1999). Ag Spray Droplet Size Relates to Coverage and Drift. <http://www.ext.nodak.edu/extnews/newsrelease/1999/052799/08agspra.html>. Erişim Tarihi: 22.08.2020.
- Jong, A. de., Michielsen-J.M.G.P., Stallinga, H., Zande, J.C.van de., de, Jong, A., van,de, et al. (2000). Effect of Boom Height on Spray Drift. *Proceedings, 52nd International Symposium on Crop Protection, Gent, Belgium, 9 May 2000, Part II. Mededelingen-Faculteit-Landbouwkundige-en-Toegepaste-Biologische-Wetenschappen, Universiteit-Gent. 2000, 65:2b, 919-930. (Abstract).*
- Karahan, Y., Sağlam, R. (1997). Buğdayda uçakla yabancı ot ilaçlamasında damla dağılımının farklı yöntemlerle saptanması üzerine bir araştırma. *Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi*, pp. 566-574, Tokat.

- Kırkaç, Ç. (2005). İlaç Damlacık Dağılımının Görüntü Analiziyle Değerlendirilmesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, 2005. 84 sayfa.
- Klotchkov, A., Markevich, A., Straksiene, J. (1998). Field Technologies and Environment. Proceeding of the International Conference. Raudondvaris, Lithuania. 24-25 September 1998. 1998, 81-85. (Abstract).
- Lardoux, Y., Sinfort, C., Bonicelli, B., Enfalt, P. (1998). Ground Spray Coverage Study Under a Field Sprayer Boom. Brighton Crop Protection Conference: Pest&Diseases 1998: Volume 1: Proceedings of an International Conference, Brighton UK. 16-19 November 1998. 1998, 315-316. (Abstract).
- Ludewig, C., Burow, H. und Ganzelmeier, H. (1992). Tropfengrößensmessungen an pflanzenschutzdüsen mittels bildanalyse. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd., 44 (9);191-197.
- Manor, G. and Shapiro, V. (1997). A mobile system for measuring spray coverage – BG1. 3rd international symposium on sensors in horticulture, Tiberias, Israel.
- Matthews, G., Piggott, S. (1999). Can Farmers Reduce Spray Drift. Pesticide Outlook. 1999. 10, 31-33 5. (Abstract).
- Moor, A de., Langenakens, L., Vereecke, E., Jacken, P., Lootens, P., et al. (2000). Image Analysis of Water Sensitive Paper as a Tool for the Evaluation of Spray Distribution of Orchard Sprayers. Pesticide Application University of Surrey, Guilford, UK. 17-18 January 2000. Aspects of Applied Biology. 2000, No. 57, 329-341. (Abstract).
- Özer, Z., Kadioğlu İ., Önen H., Tursun, N. (1997). Herboloji. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Yayınları. S.133. Ziraat Fakültesi Yayınları No:20. Kitaplar Serisi No:10. Tokat.
- Pearson, S., Reed, T. (1993). Spray Nozzle Selection, World Agriculture, Pp.49-50 Hong Kong.
- Salyani, M. and Fox, R. D. (1994). Performance of image analysis for assesment of simulated spray droplet distribution. Transactions of the ASAE 37 (4); 1083-1089.
- Salyani, M., Fox, R. D. (1999). Evaluation of spray quality by oil- and water-sensitive papers. Transaction-of-the-ASAE. 199, 42; 1, 37-43. (Abstract).
- Salyani M, Heping Z., Roy D. S., and Naresh P. (2013). Assessment of Spray Distribution with Water-Sensitive Paper. Agric Eng Int: CIGR Journal. Vol. 15, No.2. Pp. 101-111.
- Sarita, S. (1996). Spray Droplet Spectrum Analysis System Using Image-Pro Plus. <http://www.mediacy.com/notes/an102.html>.
- Sayıncı, B., Demir, B. ve Açık, N. (2019). Pülverizatör Memelerinde Damla Sıklığı ve Pülverizasyon Karakteristiklerinin Tahminlenmesi. YYÜ Tarım Bilimleri Dergisi (Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences), 29 (3), 458-465.
- Soysal, A. ve Bayat, A. (2006). Herbisit uygulamalarında kullanılan düşük sürüklenme potansiyelli memelerin püskürtme tekniği açısından değerlendirilmesi, Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 2(3):189-195.
- Tate, R.W. and Janssen, L. F. (1966). Droplet size of agricultural spray nozzles. Transactions of the ASAE, p. 303-305.
- Toy, M. (2014). Bağlarda Konvansiyonel ve Düşük Sürüklenmeli Memelerin İlaç Uygulama Etkinliklerinin Karşılaştırılması. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Tarım Makinaları Anabilim Dalı.
- Trunecka, K. (1991). Mittlerer volumetrischer tropfendurchmesser (VMD) als charakteristische kenngröße der zusammensetzung des spritzspektrums im pflanzenschutz. VDI/MEG Kolloquium Agrartechnik. Verem Deutscher Ingenieure, Universität Rostock Fachbereich Maschinenbau/Land-und Umwettechnik. Heft 10.

Beitrage der Landtechnikwissenschaften für Eme Effiziente Landwirtschaft, 20/21
Februar, 281-283.

- Wang, L., Zhang, N., Slocombe, J. W., Thierstein, G. E. and Kuhlman, D. K. (1995). Experimental analysis of spray distribution pattern uniformity for agricultural nozzles. *Applied Engineering in Agriculture*, 11(1): 51-55.
- Wolf, R.E., Gardisser, D.R. and Willams, W.L. (1999). Spray droplet analysis of air induction nozzle using WRK DropletScan technology. ASAE Paper No:991026, St. Joseph, Michigan, USA.
- Womac, A.R. (2000). Performance Characteristics of New and Existing cp Floater/Tractor Spray Nozzles. 2000 ASAE Annual International Meeting, Milwaukee, Wisconsin, USA. 9-12 July 2000. 2000, 1-24; ASAE Paper No. 001131. (Abstract).
- Womac, A, Etheridge, R., Seibert, A., Hogan, D., Ray, S. (2001). Sprayer speed and venturi-nozzle effects on broadcast application uniformity. *Transactions of the Asabe*, 44(6): 1437-1444.
- Yağcıoğlu, A. (2016). Bitki Koruma Makineleri. Ege Üniversitesi Yayınları. Ziraat Fakültesi Yayın No:508 . İzmir.
- Zeren, Y. (1974). Mekanik pülverizatörlerde kullanılan konik ve yelpaze hüzmeli memelerde dağılım ve pülverizasyon karakteristikleri üzerinde bir araştırma. Doktora Tezi, 87s.
- Zhu, H., Salyani, M., & Fox, R. D. (2011). A portable scanning system for evaluation of spray deposit distribution. *Computers and Electronics in Agriculture*, 76(1), 38-43.

ÖZ GEÇMİŞ

Fotoğraf

Ercan TURGUT, 20.06.1984 tarihinde Nevşehir’de doğdu. Kırşehir Lisesi’ni bitirdikten sonra Karadeniz Teknik Üniversitesi Rize Meslek Yüksek Okulu Çay Ekserliği Bölümü’nden 2005 yılında mezun oldu. 2008 yılında Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü’nden mezun oldu. 2017 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans programına girdi. Mezuniyetinden bu yana Ziraat Mühendisi olarak özel sektörde görev yapmaktadır. Orta derecede İngilizce bilmektedir.

İletişim Bilgileri

E mail : turgut_888@hotmail.com

Telefon : 0544 749 77 93

ORCID ID : 0000-0001-6259-1908