

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
(DOKTORA TEZİ)

120415

DEĞİŞİK HAVA AKIMI VE İLAÇ PÜSKÜRTME
YÖNLERİNİN TELE ALINMIŞ BAĞLARDA İLAÇ DAĞILIM
DÜZGÜNLÜĞÜNE OLAN ETKİLERİ

Hüseyin GÜLER

Tarım Makinaları Anabilim Dalı

Bilim dalı kodu : 501.08.00

Sunuş tarihi : 07/10/ 2002

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Müjdat TOZAN

Bornova - İZMİR

120415

714 051



Sayın Huseyin GÜLER tarafından DOKTORA TEZİ olarak sunulan “Değişik Hava Akımı ve İlaç Püskürtme Yönlerrinin Tele Alınmış Bağlarda İlaç Dağılım Düzgünlüğüne Olan Etkileri” adlı bu çalışma, Lisanüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 24 üncü madde ve Enstitü yönergesinin ilgili hükümleri dikkate alınarak tarafımızdan değerlendirilmiş olup yapılan sözlü savunma sınavında aday oy birliği ile başarılı bulunmuştur. Bu nedenle Huseyin GÜLER’in sunduğu metnin doktora tezi olarak kabulüne oy birliği ile karar verilmiştir.

07 / 10 / 2002

Jüri Başkanı	: Prof. Dr. Müjdat TOZAN	İmza : 
Üye	: Prof. Dr. A.Kadir YAĞCIOĞLU	İmza : 
Üye	: Prof. Dr. Yusuf KARSAVURAN	İmza : 
Üye	: Doç. Dr. Erdem AYKAS	İmza : 
Üye	: Doç. Dr. Cengiz ÖZARSLAN	İmza : 

Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun 11.11.2002 gün ve ...46/36..... sayılı kararlarıyla onaylanmıştır.


Dr. Süleyman BORUZANLI
 Enstitü Sekreteri


Prof. Dr. Emür HENDEN
 Enstitü Müdürü

ÖZET**DEĞİŞİK HAVA AKIMI VE İLAÇ PÜSKÜRTME
YÖNLERİNİN TELE ALINMIŞ BAĞLARDA İLAÇ DAĞILIM
DÜZGÜNLÜĞÜNE OLAN ETKİLERİ****GÜLER, Hüseyin**

Doktora Tezi, Tarım Makineleri Bölümü

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Müjdat TOZAN

Ekim 2002, 74 Sayfa

Bu çalışmada, hava akımı ve ilaç püskürtme yönlerinin, üç farklı hava debisi (24830, 30473 ve 36117 m³/h) ve üç farklı işletme basıncı (6, 12 ve 18 bar) değerlerinde, gerçeğiyle 1/1 boyutlarda yapılan, yapay asma bitkisi üzerindeki iz maddesi dağılım düzgünlüğüne, kaplama oranlarına, kalıntı miktarlarına ve damla sayılarına olan etkileri araştırılmıştır. Bu amacı gerçekleştirebilmek için, makinenin piyasadaki hali ile birlikte havayı ve ilaçlı sıvıyı bitki üzerine yönlendirmek için hazırlanan “Hava Yönlendirme ve İlaç Püskürtme Ünitesi” denemeye alınmıştır.

Bitki üzerinde 18 farklı bölgeden ve sürüklenme miktarını ölçmek için de, ayrıca 8 farklı yerden örnek alınmıştır. Denemelerde Sodium Fluoroscein iz maddesi kullanılmıştır. İz maddesi kalıntı miktarları kolorimetrede belirlenmiştir.

Hava yönlendirme ve püskürtme ünitesi makinenin piyasadaki haline oranla daha az sürüklenme sağladığı gibi, hedef üzerindeki kalıntı miktarını da artırmıştır. Ayrıca hava yönlendirme ve püskürtme ünitesi ile çalışmada hedef üzerindeki dağılım düzgünlüğü daha iyi olmuştur. Pülverizasyon

VI

kriterleri göz önüne alındığında 30/60 ayar konumu hem makinenin piyasadaki halinden hem de diğer ayar konumlarından daha iyi değerler sağlamıştır. En iyi dağılım düzgünlüğü, hedef üzerindeki kalıntı miktarı ve kaplama oranları makinenin bu ayar konumunda 6 bar basınç ve 30473 m³/h hava debisi ile çalışma şartlarında elde edilmiştir. Düşük hava debisi değerlerinde bitkinin iç bölgelerindeki kalıntı miktarları daha az olmuştur. Öte yandan hava debisinin çok artması sürüklenmeyi artırmış ve dağılım düzgünlüğünü bozmuştur.

Anahtar sözcükler: Yardımcı hava akımlı pülverizatör, bağ ilaçlaması, yapay asma bitkisi, dağılım düzgünlüğü, kalıntı miktarı, görüntü analizi, damla çapı ölçümü.

ABSTRACT**EFFECTS OF DIFFERENT AIR FLOW AND SPRAY DIRECTIONS ON PESTICIDE DISTRIBUTION UNIFORMITY IN VINEYARDS****GÜLER, Hüseyin**

Ph.D. Thesis in Agricultural Machinery

Supervisor: Prof. Dr. Müjdat TOZAN

September 2002, 74 Pages

In this thesis, effects of air flow and spray directions on dye distribution uniformity, recover rate, deposits and droplet number for three different air flow rates (24830, 30473, 36117 m³/h) and pressure values (6, 12, 18 bar) were examined. Artificial vineyard plants were used as target plants. For this purpose, a special “air flow channel and spraying unit” was designed and used with conventional air-carrier sprayer.

Samples were taken from 18 different areas in each artificial plant. Samples were also collected from 8 different areas for drift measurements. Sodium flouroscein was used as a tracer dye. Deposits were determined via colorimeter.

Airflow channel and spraying unit provided less drift and more deposits on the artificial vineyard plants along with more uniform distribution.

For the pulverization criteria, 30/60 setting position gave the best results. These results occurred in 6 bar pressure and 30473-m³/h-air flow rate. Low air flow rate provided fewer deposits in the internal area of plants.

VIII

On the other hand, high air flow rate increased drift and gave bad uniform distribution.

Key words: Air-carrier sprayer, vineyard spraying, artificial vineyard plant, spraying uniformity, spraying deposits, droplet measurement, image analyze



TEŞEKKÜR

“Değişik Hava Akımı Ve İlaç Püskürtme Yönlerinin Tele Alınmış Bağlarda İlaç Dağılım Düzgünlüğüne Olan Etkileri” konulu tez çalışmamın gerçekleştirilmesindeki katkılarıyla bana yol gösteren hocam **Prof. Dr. Müjdat TOZAN**’a, eksiklerimi görmemi sağlayarak beni daha iyiye yönelten hocam **Prof. Dr. Abdülkadir YAĞCIOĞLU**’na ve **Prof. Dr. Yusuf KARSAVURAN**’a, maket asma bitkilerinin gerçeği ile benzer olması konusunda gerek sağladıkları verilerle ve gerekse bilgi ve deneyimleriyle yardımcı olan **Prof. Dr. Ertan İLTER**’e ve **Doç. Dr. Ahmet ALTINDİŞLİ**’ye, denemelerde kullanılan hava akımlı mekanik ilaçlama makinasını veren ve üzerinde gerekli düzenlemeleri yapma konusunda yardımcı olan **Agrotek Tarım Makinaları firması** ve firma yetkilisi **Bülent UMUTLU**’ya, istatistik analizlerin yapımı ve değerlendirilmesi aşamalarındaki değerli katkılarından ötürü **Doç. Dr. Adnan DEĞİRMENCİOĞLU**’na, Laboratuar analizleri için bölümlerindeki spektrokolorimetreyi kullanma iznini veren **E.Ü.Z.F. Süt Teknolojisi Bölüm Başkanlığı**’na, laboratuar analizlerinin yapılması esnasındaki teknik bilgi desteği ve katkılarından ötürü **Prof. Dr. Özer KINIK**’a, maket bitkilerin oluşturulması ve daha sonra denemelerin yapılması sırasında benden yardımlarını esirgemeyen, isimlerini buraya yazamadığım tüm arkadaşlarıma ve destek ve hoşgörülerinden ötürü **Tarım Makineleri Bölümü Ailesine**, mesleki kariyerimde bu noktaya ulaşmamda en önemli paya sahip olan **aileme**, kendisinden çalarak, doktora tezim için ayırdığım zamanlar ve hoşgörülü yaklaşımıyla çalışma ortamımı, kendinden vererek iyileştiren **eşime** sonsuz teşekkürler ederim.

Ayrıca bu çalışmamı maddi olarak destekleyen **Ege Üniversitesi Rektörlüğü Araştırma Fonu Yönetim Kurulu**’na ve **E.Ü. Bilim-Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (EBİLTEM)**’ne teşekkürlerimi bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	V
ABSTRACT.....	VII
TEŞEKKÜR.....	IX
İÇİNDEKİLER.....	X
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XIII
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	XV
1 GİRİŞ	1
2 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	6
3 MATERYAL VE YÖNTEM	13
3.1 Materyal.....	13
3.1.1 Yapay Asma Bitkisi	13
3.1.2 İlaçlama Makinesi ve Hava Yönlendirme Ünitesi	16
3.1.3 Meme Tipi ve Plaka Delik Çapı.....	19
3.1.4 Suyu Duyarlı Kağıtlar ve Filtre Kağıtları	20
3.1.5 İz Maddesi ve Çözgen	21
3.1.6 Spektrokolorimetre.....	21
3.1.7 Görüntü Analiz Programı	21
3.2 Yöntem	22
3.2.1 Denemelerin Yapılması.....	22
3.2.2 Analizlerin Yapılması	27
3.2.3 İstatistik Analizler	34

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

4 SONUÇ	34
4.1 Ön Denemelerin Sonuçları	34
4.2 Temel Denemelere Ait Sonuçlar	36
4.2.1 İlaçlama Makinesinin Orijinal Durumunda Yapılan Denemelerin Sonuçları.....	36
4.2.2 Tez Çalışması İçin Oluşturulan Hava Yönlendirme ve Püskürtme Ünitesinin Takılı Olduğu Durumda Yapılan Denemelere Ait Sonuçlar.....	39
5 TARTIŞMA	46
5.1 Kalıntı Miktarları Açısından Sonuçların Değerlendirilmesi	48
5.1.1 İlaçlama Makinesinin Orijinal Durumuna Ait Değerlendirmeler	48
5.1.2 30/60 Ayar Konumuna Ait Değerlendirmeler.....	50
5.1.3 35/45 Ayar Konumuna Ait Değerlendirmeler.....	52
5.1.4 Paralel-30/60 Ayar Konumuna Ait Değerlendirmeler	54
5.2 İz Maddesi Dağılım Düzgünlüğü Açısından Sonuçların Değerlendirilmesi.....	55
5.2.1 İlaçlama Makinesinin Orijinal Durumuna Ait Değerlendirmeler	55
5.2.2 30/60 Ayar Konumuna Ait Değerlendirmeler.....	56
5.2.3 35/45 Ayar Konumuna Ait Değerlendirmeler.....	57
5.2.4 Paralel-30/60 Ayar Konumuna Ait Değerlendirmeler	57
5.3 Hedefteki Kaplama Oranları Açısından Sonuçların Değerlendirilmesi	57
5.3.1 İlaçlama Makinesinin Orijinal Durumuna Ait Değerlendirmeler	57

İÇİNDEKİLER (devam)

	Sayfa
5.3.2 30/60 Ayar Konumuna Ait Değerlendirmeler.....	58
5.3.3 35/45 Ayar Konumuna Ait Değerlendirmeler.....	59
5.3.4 Paralel-30/60 Ayar Konumuna Ait Değerlendirmeler	59
5.4 Sürüklenme Miktarları Açısından Sonuçların Değerlendirilmesi	60
5.4.1 İlaçlama Makinesinin Orijinal Durumuna Ait Değerlendirmeler	60
5.4.2 30/60 Ayar Konuma Ait Değerlendirmeler.....	61
5.4.3 35/45 Ayar Konumuna Ait Değerlendirmeler.....	61
5.4.4 Paralel-30/60 Ayar Konumuna Ait Değerlendirmeler	62
6 GENEL SONUÇ VE ÖNERİLER	62
KAYNAKLAR DİZİNİ	69
ÖZGEÇMİŞ	74

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Yapay asma bitkisi için oluşturulan çatının şematik görünümü ve ölçüleri	14
Şekil 3.2. Sera naylonu ve farklı çaplardaki hortumlar kullanılarak, telli terbiye sistemine uygun olarak hazırlanmış yapay asma bitkilerinin farklı yönlerden çekilen fotoğraf görüntüleri.	16
Şekil 3.3. İlaçlama makinesinin orijinal hali	17
Şekil 3.4. Hava yönlendirme ünitesi ve püskürtme sisteminin şematik görünümü ve ölçüleri	18
Şekil 3.5. Makinenin yeni hava yönlendirme ünitesi ve püskürtme sistemi monte edildikten sonraki görünümü	19
Şekil 3.6. Pülverizatör memesinin şematik görünümü	20
Şekil 3.7. Program çalıştırıldığında ekrana gelen ve program hakkında bilgi veren program tanıtım görüntüsü	22
Şekil 3.8. Bitki örtüsü üzerinde oluşturulan bölgeler ve örnek alma noktaları	23
Şekil 3.9. Sürüklenme miktarını ölçmek için oluşturulan düzeneğin a: üstten görünüşü, b: önden görünüşü.....	24
Şekil 3.10. Image Tool programında görüntü dosyasının açılması	29
Şekil 3.11. Açılan şekil dosyasının eşik değerinin belirlenmesi	30
Şekil 3.12. Eşik değeri belirlendikten sonra şekil dosyasının görünümü	30
Şekil 3.13. Find object komutunun menüden seçilme basamakları.....	31
Şekil 3.14. Find object komutundan sonra ekran görüntüsü	31
Şekil 3.15. Count black/white pixels komutunun çalıştırılması	32
Şekil 3.16. Kaplama oranlarının ekrandaki görünümü.....	32

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)**Şekil****Sayfa**

Şekil 3.17. Analyze komutunun menüden çalıştırılması	33
Şekil 3.18. Damlaların analizinden sonra ekrandaki görünüm.....	33
Şekil 4.1. Başlık açılarına bağlı olarak ölçülen toplam sürüklenme miktarları.....	35
Şekil 4.2 Üç farklı hava debisi ve üç farklı basınç değerlerinde çalışmada ortalama sürüklenme miktarları.....	38
Şekil 4.3 Hava yönlendirme başlıklarının üst 30 alt 60 derece olduğu ayar konumunda, üç farklı hava debisi ve üç farklı çalışma basıncında ölçülen toplam sürüklenme miktarları.....	41
Şekil 4.4 Hava yönlendirme başlıklarının üst 35 alt 45 derece olduğu ayar konumunda, üç farklı hava debisi ve üç farklı çalışma basıncında ölçülen toplam sürüklenme miktarları.....	43
Şekil 4.5 Hava yönlendirme başlıklarının üst 30 alt 60 derece ve iç hava yönlendirme kanatlarının meme eksenine paralel olarak takılı olduğu ayar konumunda, üç farklı hava debisi ve üç farklı çalışma basıncında ölçülen toplam sürüklenme miktarları.....	45

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 1.1 Türkiye’de ve bazı Avrupa ülkelerinde hektara düşen etkili madde tüketim miktarları (Dağ vd.,2000).	2
Çizelge 3.1. Oluşturulan yapraklara ait sınıf orta değerleri ve her sınıf aralığındaki yaprak sayıları.....	15
Çizelge 3.2. Geliştirilen hava yönlendirme ve püskürtme ünitesi takılmadan önce ve takıldıktan sonraki durumlarda, hava çıkış hızı değerleri (m/s).....	19
Çizelge 3.3. Bitki üzerindeki örnek alma yüzeyleri kodlamaları ve açıklamaları..	23
Çizelge 3.4. Sürüklenme ölçümlerinde örnek alma noktaları için kullanılan kodlamalar ve açıklamaları.....	25
Çizelge 3.5. Denemelerde çalışılan başlık açısı, işletme basıncı ve hava debisi değerleri.....	25
Çizelge 3.6. Stok çözelti miktarlarına bağlı olarak absorbands değerleri	28
Çizelge 3.7. 300 dpi çözünürlükte, tiff formatında kaydedilmiş damlaların, ölçü mikroskobu ve görüntü analiz programı ile elde edilmiş çap değerleri.....	29
Çizelge 4.1. Başlık açılara bağlı olarak her bir örnek toplama noktasında sürüklenme sonucu oluşan kalıntı miktarları ($10^{-3} \mu\text{g}/\text{cm}^2$).....	35
Çizelge 4.2. Makinenin orijinal durumu ile yapılan denemelerde üç değişik hava debisi ve üç değişik çalışma basıncında pülverizasyon karakteristikleri.....	36
Çizelge 4.3.Makinenin orijinal durumunda, üç farklı hava debisi ve üç farklı basınç değerinde, örnek toplama noktalarındaki kalıntı miktarları ($10^{-3} \mu\text{g}/\text{cm}^2$).....	37
Çizelge 4.4. Makinenin orijinal durumunda yapılan denemelerde, farklı basınç ve hava debisi değerlerinde, farklı örnek alma noktalarındaki sürüklenme miktarları ($10^{-3} \mu\text{g}/\text{cm}^2$).....	38

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.5. Yönlendirme başlıklarının üst 30 alt 60 derece olduğu ayar konumunda farklı basınç ve hava debisi değerlerinde pülverizasyon karakteristikleri.....	39
Çizelge 4.6. Makinenin 30/60 ayar konumunda, üç farklı hava debisi ve üç farklı basınç değerinde, örnek toplama noktalarındaki kalıntı miktarları ($10^{-3} \mu\text{g}/\text{cm}^2$)	40
Çizelge 4.7. Yönlendirme başlıklarının üst 30 alt 60 derece olduğu ayar konumunda, farklı basınç ve hava debisi değerlerinde sürüklenme miktarları ($10^{-3} \mu\text{g}/\text{cm}^2$)	40
Çizelge 4.8. Yönlendirme başlıklarının üst 35 alt 45 derece olduğu ayar konumunda farklı basınç ve hava debisi değerlerinde pülverizasyon karakteristikleri	41
Çizelge 4.9 Makinenin 35/45 ayar konumunda, üç farklı hava debisi ve üç farklı basınç değerinde, örnek toplama noktalarındaki kalıntı miktarları ($10^{-3} \mu\text{g}/\text{cm}^2$)	42
Çizelge 4.10. Yönlendirme başlıklarının üst 35 alt 45 derece olduğu ayar konumunda, farklı basınç ve hava debisi değerlerinde sürüklenme miktarları ($10^{-3} \mu\text{g}/\text{cm}^2$)	43
Çizelge 4.11. Yönlendirme başlıklarının üst 30 alt 60 derece ve iç yönlendirme kanatlarının memelere paralel olduğu ayar konumunda farklı basınç ve hava debisi değerlerinde pülverizasyon karakteristikleri	44
Çizelge 4.12 . Makinenin paralel-30/60 ayar konumunda, üç farklı hava debisi ve üç farklı basınç değerinde, örnek toplama noktalarındaki kalıntı miktarları ($10^{-3} \mu\text{g}/\text{cm}^2$).	44

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)**Çizelge****Sayfa**

Çizelge 4.13 Yönlendirme başlıklarının üst 30 alt 60 derece olduğu ve hava yönlendirme kanatlarının takılı olduğu konumda, farklı basınç ve hava debisi değerlerinde sürüklenme miktarları ($10^{-3} \mu\text{g}/\text{cm}^2$)..... 45



1 GİRİŞ

21. yüzyılın ikinci yılını yaşadığımız bu günlerde, teknolojiadaki değişiklikler baş döndürücü bir hıza ulaşmıştır. Hayatın her alanında, her gün bir takım yenilikler sunulmakta ve bunların kullanılması kaçınılmaz hale gelmektedir. Tarım da bu hızlı gelişmelerden etkilenmekte ve teknolojinin sunduğu imkanlardan yararlanmaktadır. Gelişen teknoloji, tarımla uğraşan kesimin refah düzeyini yükselterek daha insanca yaşam tarzlarını sunmanın yanı sıra, elde edilen ürünün niteliğini ve niceliğini artırarak daha ekonomik çözümler oluşturmakta ve ayrıca artan dünya nüfusunu, kısıtlı tarım arazileriyle besleme olanaklarını da sağlamaktadır.

Tarımda ürünün hem nicelik hem de nitelik olarak artması su, gübre, tarım ilacı ve makine gibi girdilerle sağlanmaktadır. Günümüzde tarım ilacı kullanımı vazgeçilmez duruma gelmiştir. O kadar ki, bu gün dünyada tarım ilacı kullanmadan tarımsal üretim yapılırdı şu an ki ürünün % 65'i kaybolurdu (Dağ vd., 2000).

Günümüzde sürdürülebilir tarım, hassas tarım ve organik tarım yükselen değerler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu kavramlar ya tamamen kimyasallardan vazgeçmeyi ya da çevre kirliliğini en aza indirerek ve çevrenin kendi sürekliliğini sağlamasına yardımcı olarak üretim yapılmasını öngörmektedir. Ancak günümüzde en gelişmiş ülkelerde dahi mücadelenin en fazla % 5'i kimyasal mücadele dışındaki yöntemlerden oluşmaktadır (Dağ vd., 2000). Bu anlamda, entegre mücadelenin temel felsefesi de bu düşünceyi desteklemektedir.

Dünyada ve ülkemizde ilaç tüketimlerini gözden geçirecek olursak bütün gelişmelere rağmen ülkemizdeki tarım ilacı tüketim miktarlarının gelişmiş ülkeler seviyesinde olmadığı görülmektedir. Günümüzde yaklaşık 3 milyon ton olan zirai mücadele ilacı tüketiminin parasal karşılığı 25-30 milyar ABD dolarıdır (Dağ vd., 2000). Ülkemizde kullanılan tarım ilaçları tüm dünyada tüketilenin % 1'ini oluşturmaktadır. Son 20 yıl içinde tarım

ilacı tüketimimizde % 50'ye varan oranda artış olmasına rağmen, ülkemizde birim alana atılan ilaç miktarı gelişmiş ülkelerin çok altında kalmaktadır. Ancak şu da bilinmelidir ki ülkemizde ilaç kullanımı oldukça heterojen bir yapı göstermektedir. Ege bölgesi ve Akdeniz bölgesi dikkate alındığında bu bölgelerdeki ilaç tüketim değerlerinin Avrupa Birliği ülkelerindeki değerlerle aynı ve hatta daha da fazla olduğu görülür. Avrupa Birliği ülkeleri ve Türkiye'deki hektara etkili madde tüketim değerleri Çizelge 1.1'de görülebilir.

Çizelge 1.1 Türkiye'de ve bazı Avrupa ülkelerinde hektara düşen etkili madde tüketim miktarları (Dağ vd.,2000).

Ülke Adı	Etkili Madde Miktarı (kg/ha)
Almanya	4,4
Belçika	10,7
Fransa	4,4
Hollanda	17,5
İtalya	7,6
Türkiye	0,5
Yunanistan	6,0

Değerlerden anlaşılabacağı üzere Türkiye'nin ilaç tüketim değerleri Avrupa Birliği ülkelerine oranla oldukça düşük görünmektedir. Ancak ilaç kullanımını artırırken çevre bilinci ve ilgili teknik bilgilendirme konularına ayrı bir önem verilmelidir. Örneğin gelişmiş ülkelerde içerdikleri etkili maddeler yönünden çevre dostu olan ilaçlar daha çok tercih edilmekte hatta sakıncalı görülen etkili maddeleri içeren tarım ilaçlarının satışı yasaklanmaktadır.

Türkiye ikliminin bağcılık için çok elverişli olmasından dolayı ülkemizde bağcılığın çok büyük önemi vardır. Türkiye'nin bağcılıkta dünyanın önde gelen ülkelerinden biri olması da bunu göstermektedir.

Türkiye, bağcılık yapılan 567 000 hektar alan ile dünyada 4. sırada, yaş üzüm üretiminde 3 700 000 ton ile 5. sırada ve sofralık üzüm üretiminde ise 921 000 ton ile 2. sırada yer almaktadır. Ülkemizin kuru üzüm üretimi

ise 360 000 tondur ve bu üretim değeri ile dünyada en çok kuru üzüm üreten ülke durumundadır (Çelik, 1998).

Bağcılıkta önde gelen bir ülke olmasına rağmen, ülkemizde dekara verim oldukça düşüktür (654,21 kg/da). Özellikle Ege bölgesi gibi mekanizasyon düzeyinin yüksek olduğu bölgelerde verim yüksek olmakla birlikte (Manisa ve çevresinde yaklaşık 1300 kg/da düzeyindedir) diğer bölgelerdeki verimin çok düşük olması ülke ortalamasını dünya ortalamasının (848,01 kg/da) (FAO, 2002) altına düşürmektedir.

Bilinçsiz ve kontrolsüz tarım ilacı uygulamaları çeşitli olumsuzluklara neden olmaktadır. Bu sorunlar çevre kirliliği ve sağlık yönünden çok önemlidir. Zira tarım ilaçlarının çevreye bulaşmaları sonucunda hedef dışı organizmalar da zarar görmektedir. Ayrıca yer altı ve yer üstü 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.

Başarılı bir ilaçlamanın üç temel unsuru vardır. Bunlar; kimya, biyoloji ve uygulamadır. Hedef zararlı ve ilaçlarla ilgili bilgilerimiz ne kadar eksiksiz ve doğru olursa olsun, eğer uygulamada kullandığımız makine iyi değilse başarılı bir ilaçlama yapmak mümkün değildir.

“Tohum, gübre, ilaç, su gibi girdilerde en uygun çeşidin ve normun seçilmesi başarıyı garanti etmez. Söz konusu girdilerin sisteme kendilerinden beklenen katkıyı sağlayabilmeleri, uygulama başarısının da yüksek olmasını gerektirir. Bunu sağlayan üretim faktörü de MAKİNE’dir.” (Ulusoy, E.,2001).

Doğru kullanım ve ayarların iyi yapılması mevcut makinenin bize sağladığı olanaklarla sınırlıdır. Mevcut makineler ilaçlama işinin belli bir değerden daha iyi yapılmasına izin vermemektedir. Ülkemizde bağların ilaçlanmasında sırt pülverizatörleri, sırt atomizörleri, sedyeli tozlayıcılar ve püskürtme tabancalı hidrolik pülverizatörler kullanılmaktadır (Bayat ve Tangolar, 1994). Bununla birlikte hava akımlı mekanik ve hava akımlı

pülverizatörler de oldukça yaygın kullanım alanı bulmuşlardır. Yapılan  alışmalar sonucunda, oranları değişmekle birlikte, kullanılan bütün makinelerde yaprak alt ve üstlerine atılan ilaç miktarları arasında kayda değer farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bitki yüksekliği ile genişliği boyunca homojen bir ilaç dağılımı sağlanamamaktadır. Yaprakları titreştirerek uygulanan, ilacın bitki örtüsünün iç kısımlarına da girmesini sağlamak amacıyla yapılan yardımcı hava akımlı ve hava akımlı p lverizat rlerle yapılan uygulamalarda da ilacın bitki üzerindeki dağılımının henüz olması gerektiği gibi olmadığı belirlenmiştir.

Mevcut hava akımlı makinelerle yapılan ilaçlamalarda ilacın ancak % 33'ünün hedef üzerinde tutunabildiği saptanmıştır (Bayat ve Tangolar, 1994). Meyve bahçesi ve bağların ilaçlanması amacıyla kullanılan hava akımlı mekanik p lverizat rlerle yapılan ilaçlamalarda, hava debisi, hava hızı ve yönü ile püskürtme yönü ve ilerleme hızının yapılan için kalitesi üzerine etkileri vardır. Ne yazık ki, bu tip makineler üzerinde, genellikle, ayar imkanları bulunmadığından ilaçlama yapılacak bitkinin özel isteklerine cevap verememektedir. Makine üzerinde, ila lanacak ürünün özelliğine göre, hava debisi ve hızı ile hava ve püskürtme yönleri ayarlanabilir olmalıdır. Bu konudaki yayınlara bakılacak olursa, farklı araştırmacıların farklı hedeflerde farklı hava hızları ve püskürtme açılarında çalıştıkları görülmektedir. Örneğin Planas et al. (1998) 12,2; 17,5 ve 70 m/s hava hızında çalışmışlardır. Çalışmaların sonucunda bağ ilaçlaması için oluşturdukları prototip ise hava hızı 8,9 m/s olacak şekilde tasarlanmıştır. Gil et al. (1998) 41, 55 ve 63 m/s hava hızlarında çalışmışlardır. Bir başka çalışmada ise (Pergher et al., 1997) aksiyel fan ve hidrolik memeye sahip makinelerde ilaç kayıplarının ve iyi olmayan ilaç dağılımının, makine başarısını azalttığını vurgulamışlardır. Yine bu çalışmaya göre, bağlarda, vejetasyonun tam gelişme döneminde bile kayıpların oranı % 44 - % 67 arasında gerçekleşmiş ve bitkinin üst yapraklarındaki kalıntı alt yapraklara oranla 2-3 kat fazla olmuştur.

Türkiye’de bağlarda yapılan ilaçlamalarda hava akımlı mekanik pülverizatörler yaygın olarak kullanılmaktadır. Yukarıda değinildiği gibi, bu makineleri kullanmanın bir çok olumsuz yönü vardır. Yeni kuşak makinelerde bu olumsuzlukları gidermeye yönelik olarak, fanın ürettiği hava debisini değiştirmeyi sağlayan bazı ayar imkanları sağlanmış ve ayrıca fanın üst kısmına hava yönlendirme başlıkları takılmıştır.

Pülverizatörlerin değerlendirilmesinde dağılım düzgünlüğü, hedef üzerinde tutunma ve hedefi kaplama oranları ile birim alandaki damla sayıları önem kazanır. Hedef bitkinin dış yaprakları ile iç yapraklarında oluşan kalıntının eşit olması istendiği gibi, bitkinin üst, orta ve alt bölümlerindeki ilaç kalıntıları da tekdüze olmalıdır. Ayrıca yaprakların alt ve üst yüzeylerindeki kalıntı miktarları da eşit olmalıdır. Pratikte bu değerlerin birbirine eşit olması mümkün değildir. Bu nedenle dağılıma ait varyasyon katsayısının olabildiğince düşük olması istenir. Varyasyon katsayısının düşüklüğü makinenin iyiliğinin bir göstergesidir. Hedef üzerindeki tutunma oranı ise ilaçlamada kullanılan ilacın ne kadarının hedef üzerinde kaldığının ifadesidir. Hedefteki kalıntı ne kadar fazlaysa (aynı uygulama normunda) hedef dışına sürüklenen ilaç miktarı da o kadar azdır. Buradan anlaşılabileceği üzere, uygulama hacminde bir artış olmaksızın hedef üzerindeki kalıntının artması makinenin iyiliğini gösterir. Uygulama başarısı açısından önemli diğer unsur kaplama oranıdır. Kaplama oranı, biyolojik etkinlik üzerine doğrudan etkilidir. Kaplama oranının artması biyolojik etkinliği de artırır. Özellikle sabit hedeflerde önemi daha da artmaktadır.

Ülkemizde bağ ilaçlamalarında görülen sorunların çözümüne yönelik çok sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Oysa Avrupa ülkeleri ve ABD’de çok sayıda çalışma yapılmıştır. Ancak bağlarda ilaç dağılımı ile ilgili problemler hala çözülebilmemiş değildir.

Bu çalışmanın amacı, ülkemiz ekonomisinde önemli bir katkıya sahip olan ve bölgemizde geniş alanlarda tarımı yapılan bağların ilaçlama çalışmalarında, bitki üzerindeki ilaç dağılım düzgünlüğünü iyileştirmeye

yönelik olarak, hava debisi, hava yönü ve çalışma basıncının etkilerini ortaya koymak ve kalıntı miktarı ile kaplama oranını artırarak hedef dışına sürüklenmeyi azaltacak çözüm önerilerini sunmaktır.

2 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Türkiye üzüm üretimi ve bağcılık yapılan alanlarının büyüklüğü bakımından dünyanın ileri gelen ülkelerinden olmasına rağmen, bağların ilaçlanmasına yönelik, özellikle uygulama tekniği ve makinesi açısından, yapılan çalışmalar ihtiyaca cevap verecek düzeyde değildir. Oysa bağcılık yapılan diğer ülkelerde bu konuda mevcut problemleri gidererek, ilaçlama başarısını artırmaya yönelik bir çok çalışma yapılmaktadır.

Bahçe ilaçlamalarında, asma dışında kalan ağaçların, ilaçlama kriterleri genel olarak birbirine benzemektedir. Hava hızının artışı diğer ağaçlarda iç kısımlara giren ilaç miktarını artırırken bağlarda tersi bir durum oluşmaktadır. Asma yapraklarının aerodinamik yapısı bunun temel nedenidir.

Vannuci et al. (1998) "Spraying in vineyard; evolution of airborne spray by aspirated air sampler" isimli çalışmalarında iki farklı formülasyon ve iki farklı basınçta çalışarak, bu faktörlerin sürüklenmeye olan etkilerini araştırmışlardır. Sürüklenmenin (drift) ölçülmesi için, hava selüloz filtrelerden geçirilmiş ve daha sonra filtrelerdeki kalıntı miktarları gaz kromatografisi cihazında ölçülmüştür. Sonuçta, çalışma basıncı azaldıkça, formülasyondan bağımsız olarak, sürüklenmenin de azaldığını belirtmişlerdir.

Racomora et al. (1998) uygulama normunun bitki üzerindeki damla dağılımı üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Dağılım ölçümlerini yapabilmek için bitki dış kısmında 3 farklı yükseklikte ve iç kısmında ise iki farklı yükseklikte örnek alma yüzeyleri yerleştirilmiştir. Örnek alma yüzeyleri, plastik şeritlerin üzerinin silikonla kaplanmasıyla

oluşturulmuştur. İz maddesi olarak iron chelate kullanılmıştır. Her uygulamadan sonra örnekler fotoğraflanmıştır. Bir görüntü analiz programı kullanılarak damla çapı, birim alandaki damla sayısı ve örtme yüzdesi değerleri ölçülmüştür. Çalışma sonucunda hidrolik püskürtme düzeni ile yapılan ilaçlamada damla sayısı ve örtme oranında, uygulama normuna bağlı bir değişme oluşmazken, hava akımlı makinede uygulama normunun artması bu değerleri artırmıştır. Çalışmaların tamamında, yaprak altına giden ilaç miktarı daha az olmuştur. Hava akımlı makine hedef üzerinde daha tekdüze bir dağılım sağlamıştır. Bu sonuç üzerinde meme tipi ve hava jeti yönünün de etkisi olmuştur.

Son yıllarda, bilgisayar ortamında görüntü analiz programları ile örnek analizi yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Çünkü geniş kapsamlı yürütülen çalışmalarda mikrometreli mikroskop altında bu işlemleri yapmak oldukça zaman alıcıdır. Görüntü analiz programlarının belli bir hata payı ile analiz yapması bir dezavantaj gibi görünse de, örnek yüzeyinin bir kısmı yerine tamamının analizinin sağlanması önemli bir avantaj yaratmaktadır. Ayrıca işlemleri daha kısa sürede bitirmek mümkün olmaktadır.

Gil et al. (1998) bağlarda ilaçlama uygulamalarının iyileştirilmesine yönelik yaptıkları çalışmada, üç farklı makine ve üç farklı uygulama normunda, Cu^{2++} iz maddesi ile çalışmışlardır. Çalışmada kalıntı homojenliği, toprağa giden kayıplar ve kapasiteler ölçülmüştür. 4 ve 6 km/h ilerleme hızlarında yapılan denemeler sonucunda, 6 km/h ilerleme hızında yapılan ilaçlamada daha iyi bir dağılım elde edildiğini ve toprağa giden ilaç miktarının da daha az olduğunu belirtmişlerdir. İlerleme hızı artışı iş kapasitesini de artırdığından, bu sonuç daha da önem kazanmaktadır. Ayrıca düşük hacimli uygulamada toprağa giden kayıp miktarı daha az olmuş ve hedef üzerindeki kalıntı miktarı artmıştır.

Bayat ve Tangolar (1994) farklı pülverizatörlerin, terbiye sistemine bağlı olarak etkinliklerini belirlemeye yönelik bir çalışma yapmışlardır.

Araştırmada püskürtme tabancalı, düşey çubuklu hidrolik ve yardımcı hava akımlı olmak üzere üç farklı pülverizatör kullanılmıştır. Araştırmacılar yardımcı hava akımlı pülverizatörlerde hava akımı yönü ve hava akımı hızının ilacın tutunmasını etkilediğini belirtmişlerdir. Hava akımının geriye doğru 45° açıyla yönlendirilmesi ve hızının 6-8 m/s olması daha iyi sonuçlar vermiştir (Göhlich, 1985). Çalışmalarda kullanılan makinenin hava debisi $20000 \text{ m}^3/\text{h}$ ve ilerleme hızı 3,6 km/h seçilmiştir. Örnekleme yüzeyi olarak filtre kağıdı kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda, çalışmada kullanılan bütün makinalarda yaprak üstüne atılan ilaç miktarının, yaprak altına atılardan daha fazla olduğu belirtilmiştir.

Karahan ve Sağlam (1997) uçakla yabancı ot ilaçlamasında damla dağılımının farklı yöntemlerle saptanması üzerine yaptıkları çalışmada, örnekleme yüzeyi olarak suya duyarlı kağıtları kullanmışlar ve damla dağılımını belirlemek amacıyla da, mikrometreli mikroskop, tepe gözde büyütmek ve ölçüm 1 isimli programdan yararlanmışlardır. Ölçüm 1 programının diğer yöntemlere nazaran hatalı okumalar yaptığını, ancak bu hatanın istatistik yönden kabul edilebilir olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca mikrometreli mikroskopta kağıdın bir bölümü değerlendirilirken, bu program sayesinde kağıdın tamamının değerlendirildiğini ifade etmişlerdir.

Planas et al. (1998) makalelerinde dört yıllık bir projenin sonuçları sunulmuştur. Projenin amacı ilaç kayıplarını azaltmak, hedefteki ilaç miktarını artırmak ve dağılımı düzeltmektir. Ayrıca ilaçlama maliyetini azaltma ve güvenli uygulama teknikleri de araştırılmıştır. Araştırmacılar mevcut makinelerde bitki örtüsünün iç bölgelerine ilaç girişinin yeteri kadar olmadığını, kayıpların fazla olduğunu ve dağılımın düzgün olmadığını belirtmişlerdir. Proje sonunda, ilerleme hızının azaltılması ve memelerin yapraklara dik yönlendirilmesi suretiyle dağılım düzgünlüğünün artacağı belirtilmiştir. Dağılımı iyileştirebilmek için bir prototip makine hazırlanmıştır. Bu makine ile yapılan çalışmalarda örtme değerleri beklenildiği kadar iyi çıkmamıştır. Bağlarda yapılan çalışmada hava çıkış

debisinin azaltılmasının dağılım düzgünlüğünü artıracakını ifade etmişlerdir. Bu durum diğer ağaçlarda karşılaşılan duruma terstir. Araştırmacılar, buna neden olarak asma yapraklarının aerodinamik yapısının farklı olmasını göstermişlerdir. Yüksek hava hızlarında asma yapraklarında duvar etkisi gözlemlendiğini vurgulamışlar ve prototip makinenin geliştirilebilmesi için üzerinde çalışılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Pergher and Gubiani (1995) uygulama normu ve hava debisinin, bağlarda bitki üzerindeki kalıntı miktarına etkilerini araştırmaya yönelik bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada aksiyel fanlı hidrolik pülverizatör kullanılmıştır. Bu makinenin seçilmesinin nedeni İtalya'da yaygın olarak kullanılmasıdır. Araştırmacılar, bu tip makinalarda kayıpların çok fazla olduğunu ve ilaç dağılımının da kötü olduğunu ifade etmişlerdir. Bu makineler kullanılarak bağlarda yapılan ilaçlama çalışmalarında, gelişmenin ilk dönemlerinde (Nisan – Mayıs) kayıpların % 64 - % 94 düzeyinde, gelişme tamamlandığında ise (Temmuz – Ağustos) % 44 - % 67 oranında gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Araştırmacıların üzerinde durduğu bir başka nokta ise, makineler iyi kalibre edilseler bile, bitki üst yapraklarında meydana gelen kalıntının alt yapraklardakine oranla 2-3 kat daha fazla olmasıdır. Tünel tipi pülverizatörlerin kullanılması durumunda kayıplar % 50'ye varan oranda azaltılmakla birlikte hedefteki kalıntı, konvensiyonel makinedekine nazaran oldukça küçük kalmaktadır. Araştırmada, düşük hacimde 313,6 L/ha ve 381,3 L/ha, orta hacimde ise 648,1 L/ha ve 782,6 L/ha uygulama normlarında çalışılmıştır. Hava debisi değerleri olarak 7,0 m³/s ve 8,6 m³/s değerleri seçilmiştir. Örneklemeler bitki üzerinde, üst, orta ve alt olmak üzere 3 farklı yerden yapılmıştır. İlerleme hızının 1,53 m/s olarak seçildiği bu çalışmada 10,5 ve 15,5 bar çalışma basınçlarında çalışılmıştır. Kalıntı ölçümleri fluorometre kullanılarak yapılmıştır. Sonuçta, Haziran ayında, hedef üzerindeki kalıntının daha fazla olduğunu ve kayıpların azaldığını belirtmişlerdir. Örtme oranları ise, Haziran ayında % 46 ve % 54, Temmuz ayında % 37 ve % 57 olarak belirtilmiştir. Yaprak

alanı indeksinin artması kaplama oranını da artırmış ve kayıplar azalmıştır. Bu daha önceki çalışmaların sonuçlarıyla uyum içindedir. Zira yetiştiricinin ilk dönemlerinde kayıplar fazladır. Ancak bitkinin gelişmesi ile birlikte azalmaktadır. Öte yandan Haziran ayında yaprak alanı indeksinin artması kalıntıyı azaltmıştır. Araştırmacılar Temmuz uygulamalarında uygulama normu artışının kalıntıyı azalttığını, bunun nedeninin de yaprak yüzeylerinden olan akış olduğunu belirtmişlerdir. Hava debisini artırmak her iki durumda da kaplamayı azaltırken, hesaplanamayan kayıpları artırmıştır. Bitkinin orta kısmına denk gelen memelere daha büyük numaralı plakaların takılması ile, dağılım düzgünlüğü iyileştirilebilecektir.

Whitney, et al. (1989) yaptıkları çalışmada, makine tipi, ilerleme hızı ve uygulama normunun kalıntı üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada, iki farklı makine kullanılmıştır. A makinesinin 97 kW, B makinesinin ise 37,3 kW güç gerektirdiği belirtilmiştir. Ağaçtaki örneklem yerinin çok önemli olduğu vurgulanmıştır. Kalıntı en fazla, ağaç dış yüzeyinde, orta yükseklikte ve 90°'lik azimut açısında oluşmuş, buna karşılık en düşük kalıntı değeri ise, en düşük yükseklikte, bitki içinde ve 0° azimut açısında gerçekleşmiştir. En yüksek kalıntı değeri, B makinesinde, 4 km/h ilerleme hızında ve 2340 L/ha uygulama normunda ölçülmüştür.

Derkson ve Gray (1995) yardımcı hava akımlı makinelerle çalışmada, elma ağacı ilaçlamasında, kalıntı ve hava hızı dağılımlarını incelemişlerdir. Hava hareketi ve hava içindeki ilaç dağılımının bitki üzerindeki ilaç dağılımını etkilediğini belirtmişlerdir.

Furness (1991) ise yaptığı çalışmada, iki ayrı sistemin yüksek hız ve düşük hacimde, buğday ve ayçiçeği ilaçlamasındaki etkilerini araştırmıştır. Araştırmacı, türbülanslı hava akımının, ilacın bitki içine daha iyi girebilmesini sağladığını ve aynı zamanda dağılım düzgünlüğünü iyileştirdiğini ifade etmiştir.

Salyani ve Whitney (1988) ilaçlama kalıntılarını belirlemeye yönelik olarak, farklı yöntemleri ele aldıkları çalışmalarında, ilaçlama etkinliğinin göstergelerinden birinin kalıntı analizi olduğunu belirtmişlerdir. Bu amaçla farklı yöntemler kullanılmakla birlikte, iz maddesi kullanımı epey yaygındır. Örnekler doğrudan yapraklardan alınabileceği gibi, farklı örnek toplama yüzeyleri kullanmak da mümkündür.

Randall (1971) meyve ağaçlarında hava hacmi-basınç ilişkilerini araştırdığı çalışmasında, düşük ilerleme hızlarında düzgünlüğün daha iyi olduğunu belirtmiştir.

Kaul et al. (1996) meyve bahçelerinde, ilaçlama makinelerinin iyilik kriterlerini büyüteç altına almıştır. Sonuç olarak, düşey paternatörün, düşey ayarlamalar için uygun olmadığını ve düzenek ile bitki üzerindeki dağılım arasında belirgin bir ilişkinin bulunmadığını belirtmişlerdir.

Göhlich et al. (1996) değişik ürünlere yönelik olarak, hava akımlı mekanik pülverizatörleri incelemişlerdir. Bağ ve meyve bahçesi ilaçlamanın iki önemli amacı vardır;

1. Optimum düzeyde dağılım düzgünlüğü sağlanmalıdır. Bunun için hava akımının damlaları taşıması gerekir. Böylece daha iyi bir penetrasyon sağlanır.

2. Damlaların hedef dışına gitmemesi için fazla enerjinin düşürülmesi ya da bu enerjiden etkilenen damlaların yakalanması gerekir. Bunu sağlamak için ise şu koşulların yerine getirilmesi gerekmektedir;

- Her amaca uygun ayar imkanı olan bir fan tasarımı
- Damlaları yakalama ve tekrar depoya geri gönderme
- Sensörler kullanarak boşlukların algılanması ve o bölgeye yönelik memelerin kapatılmasının sağlanması

Araştırmacılar ayrıca bitki üzerinde iyi bir biyolojik etkinlik sağlayacak kalıntının oluşması için, hava akımının türbülanslı olması

gerektiğini belirtmişlerdir. Hava akımlı makineler çok karmaşık ihtiyaçlar duyarlar. Bu ihtiyaçların karşılanması için çok çaba ve çalışma gerekmektedir. Konunun önemi, çevre koruma ile yakından ilgili olmasından gelmektedir.

Miralles et al. (1996) Avrupa'daki enstitülerde, hava akımlı mekanik pülverizatörlerin karakteristiklerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemlerin karşılaştırılması için bir araştırma yapmışlardır. Hava debisi, hava hızı ve dağılımı ve sıvı dağılımları üzerinde çalışmışlardır. Hava hızları statik ve dinamik koşullarda ölçülmüştür. Araştırmacılar hava hızı ölçümünün hemen çıkış ağzında yapılmasının daha iyi olacağını belirtmişlerdir.

Derksen ve Richard (1999), hava akımlı ya da yardımcı hava akımlı makinelerin ağaç ve bağlarda kullanımının iyileştirilmesi üzerine yaptıkları araştırmada, yüksek hava hacminin etkinliğinin, yüksek hava hızına oranla daha fazla olduğunu belirtmiştir. Makineler yeterli havayı sağladıktan sonra, hava, ilacın bitki içlerine girmesini ve orada kalmasını sağlar. İlerleme hızının düşürülmesi ve hava hızının azaltılması bitki üzerindeki dağılımı iyileştirir. Ayrıca, havanın ve püskürtme memelerinin yön kontrolünün, ilacın bitki içine girmesine yardımcı olduğunu vurgulamışlardır.

Cerruto, et al. (1998), aksiyel fanların ve ilerleme hızının, narenciyede kaplama oranları ve damla sayıları üzerine etkilerini araştırmışlardır. Hava debisi ve ilerleme hızını piyasada yaygın uygulanan değerlerden seçmişlerdir. Makine başarısını değerlendirebilmek için, kaplama yüzdesi, damla sayısı ve damla boyutundan faydalanmışlardır. Çalışma sonucunda; hava debisindeki artışın, hedefe taşınan damla sayısını ve yüzey kaplama değerini artırdığını belirtmişlerdir. Hedef üzerindeki dağılım düzgünlüğü daha iyi olmuştur. Aynı püskürtme hacminde, hız azaldıkça damla sayısı ve yüzey kaplama değerinin arttığı belirlenmiştir.

Dibble (1982), bağ ilaçlamasının prensipleri ve kullanılan makinelerin kalibrasyonu ile ilgili olarak, "Grape Pest Manegement" kitabı

içinde hazırladığı bölümde, bağ ilaçlamasının temel basamaklarının diğer ilaçlama işlemleriyle aynı olduğunu, hava miktarı ve yönü ile ilerleme hızının çok önemli olduğunu vurgulamıştır. İlerleme hızı fazla olursa, hedef dışına giden ilaç miktarının artacağını, çok yavaş bir ilaçlamada ise ekonomik olunamayacağı gibi, yaprakların bir blok gibi davranarak bitkinin iç kısımlarının ilaçlanmasına engel olacağını belirtmiştir.

3 MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

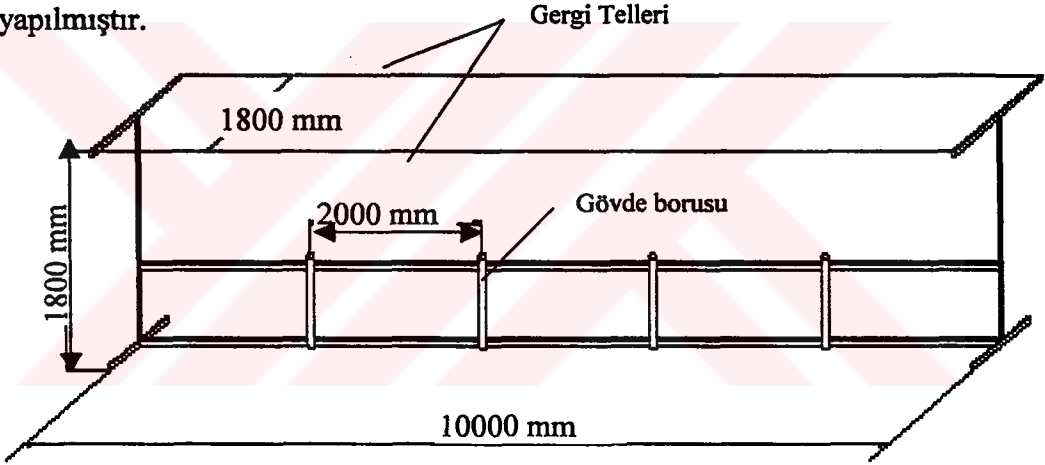
Bu bölümde, deneme düzeneğinin oluşturulup, denemelerin yapılmasından, sonuçlarının değerlendirilmesine kadar , kullanılan tüm araç, gereç ve makinelerden bahsedilecektir.

3.1.1 Yapay Asma Bitkisi

İlaçlama çalışmaları, hava koşullarından kolay etkilenen hassas çalışmalardır. Çalışmanın başarısı, rüzgar hızı, hava sıcaklığı, bağıl nem gibi meteorolojik koşullarla çok yakından ilgilidir. Bu nedenle yaz aylarında yapılan ilaçlamalarda ya sabahın erken saatlerinde ya da akşam saatlerinde ilaçlama yapılabilir. Böylece sıcaklığın daha düşük ve bağıl nemin daha yüksek ya da çalışılabilir aralıklarda olduğu zamanlarda çalışılarak, meteorolojik koşulların yarattığı olumsuz etkiler kısmen azaltılıp, uygulama başarısı artırılabilir.

Bu doktora tezi çalışmasında, gerek ilaçlama üzerine sadece makine ayarlarının etkili olmasını sağlamak ve gerekse çalışılabilir zamanı artırabilmek için, gerçek asma bitkisiyle birebir aynı ölçülere sahip olan yapay asma bitkileri yapılmıştır. Çalışmalarda filtre kağıtları ve suya duyarlı kağıtlar yapay asma bitkisi yapraklarına asılmış ve örnekler bu şekilde elde edilmiştir.

Yapay asmanın oluşturulmasında, telli terbiye sisteminde yetiştirilen çekirdeksiz üzüm çeşidi verileri kullanılmıştır. Çekirdeksiz üzüm, bölgemizde çok geniş alanlarda yetiştirilmektedir. Sistem olarak telli terbiye sisteminin seçilme nedeni ise, hem yaygın olarak kullanılması hem de uzun yıllar daha uygulanabilecek bir sistem olmasıdır. Yapay asma bitkisi, telli terbiye sistemine göre yetiştirilmiş bağlardan alınan sıra üzeri mesafesi, asma boyu, sürgün sayıları ve yaprak sayısı ve alanlarına uygun olarak hazırlanmıştır. Hazırlanan telli terbiye sistemi çatı şekli ve ölçüleri, Şekil 3.1'de görülmektedir. Sistem çatısı kare profiller ve çelik tel kullanılarak oluşturulmuştur. Asma bitkilerinin gövdesi ise 8 cm çaplı PVC borulardan yapılmıştır.



Şekil 3.1. Yapay asma bitkisi için oluşturulan çatının şematik görünümü ve ölçüleri

Yapay bitkinin yapraklarının oluşturulabilmesi için değişik özellikteki malzemelerden örnekler hazırlanmıştır. Bu örnekler içinden, gerçeğe en yakın özellikler gösteren sera naylonu olmuştur. Bu nedenle yaprakların yapılmasında sera naylonu kullanılmıştır. Sera naylonlarına gerekli direnci kazandırabilmek için naylonların arkasına ince tabaka halinde polyester sürülerek kurumaya bırakılmıştır. Ayrıca gerçek bitkide bulunan damarlar da silikon ile oluşturularak, yapay yaprağın mukavemet ve esneme özelliklerinin gerçeğinkine yakın olması sağlanmıştır.

Yapraklar oluşturulurken, yaprak büyüklükleri rasgele seçilmemiştir. Yaprak büyüklüklerini belirleyebilmek için E.Ü.Z.F. Bahçe Bitkileri Bölümü'nün yapmış olduğu bir araştırmadan (Altundişli, 1999) elde edilen yaprak büyüklükleri, sınıflara ayrılmış ve bu sınıfların orta değerleri saptanmıştır. Daha sonra bu sınıf aralığında yer alan yaprakların tüm yapraklara göre yüzde oranları hesaplanmıştır. Yapılan yapay asma bitkilerinin her birinde 1200 adet yaprak bulunmaktadır. Bu sayı, hem yapılan çalışmalardan elde edilmiş değerlerden hem de telli terbiye sistemi ile yetiştirilen asma bitkilerinde sayım yapılarak elde edilmiştir. Kabul edilen sınıf orta değerleri ve bu büyüklükteki yapraktan kaçar adet oluşturulduğu Çizelge 3.1' de görülmektedir.

Çizelge 3.1. Oluşturulan yapraklara ait sınıf orta değerleri ve her sınıf aralığındaki yaprak sayıları

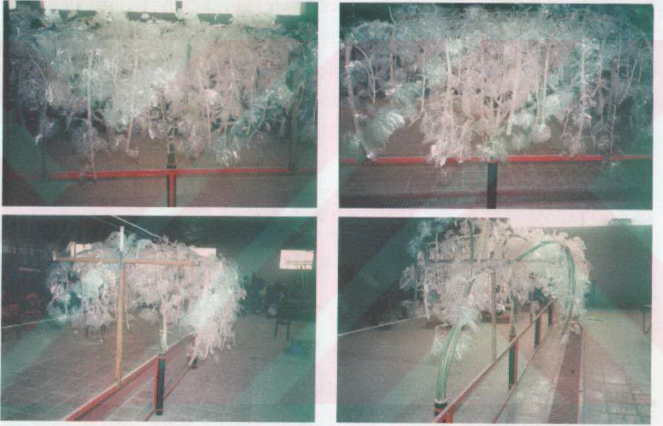
Yaprak Alanı (cm ²)	Bir Bitkideki Yaprak Sayısı (Adet)	Yarım Bitkideki Yaprak Sayısı (Adet)	Oluşturulan Toplam Yaprak Sayısı (Adet)
30	338	169	676
50	197	98	393
70	181	91	363
90	149	74	297
110	89	45	179
130	83	42	167
150	39	19	77
170	47	24	95
190	35	17	69
210	21	11	43
230	11	5	21
>230	10	5	20
Toplam:	1200	600	2400

Yaprak büyüklükleri ve sayıları belirlendikten sonra yapay yaprakların şablonları hazırlanmıştır. Bu şablonlar kullanılarak, daha önceden hesaplanan sayıda yaprak, yukarıda bahsedildiği şekilde sera naylonundan kesilerek oluşturulmuştur.

Yapay asma bitkisinin sürgünleri farklı kalınlıkta hortumlar kullanılarak oluşturulmuştur. Bu hortumlar bitki gövdesini oluşturan

borulara uygun kelepçelerle bağlanmıştır. Yaprak sapları, sürgünleri oluşturan hortumların üzerine açılan deliklere silikonla tutturulmuştur.

İki adet yapay asma oluşturulmuştur. Bunlardan bir tanesi bütün olarak oluşturulurken, gerçek bağlardaki girişimi sağlamak için, diğer bitkinin yarısı ilk bitkinin bir ucuyla diğer yarısı da diğer ucuyla girişim yapacak şekilde oluşturulmuştur. Oluşturulan yapay asma bitkileri şekil 3.2’de görülmektedir.



Şekil 3.2. Sera naylonu ve farklı çaplardaki hortumlar kullanılarak, telli terbiye sistemine uygun olarak hazırlanmış yapay asma bitkilerinin farklı yönlerden çekilen fotoğraf görüntüleri.

3.1.2 İlaçlama Makinesi ve Hava Yönlendirme Ünitesi

Denemelerde, Türkiye’de yaygın olarak kullanılmakta olan yardımcı hava akımlı-mekanik pülverizatör kullanılmıştır. Makine bu tipteki pülverizatörlerin genel yapısına sahip olup, depo, fan, üniformizatör, regülatör, manometre, pompa, püskürtme sistemi, filtreler ve hortumlardan oluşmaktadır. Makine pnömatik karıştırıcıya sahiptir. Püskürtme sistemi sağ

ve sol tarafta yer alan ve üzerine belli aralıklarla yerleştirilmiş püskürtme memelerini taşıyan dışbükey, pirinç borulardan oluşmaktadır. Memeden püsküren sıvı hava akımının içine girmekte ve havanın hareketiyle hedef üzerine taşınmaktadır. Hava akımını oluşturabilmek için makine üzerine bir adet aksiyel fan monte edilmiştir. Fan, arka açıklıktan emdiği havayı yönlendirme saçı sayesinde çevreye, hava emiş yönüne dik konumda dağıtır. Makine üzerine yerleştirilmiş bir dişli kutusu ile fan'a giden hareket kesilebilmektedir. Ancak bu dişli kutusu, fan devrini değiştirme olanağı vermemektedir. Püskürtme memeleri, stoplu tipte içi boş konik püskürtme yapan memelerdir. Makinenin her iki yanında yer alan dışbükey borular üzerine yerleştirilmiş altışar adet meme bulunmaktadır. Memelerin özellikleri ile ilgili detaylı bilgiler bölüm 3.1.3'te verilmiştir. Makinenin piyasadaki hali Şekil 3.3'te görülmektedir.



Şekil 3.3. İlaçlama makinesinin orijinal hali

Hedef üzerindeki ilaç dağılımını iyileştirebilmek ve hava yönlendirmesinin bitki üzerindeki ilaç dağılımına ve sürüklenmeye olan etkilerini belirleyebilmek için, makine üzerine hava yönlendirme ünitesi ve püskürtme sistemi monte edilmiştir. Hava ünitesi 2 mm kalınlığındaki sac malzemenen, E.Ü.Z.F. Tarım Makineleri Bölümü mekanik teknoloji



Şekil 3.5. Makinenin yeni hava yönlendirme ünitesi ve püskürtme sistemi monte edildikten sonraki görünümü

Pülverizatör üzerine hava yönlendirme ünitesi takıldıktan sonra, hava çıkış hızı değerlerinde değişiklikler meydana gelmiştir. Hatta iç kanatların takılı olup olmaması da hava çıkış hızlarını değiştirmektedir. Makinenin orijinal konumu ve hava yönlendirme ünitesi takıldıktan sonraki durumda ölçülen hava çıkış hızı değerleri Çizelge 3.2.'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Geliştirilen hava yönlendirme ve püskürtme ünitesi takılmadan önce ve takıldıktan sonraki durumlarda, hava çıkış hızı değerleri (m/s)

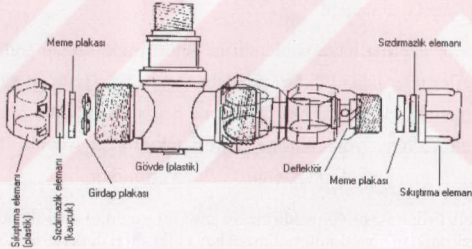
Ölçüm Mesafesi	Orijinal konum	Kanatlar takılı değil	Kanatlar takılı
Çıkış ağzında	18,4	>20	>20
20 cm	17,2	20	20
40 cm	13,6	16,8	18,4
60 cm	13,2	12,8	18,4
80 cm	8,8	11,2	16
100 cm	8,8	8,8	16

3.1.3 Meme Tipi ve Plaka Delik Çapı

Pülverizatör üzerinde, içi boş konik püskürtme yapan çift taraflı stoplu memeler bulunmaktadır. Meme malzemesi plastik olmakla birlikte,

püskürtme plakaları seramikten yapılmıştır. Püskürtme plakası delik çapları 1,2 mm ve 1,5 mm'dir. Ancak çalışmalarda sadece 1,2 mm'lik plaka kullanılmıştır. Stoplu memelerde sıvı basıncı belli bir değerin altına indiğinde, plakalardan sıvı çıkışı önlenmektedir. Böylece damlama olmamakta ve çevre kirliliği azaltılmaktadır.

Normal çalışma esnasında memenin sadece bitki tarafındaki plakasından püskürtme yapılmaktadır. İstenildiği takdirde, diğer püskürtme plakasından çalışmak için, meme, bağlantı noktası etrafında döndürülerek, içte kalan plaka ucunun dışa bakması ve püskürtmenin buradan olması sağlanmaktadır. Meme plakaları seramik malzemeden yapılarak, plakanın aşınmaya karşı dayanıklı olması sağlanmıştır. Seramik malzemelerin aşınmaya karşı dayanıklı olduğu çeşitli araştırma sonuçlarından bilinmektedir (Çakmak, 2000). Denemelerde kullanılan memelerin şematik çizimi Şekil 3.6'da görülmektedir.



Şekil 3.6. Pülverizatör memesinin şematik görünümü

3.1.4 Suya Duyarlı Kağıtlar ve Filtre Kağıtları

Denemelerde damla örnekleri analizi ve kaplama oranları ölçümü için suya duyarlı kağıtlar, kalıntı miktarlarının belirlenmesi ve dağılım düzgünlüğünün ölçülmesi için ise filtre kağıtları kullanılmıştır.

Suya duyarlı kağıtlar (Water Sensetive Paper) 500x26 mm ölçülerinde alınmış olup daha sonra 50 mm uzunluğunda kesilerek kullanılmıştır. Filtre

kağıtları ise 400x400 mm ölçülerinde alınmış daha sonra 100x100 mm ölçülerinde kesilerek kullanılmıştır.

3.1.5 İz Maddesi ve Çözgen

Denemelerde dağılım düzgünlüğü ve kalıntı miktarı ölçümleri için Sodium Fluorescein kullanılmıştır. Depo içine, her bir litre su için 0,05 gram iz maddesi katılmıştır.

Filtre kağıtları üzerindeki iz maddesini çözebilmek için, 1 molar % 1'lik Sodyum Hidroksit, çözgen olarak kullanılmıştır.

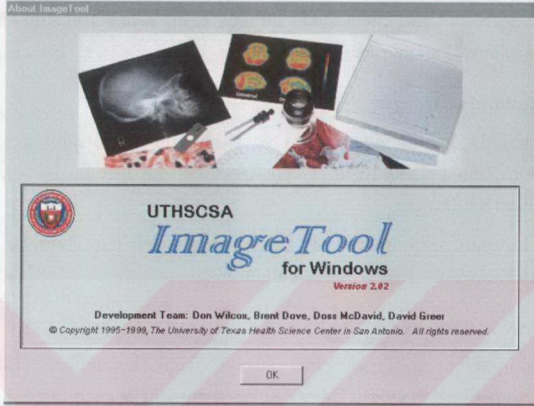
3.1.6 Spektrokolorimetre

Bitki yapraklarında, örnek alma yüzeyi olarak kullanılan, filtre kağıtları üzerindeki iz maddesi kalıntı miktarlarının belirlenebilmesi için Metrohm marka E 1009 model spektrokolorimetre'den faydalanılmıştır. Okumalar 496 nm dalga boyunda yapılmıştır.

3.1.7 Görüntü Analiz Programı

Suya duyarlı kağıtlar üzerinde toplanan damlaların sayılarının, ortalama çaplarının ve yüzey kaplama değerlerinin belirlenmesi amacıyla, Don Wilcox ve arkadaşları (The University of Texas Health Center in San Antonio) tarafından geliştirilen "Image Tool for Windows, version 2.02" yazılımı kullanılmıştır. Program açılışında ekrana gelen ve program hakkında bilgi veren görüntü Şekil 3.7' de verilmiştir.

Bahsedilenlerin dışında, örnek kağıtlarını hedef üzerine tutturmak için kışkaçlar, toplanan örneklerin saklanabilmesi için kilitli torbalar ve ayrıca siyah renkli torbalar kullanılmıştır. Laboratuvar analizlerinde; cam kavanozlar, mezurlar, balonlar, tüpler ve pipetler, damla analizlerinde ise tarayıcı (scanner) ve bilgisayar, deneme materyali olarak kullanılmıştır.



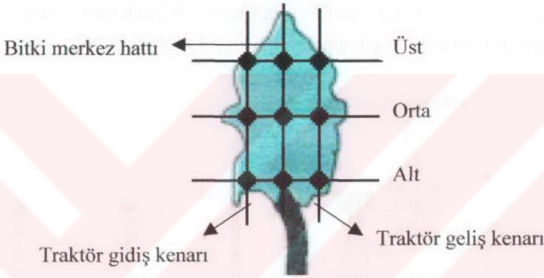
Şekil 3.7. Program çalıştırıldığında ekrana gelen ve program hakkında bilgi veren program tanıtım görüntüsü

3.2 Yöntem

3.2.1 Denemelerin Yapılması

Yapılan her bir denemede 26 ayrı noktadan örnek alınmıştır. Bitki üzerindeki iz maddesi dağılımının tespiti için, bitki üzerinden 18 ayrı noktadan örnekleme yapılmıştır. İz maddesi tespiti için filtre kağıtları asılırken, damla analizleri için de suya duyarlı kağıtlar aynı noktalara asılmıştır. Hedef bitki üzerindeki dağılımın daha iyi tespit edebilmesine yönelik olarak, bitki düşey düzlemde, üst-orta-alt olmak üzere üç bölgeye ve yatay düzlemde de, sağ dış yüzey-merkez-sol dış yüzey olmak üzere üç bölgeye ayrılarak toplam dokuz bölge elde edilmiştir (Şekil 3.8). Her bir bölgede de yaprak altı ve yaprak üstüne örnekleme kağıtları asılarak toplam 18 farklı noktadan örnek alınmıştır. Yapay bitkilerin her ikisi üzerine de aynı düşünceyle örnek toplama yüzeyleri asılmıştır. Denemeler esnasında bitkinin her iki yanından da geçilerek püskürtme yapılmıştır. Püskürtme

bittikten sonra traktör başlangıç konumuna geri getirilmiştir. Başlangıç konumundan hareketle yapılan ilaçlamada püskürtme sistemine yakın olan bitki dış yüzeyi, gidiş bölgesi ve sıra sonunda döndükten sonra ilaçlanan, bitkinin diğer taraftaki dış yüzeyi ise bitki geliş bölgesi olarak adlandırılmıştır. Bitki üzerindeki örnek alma noktalarının kodlamaları ve bunlara ait açıklamalar Çizelge 3.3.'te görülmektedir.

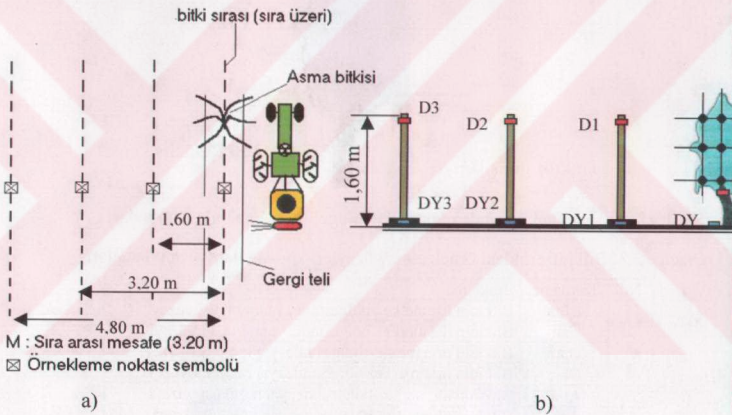


Şekil 3.8. Bitki örtüsü üzerinde oluşturulan bölgeler ve örnek alma noktaları

Çizelge 3.3. Bitki üzerindeki örnek alma yüzeyleri kodlamaları ve açıklamaları

No	Kodlama	Açıklama
1	Üm	Bitkinin üst merkez bölgesinde, yaprağın üst yüzeyi
2	Ūam	Bitkinin üst merkez bölgesinde, yaprağın alt yüzeyi
3	Oum	Bitkinin orta merkez bölgesinde, yaprağın üst yüzeyi
4	Oam	Bitkinin orta merkez bölgesinde, yaprağın alt yüzeyi
5	Aum	Bitkinin alt merkez bölgesinde, yaprağın üst yüzeyi
6	Aam	Bitkinin alt merkez bölgesinde, yaprağın alt yüzeyi
7	Uugid	Bitkinin üst gidiş bölgesinde, yaprağın üst yüzeyi
8	Uagid	Bitkinin üst gidiş bölgesinde, yaprağın alt yüzeyi
9	Ougid	Bitkinin orta gidiş bölgesinde, yaprağın üst yüzeyi
10	Oagid	Bitkinin orta gidiş bölgesinde, yaprağın alt yüzeyi
11	Augid	Bitkinin alt gidiş bölgesinde, yaprağın üst yüzeyi
12	Aagid	Bitkinin alt gidiş bölgesinde, yaprağın alt yüzeyi
13	Uugel	Bitkinin üst geliş bölgesinde, yaprağın üst yüzeyi
14	Uagel	Bitkinin üst geliş bölgesinde, yaprağın alt yüzeyi
15	Ougel	Bitkinin orta geliş bölgesinde, yaprağın üst yüzeyi
16	Oagel	Bitkinin orta geliş bölgesinde, yaprağın alt yüzeyi
17	Augel	Bitkinin alt geliş bölgesinde, yaprağın üst yüzeyi
18	Aagel	Bitkinin alt geliş bölgesinde, yaprağın alt yüzeyi

Hedef dışına sürüklenmeyi ölçebilmek için de 8 ayrı noktada örnekleme yapılmıştır. Örnekleme kağıtları, bitki gövdesine, bitki sıra üzerinde yere konulduğu gibi, bitki sırasından; 1,60 metre, 3,20 metre ve 4,80 metre uzaklıktaki mesafelerde, toprağa giden sürüklenme için yer yüzeyine ve havaya giden sürüklenme için de bahsedilen mesafelerde yerden 1,5 metre yüksekliğe örnekleme yüzeyleri asılmıştır (Şekil 3.9). Sıra arası mesafe 3,2 metre olarak alınmıştır. Sürüklenme ölçümlerinde kullanılan kodlamalar ve açıklamaları Çizelge 3.4'te görülebilir.



Şekil 3.9. Sürüklenme miktarını ölçmek için oluşturulan düzeneğin a: üstten görünüşü, b: önden görünüşü

Çizelge 3.4. Sürüklenme ölçümlerinde örnek alma noktaları için kullanılan kodlamalar ve açıklamaları

No.	Kodlama	Açıklama
1	DG	Asma bitkisi gövdesinde bulunan örneklemme noktası
2	DY	Bitki sırasında toprak yüzeyindeki örneklemme noktası
3	D1	Bitki sırasında 1,60 metre uzakta yerden 1,5 metre yükseklikteki örneklemme noktası
4	DY1	Bitki sırasında 1,60 metre uzakta toprak yüzeyindeki örneklemme noktası
5	D2	Bitki sırasında 3,20 metre uzakta yerden 1,5 metre yükseklikteki örneklemme noktası
6	DY2	Bitki sırasında 3,20 metre uzakta toprak yüzeyindeki örneklemme noktası
7	D3	Bitki sırasında 4,80 metre uzakta yerden 1,5 metre yükseklikteki örneklemme noktası
8	DY3	Bitki sırasında 4,80 metre uzakta toprak yüzeyindeki örneklemme noktası

Oluşturulan hava yönlendirme ünitesi ve püskürtme sisteminin başarısını belirlemek amacıyla yapılan denemelerde, deneme sayısını azaltmaya yönelik olarak, hava yönlendirme ünitesi ve püskürtme sistemi başlıklarının açılarını belirlemek için, ön denemeler yapılmıştır. Ön denemelerde elde edilen verilere varyans analizi uygulanmış ve başlık açısının sürüklenmeye etkili olduğu tespit edilmiştir. Daha sonra Duncan testi ile sıralama yapılmıştır. Bu sıralama sonucunda, aralarında istatistik yönden fark bulunmayan ve en az sürüklenmeye neden olan iki başlık açısı belirlenmiş ve bu başlık açılarında temel denemeler yapılmıştır. Böylece sürüklenme miktarı fazla olan başlık açısı konumları elimine edilmiştir. Temel denemeler için, ön denemelerde belirlenen iki farklı başlık açısında, üç farklı basınçta, üç farklı hava debisinde ve üçer tekrarlı olmak üzere, 54 adet deneme yapılmıştır. Denemelerde, çalışılan hava başlığı açısı, hava debisi ve basınç değerleri Çizelge 3.5’de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Denemelerde çalışılan başlık açısı, işletme basıncı ve hava debisi değerleri.

Başlık Açısı (°)	Çalışma Basıncı (Bar)	Hava Debisi (m ³ /saat)	Tekrar Sayısı
Üst 30 – Alt 60	6	24830	3
Üst 35 – Alt 45	12	30473	
	18	36117	

Hava yönlendirme ve püskürtme ünitesinin etkilerinin daha iyi belirlenebilmesi için, makinenin orijinal durumunda da denemeler yapılmıştır. Denemelerde çalışılan hava debisi miktarları traktör kuyruk mili devri değiştirilerek sağlanmıştır.

Tüm bu denemelerden sonra, hava yönlendirme ünitesi ile çalışmada, en iyi değerleri veren ayar konumlarında, makinenin iç hava yönlendirme kanatları, püskürtme memeleri eksenine paralel olarak takılmış, aynı basınç ve hava debisi değerlerinde denemeler tekrarlanmıştır. Böylece iç hava yönlendirme kanatlarının dağılım üzerine olan etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.

Bütün denemelerde, denemenin yapıldığı anda, ortam sıcaklığı ve bağıl nemi ölçülmüş ve kaydedilmiştir. 25-32 °C sıcaklık ve % 40-65 bağıl nem değerleri aralığında çalışılarak, bu iki meteorolojik koşulun deneme sonuçları üzerine olabilecek olumsuz etkilerinden sakınılmıştır.

Denemeler sırasında hedef bitkiye 4 m kala pülverizatör iz maddesini püskürtmeye başlamış ve işlem maket bitkiyi 4 m geçene kadar sürdürülmüştür. Bu mesafeler makinenin rejime girmesi ve püskürtme işinin sağlıklı yapılması için yeter mesafelerdir. Dönüşlerde püskürtme yapılmamıştır. Çalışmalarda bitkinin her iki tarafından da püskürtme yapılmıştır. Ancak sürüklenme ölçümleri tek tarafta yapılmış, asmanın diğer tarafından püskürtmeye başlanmadan örnek alma yüzeyleri toplanmıştır. Çalışmalarda ilerleme hızı 6 km/h olarak sabit tutulmuştur. Çeşitli araştırmacılar bu hız değerini de içeren farklı ilerleme hızı aralıklarında çalışmışlardır (Planas et al., 1996; Derksen and Breth, 1994; Salyani and Whitney, 1990). Püskürtme yapıldıktan sonra, örnek toplama yüzeylerinin kuruması için 20 dakika süreyle beklenmiş ve örnekleme yüzeyleri toplanmıştır. Farklı örnekleme noktalarına ait kağıtlar ayrı torbalar içine konulmuştur. Daha sonra filtre kağıtlarının koyulduğu torbalar, ışığın bozucu etkisinden kaçınmak amacıyla siyah torbalar içine koyularak, laboratuvar analizleri yapıncaya kadar, buzdolabında ve karanlık bir

ortamda tutulmuştur. Pergher (2001), kullanılan iz maddelerinin ışık etkisi sonucunda bozunmasının çalışma sonuçları üzerine olumsuz etkileri olduğunu belirtmiş ve kolorimetrenin kalıntı analizlerinde alternatif bir yöntem olabileceğini ifade etmiştir. Diğer denemeye başlamadan önce, yapay bitki yaprakları basınçlı su ile yıkanıp hava akımıyla kurutularak, üzerindeki kalıntının sonraki denemeyi etkilemesi engellenmiştir.

3.2.2 Analizlerin Yapılması

3.2.2.1 İz Maddesi Analizleri

İz maddesi miktarları spektrokolorimetre yardımıyla belirlenmiştir. Örnek okumaları 496 nm dalga boyunda yapılmıştır. Kolorimetrede okumaların yapılabilmesi için, örnek alma noktalarından toplanan filtre kağıtları, kapaklı kavanozlara konulmuş ve daha sonra kavanozların içine % 1'lik Sodyum Hidroksit eklenip çalkalanmış (Tücer vd., 1999) ve 15 dakika süreyle dinlenmeye bırakılarak filtre kağıtları üzerindeki iz maddesinin çözünmesi beklenmiştir. Kavanozların içine eklenen sodyum hidroksit miktarı, okumalardaki hassasiyeti arttırmak amacıyla, filtre kağıtlarının üzerindeki iz maddesi yoğunluğuna bağlı olarak 50, 100 ve 250 mililitre olarak seçilmiştir. Kolorimetrede okunan değerler, kavanozların içindeki sıvı miktarına bağlı olarak; 50 ml için 1, 100 ml için 2 ve 250 ml için 5 katsayısı ile çarpılarak değerler düzeltilmiştir. Dursun (1994), tez çalışmasında örneklerin yıkanmasında farklı miktarda sıvılar kullanmış ve okuma değerlerini uygun katsayılarla çarparak düzeltilmiştir. Kavanozlardaki çözeltilerden alınan örnekler kolorimetre küvetine konulup, değerler okunmuştur. Bu okuma değerlerine göre iz maddesi miktarları $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ biriminde elde edilmiştir. Kolorimetre kalibrasyon grafiğini elde etmek için, stok çözeltiden farklı miktarlarda sıvılar alınarak filtre kağıtları üzerine damlatılmış ve daha sonra bunlar da yukarıda bahsedilen işlemlerden geçirilerek, kolorimetrede okunmuş ve okunan değerlere regresyon analizi uygulanarak, okunan değerlerin iz maddesi karşılığını veren eşitlik elde

edilmiştir. Stok çözeltiden alınan sıvı miktarları ve bunlara karşılık kolorimetrede okunan değerler Çizelge 3.6'de görülmektedir.

Çizelge 3.6. Stok çözelti miktarlarına bağlı olarak absorbans değerleri

Stok çözelti miktarı (ml)	Spektrokolorimetrede okunan değer
0,05	0,010
0,1	0,021
0,2	0,03
0,5	0,07
1	0,124
1,5	0,205

* Regresyon analizi sonucunda $R^2 = \% 99,2848$ olarak hesaplanmıştır.

3.2.2.1.1 Bağlı Tutunma Oranı Hesabı

Çalışmalarda hedef üzerindeki kalıntı miktarlarının yanı sıra bağlı tutunma oranları da hesaplanmıştır. Böylece püskürtülen iz maddesinin hangi oranlarda hedef üzerinde kaldığı belirlenmiştir. Bağlı tutunma oranının fazla olması, sürüklenme miktarının az olmasını ifade etmesi nedeniyle başarılı bir ilaçlama işinde istenen bir sonuçtur.

Bağlı tutunma oranı, hedef üzerindeki kalıntı miktarının, püskürtme sonucunda hedef üzerinde kalması gereken, teorik kalıntı miktarına oranıdır ve yüzde olarak ifade edilir (Bayat, 1991)

3.2.2.2 Damla Analizleri

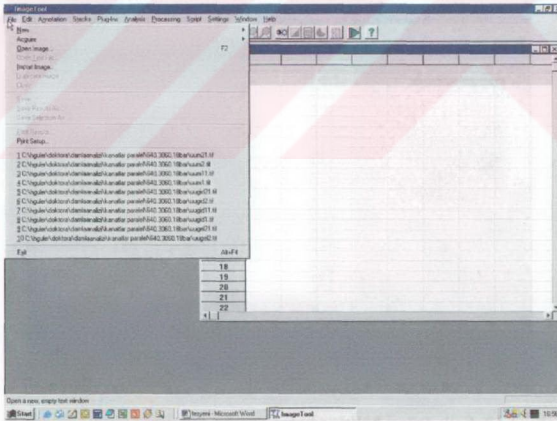
Damla analizleri Image Tool yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Programda gerçeğe en yakın okumaların yapılabilmesi için, ön okumalar yapılarak, uygun tarayıcı çözünürlüğü ve bilgisayar ortamında saklanırken kullanılacak dosya türü belirlenmiştir. Mikrometrelili mikroskopla yapılan okumalara en yakın sonuçları, 300 dpi çözünürlükte (dpi= inçteki nokta sayısı), örnek kağıtların ayrı ayrı taranması ve tiff formatında bilgisayara kaydedilmesi vermiştir. En iyinin belirlenmesi amacıyla farklı ayar konumlarında belirli örnek kağıtları üzerindeki damlalar hem mikrometrelili mikroskop hem de Image Tool programı ile ölçülmüştür. Programın vermiş olduğu sonuçlar mikroskop ölçümleri ile karşılaştırılmış ve genelde en

düşük yüzde farkı sağlayan ayar konumunun programla çalışma için en uygun ayar konumu olduğuna karar verilmiştir. Ön okumada elde edilen değerler Çizelge 3.7'de görülmektedir.

Çizelge 3.7. 300 dpi çözünürlükte, tiff formatında kaydedilmiş damlaların, ölçü mikroskobu ve görüntü analiz programı ile elde edilmiş çap değerleri

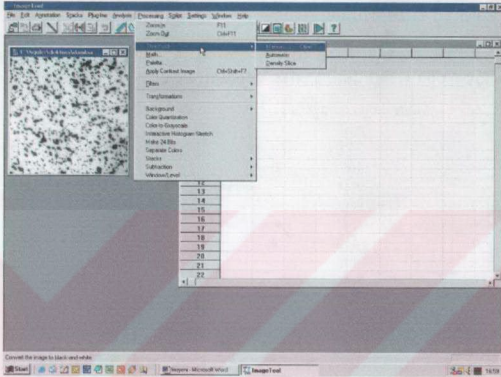
No.	Mikroskop ölçümü (µm)	Program ölçümü (µm)
1	640	641,47
2	345	302,39
3	460	416,82
4	950	961,02
5	950	946,64
6	235	185,63
7	1448	1478,33
8	1400	1421,57
9	765	752,96
10	340	302,39

Image Tool programı çalıştırıldığında Şekil 3.7'de görülen çalışma ortamına girilir. Bu ortamda yapılması gereken, analizi istenilen görüntü dosyasının açılmasıdır (Şekil 3.10).

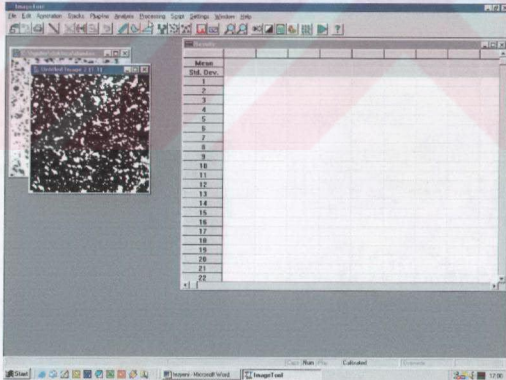


Şekil 3.10. Image Tool programında görüntü dosyasının açılması

Dosya açıldıktan sonra “processing” menüsünden “threshold” seçilerek şekille ilgili eşik değeri belirlenir (Şekil 3.11 ve Şekil 3.12).

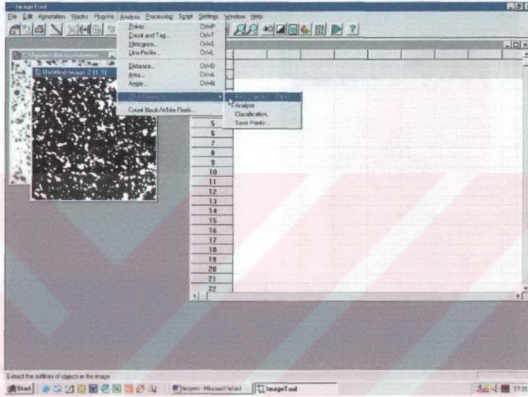


Şekil 3.11. Açılan şekil dosyasının eşik değerinin belirlenmesi

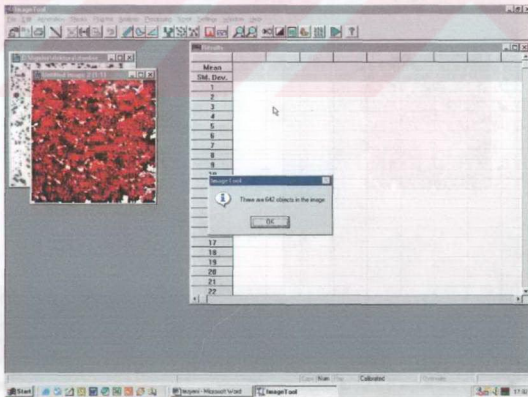


Şekil 3.12. Eşik değeri belirlendikten sonra şekil dosyasının görünümü

Eşik belirlendikten sonra “find object” komutu ile şekil dosyası üzerinde bulunan damlaların sayısı ve yerleri belirlenir (Şekil 3.13 ve Şekil 3.14).

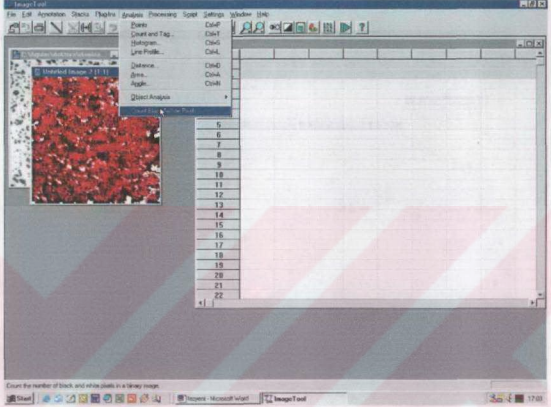


Şekil 3.13. Find object komutunun menüden seçilme basamakları

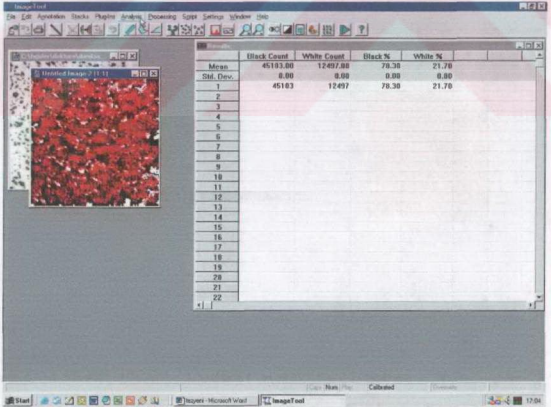


Şekil 3.14. Find object komutundan sonra ekran görüntüsü

Daha sonra “count black/white pixels” komutu ile kaplama oranları belirlenir (Şekil 3.15 ve Şekil 3.16).

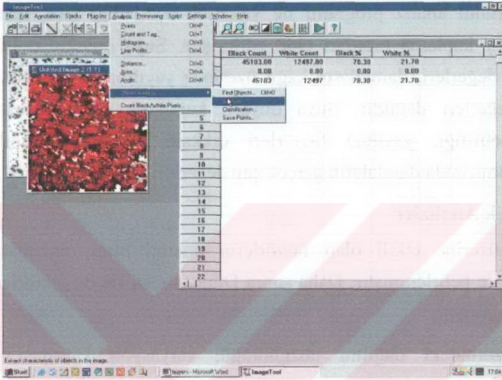


Şekil 3.15. Count black/white pixels komutunun çalıştırılması

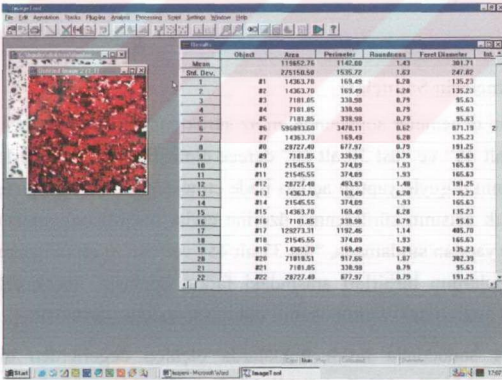


Şekil 3.16. Kaplama oranlarının ekrandaki görünümü

Bu aşamadan sonra yapılması gereken “analyze” komutu ile şeklin analizinin yapılmasıdır (Şekil 3.17 ve Şekil 3.18).



Şekil 3.17. Analyze komutunun menüden çalıştırılması



Şekil 3.18. Damlaların analizinden sonra ekrandaki görünüm

Damlaların analizi tamamlandıktan sonra analiz sonuçları yazım dosyası olarak saklanabilmektedir. Bunun için file menüsünden “save” komutu seçilmelidir.

En uygun çalışma koşulları belirlendikten sonra, tüm örneklere ait suya duyarlı kağıtlar tarayıcıda taranarak, bilgisayar ortamına aktarılmış ve daha sonra görüntü analiz programı ile yukarıda açıkladığı gibi, damla çapları ve yüzey kaplama oranları elde edilmiştir. Suya duyarlı kağıtlar üzerindeki çap değerleri, damlaların kağıt üzerinde yayılmalarından ötürü, gerçek çap değerleri değildir. Suya duyarlı kağıtları üreten firmanın kataloğunda belirttiği, yayılma faktörleri dikkate alınarak yapılan hesaplamalar sonucunda damlaların gerçek çap değerleri elde edilmiştir.

3.2.3 İstatistik Analizler

Dağılım üzerine etkili olan faktörlerin önemli olup olmadıkları varyans analizi ile belirlenmiştir. Daha sonra Duncan testi ile bu faktörlerin sıralamaları yapılmıştır.

Hedef üzerindeki dağılım düzgünlüğü, varyasyon katsayısı ile belirlenmiştir. Varyasyon katsayısının düşük olması dağılımın daha tekdüze olduğunu bir göstergesidir.

4 SONUÇ

4.1 Ön Denemelerin Sonuçları

Yapılan ön denemeler sonucunda en az sürüklenmeyi sağlayan başlık açıları “üst 35-alt 45” ve “üst 30-alt 60” derece olmuştur. Bu açı değerleri, başlık kenarlarının düşeyle yaptığı açıları ifade etmektedir. Varyans analizi sonucunda başlık açısının sürüklenme üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Duncan testi ile yapılan sıralamada, “üst 35-alt 45” ve “üst 30-alt 60” derece açı kombinasyonlarının birbirleri arasındaki farkın önemsiz, ancak diğer başlık açıları ile aralarındaki farkın önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Denemeler sonucunda farklı noktalarda ölçülen değerlerden elde edilen toplam sürüklenme değerleri Şekil 4.1’de ve her bir örnek toplama noktasındaki iz maddesi kalıntı miktarları da Çizelge 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1. Başlık açılarına bağlı olarak ölçülen toplam sürüklenme miktarları

Grafiklerde yönlendirme başlıkları isimlendirilirken 4 haneli rakam kullanılmıştır. Bu rakamların ilk ikisi üst başlığın düşeyle yaptığı açığı, diğer ikisi ise alt başlığın düşeyle yaptığı açığı ifade etmektedir. “3545K” kodundaki K harfi, bu denemenin iç hava yönlendirme kanatları takılı olmadan yapıldığını ifade etmektedir.

Çizelge 4.1. Başlık açılarına bağlı olarak her bir örnek toplama noktasında sürüklenme sonucu oluşan kalıntı miktarları ($10^{-3} \mu\text{g}/\text{cm}^2$)

Örnek yeri	Üst ve alt yönlendirme başlığı açılı (°)								
	30	40	50	60	30-40	30-50	40-50	35-45	35-45 K
DG	5.3245	3.1553	3.1553	4.0427	3.3525	3.7469	3.6483	1.9720	2.5636
DY	4.0427	2.6622	2.5636	2.4650	2.0706	2.1692	2.9581	0.8874	0.9860
D1	1.8734	1.1832	1.1832	2.5636	0.8874	1.9720	2.6622	0.0000	1.1832
DY1	6.1133	4.1413	4.3385	3.5497	3.1553	3.7469	3.9441	2.7608	2.9581
D2	3.5497	2.3664	3.7469	1.3804	0.7888	2.1692	4.0427	0.1972	0.2958
DY2	2.9581	4.8315	4.1413	2.9581	3.4511	4.2399	4.9301	1.4790	0.1972
D3	3.1553	3.4511	3.3525	1.0846	1.9720	2.5636	2.7608	0.6902	0.0000
DY3	2.2678	4.7329	3.7469	3.1553	2.1692	3.8455	3.1553	1.8734	0.1972
Toplam	29.2847	26.5239	26.2280	21.1994	17.8469	24.4532	28.1015	9.8602	8.3811

Yapılan ön denemeler sonucunda en düşük sürüklenme miktarları 35/45 ve 30/60 ayar konumlarında olduğundan, hava yönlendirme ve püskürtme ünitesi ile denemeler sadece bu iki ayar konumunda yapılmıştır. Temel denemelerin tamamında iç hava yönlendirme kanatları takılı olmadan çalışılmıştır. Ancak kanatların etkisini belirleyebilmek için, sadece en iyi

sonucu veren ayar konumunda, iç hava yönlendirme kanatları memelere paralel konumda takılarak, denemeler tekrarlanmıştır.

4.2 Temel Denemelere Ait Sonuçlar

Bu bölümde ele alınan makinenin orijinal durumuyla yapılan denemelerle tez için oluşturulan hava yönlendirme ve püskürtme ünitesi takıldıktan sonraki durumunda yapılan denemelerin sonuçları iki ayrı başlık halinde sunulmuştur. Ayrıca makine ve ayar konumlarını karşılaştırmayı kolaylaştırmak için kalıntı miktarları, dağılım düzgünlüğü değerleri, kaplama oranları ve damla sayıları grafikler halinde sunulmuştur

4.2.1 İlaçlama Makinesinin Orijinal Durumunda Yapılan Denemelerin Sonuçları

Hava yönlendirme ünitesi ve çalışma basıncının hedef üzerinde iz maddesi tutunması, hedef dışına sürüklenme, kaplama oranı ve bitki üzerindeki dağılım düzgünlüğüne olan etkilerini belirleyebilmek için makinenin orijinal konumuyla da, tez kapsamında çalışılan tüm hava debisi ve basınç değerlerinde denemeler yapılmıştır. Böylece, mevcut durum ile tez kapsamında yapılan, hava yönlendirme ve püskürtme ünitesi arasındaki farklılıklar belirlenmeye çalışılmıştır. Hedef bitki üzerindeki iz maddesi kalıntı miktarları, iz maddesinin hedef üzerindeki dağılım düzgünlüğüne ait varyasyon katsayıları, damla sayıları, ortalama damla çapları, hedefteki kaplama oranları ve bağıl tutunma oranları Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Makinenin orijinal durumu ile yapılan denemelerde üç değişik hava debisi ve üç değişik çalışma basıncında pülverizasyon karakteristikleri

Hava Debisi (m ³ /h)	Çalışma Basıncı (bar)	Kalıntı miktarı (µg/cm ²)	Varyasyon katsayısı (%)	Damla Sayısı (adet/cm ²)	Ortalama damla çapı (µm)	Hedefteki kaplama oranı (%)	Bağıl Tutunma Oranı (%)
24830	6	0,0798	45,01	257	134,06	24,03	59,46
	12	0,0713	42,34	289	134,19	31,49	41,19
	18	0,1132	49,41	335	140,46	48,62	56,57
30473	6	0,1492	56,77	289	124,52	45,89	81,37
	12	0,09	49,83	288	140,35	26,38	51,99
	18	0,0932	44,33	314	143,97	38,65	46,58
36117	6	0,0782	39,08	234	150,05	25,58	58,27
	12	0,0758	38,54	282	147,52	35,71	43,79
	18	0,1065	40,86	335	141,05	32,62	53,22

Makinenin orijinal durumu ile farklı hava debisi ve püskürtme basıncı değerlerinde çalışma sonucunda farklı örnek toplama noktalarında meydana gelen kalıntı miktarları Çizelge 4.3'de verilmiştir.

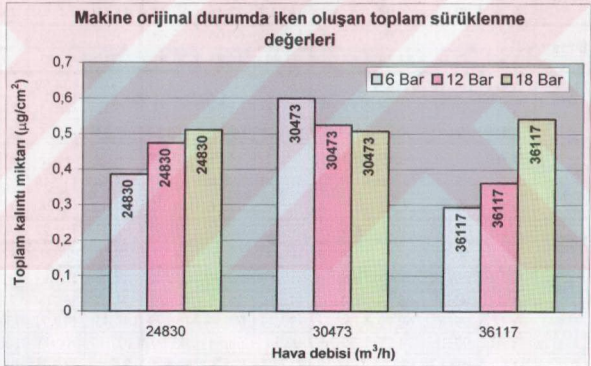
Çizelge 4.3.Makinenin orijinal durumunda, üç farklı hava debisi ve üç farklı basınç değerinde, örnek toplama noktalarındaki kalıntı miktarları ($10^{-3} \mu\text{g}/\text{cm}^2$)

			Hava Debisi (m³/h)								
			24830			30473			36117		
			Çalışma Basıncı (Bar)								
			6	12	18	6	12	18	6	12	18
Merkez	Üst	YÜ	77,27	85,99	100,94	186,93	87,24	83,50	119,64	66,05	92,22
		YA	52,96	61,69	85,99	81,32	69,79	56,08	54,83	57,33	57,33
	Orta	YÜ	33,03	26,79	51,10	72,90	38,01	51,10	43,62	39,88	49,85
		YA	24,30	39,26	29,91	28,04	29,29	52,34	57,33	26,17	48,60
	Alt	YÜ	72,90	84,74	69,79	99,08	72,90	61,69	94,71	74,77	94,71
		YA	49,23	56,08	81,00	112,16	47,36	62,31	41,13	64,80	73,53
Ortalama		YÜ	61,07	65,84	73,94	119,64	66,05	65,43	85,99	60,23	78,93
		YA	42,16	52,34	65,63	73,84	48,81	56,91	51,10	49,43	59,82
Gidiş	Üst	YÜ	150,79	127,74	211,86	168,24	118,39	162,01	145,81	134,59	157,02
		YA	61,07	49,85	58,57	115,90	63,56	54,21	67,30	41,13	53,59
	Orta	YÜ	100,94	90,97	215,60	239,28	196,90	110,29	82,25	66,05	120,88
		YA	47,36	64,80	95,96	84,12	94,71	72,28	34,89	57,33	100,32
	Alt	YÜ	78,51	143,94	127,12	317,79	127,74	108,42	63,56	112,16	159,52
		YA	62,31	57,33	152,04	85,99	47,36	94,71	42,37	72,28	93,47
Ortalama		YÜ	110,08	120,88	184,86	241,77	147,68	126,91	97,21	104,27	145,81
		YA	56,91	57,33	102,19	95,34	68,54	73,73	48,19	56,91	82,46
Geliş	Üst	YÜ	158,27	140,20	181,95	317,79	117,15	171,98	87,24	105,93	162,01
		YA	82,25	68,54	54,83	112,16	70,41	82,25	77,27	72,28	71,04
	Orta	YÜ	99,70	69,79	168,24	177,59	100,94	146,43	98,45	110,91	158,27
		YA	97,21	74,77	79,76	98,14	68,54	48,60	102,19	64,80	100,94
	Alt	YÜ	109,67	130,85	134,59	257,97	175,72	153,29	82,25	113,41	162,63
		YA	78,51	89,73	138,33	130,85	93,47	105,31	112,16	84,74	161,39
Ortalama		YÜ	122,55	113,61	161,59	251,12	131,27	157,23	89,31	110,08	160,97
		YA	85,99	77,68	90,97	113,72	77,47	78,72	97,21	73,94	111,12

Makinenin orijinal durumu ile yapılan denemeler sonucunda, üç farklı hava debisi ve üç farklı çalışma basıncında, farklı örnek alma noktalarındaki sürüklenme miktarları Çizelge 4.4'te ve toplam sürüklenme miktarları ise Şekil 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Makinenin orijinal durumunda yapılan denemelerde, farklı basınç ve hava debisi değerlerinde, farklı örnek alma noktalarındaki sürüklenme miktarları ($10^{-3} \mu\text{g}/\text{cm}^2$)

Hava Debisi (m^3/h)	Çalışma Basıncı (bar)	Örnekleme noktaları							
		DG	DY	D1	DY1	D2	DY2	D3	DY3
24830	6	93,467	103,437	29,909	57,327	19,940	37,387	13,709	31,156
	12	142,070	134,593	14,955	69,789	26,171	32,402	21,186	32,402
	18	190,673	99,698	62,311	36,141	24,925	17,447	17,447	62,311
30473	6	169,487	154,532	38,633	87,236	13,709	87,236	19,940	28,663
	12	94,713	112,161	41,126	84,744	46,110	58,573	44,864	42,372
	18	104,683	105,929	33,648	87,236	41,126	61,065	34,894	38,633
36117	6	97,206	69,789	6,231	42,372	4,985	33,648	7,477	31,156
	12	104,683	90,975	22,432	58,573	17,447	34,894	13,709	18,693
	18	165,748	114,653	37,387	92,221	28,663	37,387	29,909	36,141



Şekil 4.2 Üç farklı hava debisi ve üç farklı basınç değerlerinde çalışmada ortalama sürüklenme miktarları

4.2.2 Tez Çalışması İçin Oluşturulan Hava Yönlendirme ve Püskürtme Ünitesinin Takılı Olduğu Durumda Yapılan Denemelere Ait Sonuçlar

Hava yönlendirme ünitesi takıldıktan sonra, denemeler hem içteki hava yönlendirme kanatları takılmadan hem de püskürtme memesi eksenine paralel olarak takılı olduğu durumda yapılmıştır. Hava yönlendirme ve püskürtme ünitesinin takılı olduğu durumda, üç farklı hava debisi ve üç farklı çalışma basıncında yapılan denemelerin sonucunda ölçülen iz maddesi kalıntı miktarları, iz maddesinin hedef üzerindeki dağılım düzgünlüğüne ait varyasyon katsayıları, damla sayıları, ortalama damla çapları, hedefteki kaplama oranları ve bağlı tutunma oranları farklı makine ayar konumları için ayrı başlıklar halinde aşağıda sunulmuştur.

4.2.2.1 30/60 Ayar Konumuna Ait Sonuçlar

30/60 ayar konumunda yapılan çalışmaların sonucunda oluşan pülverizasyon karakteristikleri Çizelge 4.5 'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Yönlendirme başlıklarının üst 30 alt 60 derece olduğu ayar konumunda farklı basınç ve hava debisi değerlerinde pülverizasyon karakteristikleri

Hava Debisi (m ³ /h)	Çalışma Basıncı (bar)	Kalıntı miktarı (µg/cm ²)	Varyasyon katsayısı (%)	Damla Sayısı (adet/cm ²)	Ortalama damla çapı (µm)	Hedefteki kaplama oranı (%)	Bağlı Tutunma Oranı (%)
24830	6	0.1658	54.1	300	139.63	42.53	82.53
	12	0.0964	42.93	325	129.52	47.79	37.13
	18	0.1615	44.54	471	123.06	58.04	53.82
30473	6	0.1679	32.38	302	129.74	49.38	83.57
	12	0.1157	43.18	314	119.45	42.26	44.57
	18	0.1974	59.06	360	112.09	60.53	65.78
36117	6	0.1179	43.08	209	139.86	34.74	58.68
	12	0.1339	36.92	288	130.26	44.55	51.58
	18	0.2514	40.66	360	114.81	58.82	83.77

30/60 ayar konumunda üç farklı hava debisi ve üç farklı çalışma basıncı değerlerinde hedef üzerindeki farklı noktalarda oluşan kalıntı miktarları Çizelge 4.6'da, sürüklenme miktarları Çizelge 4.7'de verilmiştir.

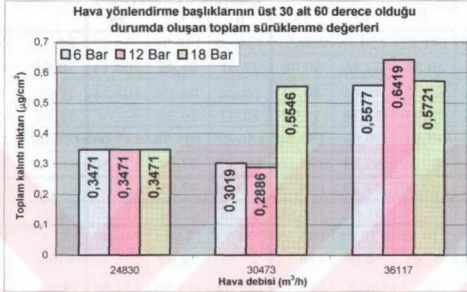
Çizelge 4.6. Makinenin 30/60 ayar konumunda, üç farklı hava debisi ve üç farklı basınç değerinde, örnek toplama noktalarındaki kalıntı miktarları ($10^{-3} \mu\text{g}/\text{cm}^2$)

			Hava Debisi (m ³ /h)								
			24830			30473			36117		
			Çalışma Basıncı (Bar)								
			6	12	18	6	12	18	6	12	18
Merkez	Üst	YÜ	148,92	140,7	310,68	215,68	114	71,38	57,51	122,22	243,92
		YA	115,03	84,73	96,54	155,08	101,68	50,32	46,73	84,22	102,7
	Orta	YÜ	121,19	72,92	84,22	172,03	62,14	70,87	114	105,78	280,89
		YA	58,54	44,16	98,59	95,51	58,54	69,84	78,57	41,59	90,38
	Alt	YÜ	102,7	108,87	205,92	123,76	98,59	184,87	119,14	141,73	243,41
		YA	87,3	107,84	132,49	179,73	96,54	261,89	99,62	105,27	255,22
Ortalama		YÜ	124,27	107,50	200,27	170,49	91,58	109,04	96,88	123,24	256,07
		YA	86,96	78,91	109,21	143,44	85,59	127,35	74,97	77,03	149,43
Gidily	Üst	YÜ	359,46	176,14	222,87	250,08	120,16	247	141,73	173,57	287,57
		YA	78,05	42,62	90,89	92,43	66,76	120,16	58,54	107,32	216,7
	Orta	YÜ	292,19	80,11	256,76	182,3	190	247	217,22	193,6	446,76
		YA	116,57	46,22	108,87	101,68	88,32	81,65	78,57	117,08	253,16
	Alt	YÜ	203,87	120,16	254,19	244,43	218,24	380	188,97	226,97	449,33
		YA	131,46	101,68	227,49	143,78	196,16	323,51	159,19	211,57	285
Ortalama		YÜ	285,17	125,47	244,61	225,60	176,13	291,33	182,64	198,05	394,55
		YA	108,69	63,51	142,42	112,63	117,08	175,11	98,77	145,32	251,62
Gelly	Üst	YÜ	233,65	181,78	225,43	239,81	164,32	331,22	196,16	129,41	221,84
		YA	97,05	64,7	87,3	105,78	74,97	100,65	58,54	104,24	108,87
	Orta	YÜ	313,24	82,16	124,27	251,62	105,27	285,51	117,08	132,49	292,7
		YA	91,41	54,43	108,87	171,51	67,78	82,68	114	72,41	121,19
	Alt	YÜ	183,84	116,05	141,73	158,68	168,43	367,16	153,54	187,43	322,49
		YA	250,6	109,89	129,41	138,65	91,41	277,81	122,22	154,05	302,97
Ortalama		YÜ	243,58	126,66	163,81	216,70	146,01	327,96	155,59	149,78	279,01
		YA	146,35	76,34	108,53	138,65	78,05	153,71	98,25	110,23	177,68

Çizelge 4.7. Yönlendirme başlıklarının üst 30 alt 60 derece olduğu ayar konumunda, farklı basınç ve hava debisi değerlerinde sürüklenme miktarları ($10^{-3} \mu\text{g}/\text{cm}^2$)

Hava Debisi (m^3/h)	Çalışma Basıncı (bar)	Örnekleme noktaları							
		DG	DY	D1	DY1	D2	DY2	D3	DY3
24830	6	116,05	36,97	14,38	92,43	21,57	30,81	12,32	22,59
	12	53,41	19,51	16,43	81,14	21,57	56,49	19,51	33,89
	18	58,54	91,41	36,97	107,84	22,59	138,65	44,16	57,51
30473	6	90,38	39,03	15,41	115,03	7,19	41,08	15,41	23,62
	12	61,62	15,41	21,57	76,00	17,46	69,84	2,05	24,65
	18	215,68	29,78	15,41	125,30	41,08	160,22	20,54	33,89
36117	6	116,05	36,97	14,38	92,43	21,57	30,81	12,32	22,59
	12	141,73	60,59	18,49	118,11	32,86	115,03	20,54	47,24
	18	140,70	91,41	22,59	66,76	26,70	154,05	22,59	47,24

30/60 ayar konumunda farklı basınç ve hava debisi değerlerinde meydana gelen sürüklenme miktarlarını karşılaştırmayı kolaylaştırabilmek için toplam sürüklenme miktarları grafik olarak hazırlanmış ve Şekil 4.3'te verilmiştir.



Şekil 4.3 Hava yönlendirme başlıklarının üst 30 alt 60 derece olduğu ayar konumunda, üç farklı hava debisi ve üç farklı çalışma basıncında ölçülen toplam sürüklenme miktarları

4.2.2.2 35/45 Ayar Konumuna Ait Sonuçlar

35/45 ayar konumunda yapılan çalışmaların sonucunda oluşan pülverizasyon karakteristikleri Çizelge 4.8'de ve hedef bitkinin farklı bölgelerinde oluşan kalıntı miktarları da Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.8. Yönlendirme başlıklarının üst 35 alt 45 derece olduğu ayar konumunda farklı basınç ve hava debisi değerlerinde pülverizasyon karakteristikleri

Hava Debisi (m³/h)	Çalışma Basıncı (bar)	Kalıntı miktarı (µg/cm²)	Varyasyon katsayısı (%)	Damla Sayısı (adet/cm²)	Ortalama damla çapı (µm)	Hedefteki kaplama oranı (%)	Bağıl Tutunma Oranı (%)
24830	6	0,1527	56,56	231	132,39	46	76,01
	12	0,09	39,22	322	129,32	49,12	34,67
	18	0,161	52,89	344	117,71	54,53	53,65
30473	6	0,1664	65,55	239	140,3	31,98	82,83
	12	0,0976	44,26	298	123,23	57,38	37,59
	18	0,1689	40,75	396	118,36	57,63	56,28
36117	6	0,1345	53,38	247	127,92	39,53	66,95
	12	0,166	52,21	280	124,37	46,95	63,94
	18	0,1801	42,56	366	118,86	52,63	60,0

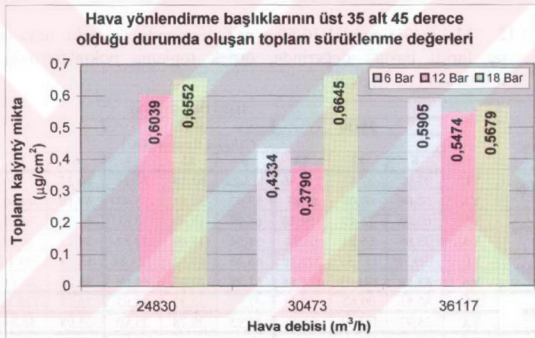
Çizelge 4.9 Makinenin 35/45 ayar konumunda, üç farklı hava debisi ve üç farklı basınç değerinde, örnek toplama noktalarındaki kalıntı miktarları ($10^{-3} \mu\text{g}/\text{cm}^2$)

			Hava Debisi (m³/h)								
			24830			30473			36117		
			Çalışma Basıncı (Bar)								
			6	12	18	6	12	18	6	12	18
Merkez	Üst	YÜ	141,22	120,16	228,51	136,60	108,87	236,22	84,22	58,54	105,78
		YA	50,84	82,16	90,38	72,41	94,49	100,14	50,84	50,32	101,68
	Orta	YÜ	89,35	49,81	80,11	65,22	64,19	105,78	56,49	74,46	103,22
		YA	73,95	33,38	55,97	50,32	30,30	62,14	58,54	46,22	92,43
	Alt	YÜ	77,54	79,59	157,14	156,62	105,78	152,00	170,49	143,78	187,95
		YA	109,89	69,32	174,60	141,22	77,54	174,60	125,30	132,49	169,46
	Ortalama	YÜ	102,70	83,19	155,25	119,48	92,95	164,67	103,73	92,26	132,32
		YA	78,23	61,62	106,98	87,98	67,44	112,29	78,23	76,34	121,19
Gidiş	Üst	YÜ	279,87	138,65	195,65	274,73	134,54	246,49	282,43	282,43	258,81
		YA	92,95	78,05	120,16	81,14	78,05	135,57	82,68	79,59	106,81
	Orta	YÜ	122,22	146,87	151,49	193,08	111,95	232,62	145,32	158,68	203,35
		YA	110,92	50,84	82,68	64,70	82,68	94,49	72,41	122,73	130,43
	Alt	YÜ	320,95	124,27	310,68	272,16	146,87	254,19	231,08	290,14	354,33
		YA	134,54	95,51	175,11	148,41	136,60	161,24	221,84	201,30	233,14
	Ortalama	YÜ	241,01	136,60	219,27	246,66	131,12	244,43	219,61	243,75	272,16
		YA	112,80	74,80	125,98	98,08	99,11	130,43	125,64	134,54	156,79
Geliş	Üst	YÜ	166,38	144,30	359,97	390,27	207,97	258,81	102,70	150,97	220,30
		YA	92,95	74,97	95,51	51,87	45,19	117,08	106,81	172,54	103,73
	Orta	YÜ	346,62	89,35	256,76	162,27	61,62	150,97	158,16	290,65	217,73
		YA	131,97	39,54	63,16	109,38	45,70	87,30	55,46	189,49	131,46
	Alt	YÜ	220,81	119,14	177,68	405,68	110,92	285,00	207,97	264,97	225,95
		YA	184,87	91,41	123,24	218,76	114,00	184,87	207,46	278,33	295,78
	Ortalama	YÜ	244,60	117,60	264,80	319,41	126,84	231,59	156,28	235,53	221,33
		YA	136,60	68,64	93,97	126,67	68,30	129,75	123,24	213,45	176,99

35/45 ayar konumunda farklı hava debisi ve çalışma basıncı değerlerinde, farklı örnekleme noktalarında oluşan sürüklenme miktarları Çizelge 4.10'da ve toplam sürüklenme miktarları ise Şekil 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.10. Yönlendirme başlıklarının üst 35 alt 45 derece olduğu ayar konumunda, farklı basınç ve hava debisi değerlerinde sürüklenme miktarları ($10^{-3} \mu\text{g}/\text{cm}^2$)

Hava Debisi (m^3/h)	Çalışma Basıncı (bar)	Örneklem noktaları							
		DG	DY	D1	DY1	D2	DY2	D3	DY3
24830	6	164,32	70,87	48,27	103,73	40,05	118,11	30,81	45,19
	12	131,46	40,05	17,46	123,24	17,46	80,11	9,24	14,38
	18	154,05	92,43	36,97	147,89	40,05	67,78	20,54	30,81
30473	6	203,35	124,27	47,24	95,51	53,41	45,19	5,14	29,78
	12	141,73	23,62	11,30	58,54	15,41	78,05	19,51	30,81
	18	133,51	41,08	12,32	64,70	56,49	131,46	27,73	80,11
36117	6	248,54	59,57	7,19	107,84	51,35	121,19	24,65	34,92
	12	171,51	62,65	29,78	108,87	58,54	139,68	52,38	41,08
	18	153,03	92,43	46,22	60,59	41,08	80,11	43,14	51,35



Şekil 4.4 Hava yönlendirme başlıklarının üst 35 alt 45 derece olduğu ayar konumunda, üç farklı hava debisi ve üç farklı çalışma basıncında ölçülen toplam sürüklenme miktarları

4.2.2.3 Paralel-30/60 Ayar Konumuna Ait Sonuçlar

Paralel-30/60 ayar konumunda çalışma sonucunda oluşan pülverizasyon karakteristikleri Çizelge 4.11'de ve bitki üzerindeki farklı örneklem noktalarında oluşan kalıntı miktarları da Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Yönlendirme başlıklarının üst 30 alt 60 derece ve iç yönlendirme kanatlarının memelere paralel olduğu ayar konumunda farklı basınç ve hava debisi değerlerinde pülverizasyon karakteristikleri

Hava Debisi (m ³ /h)	Çalışma Basıncı (bar)	Kalıntı Miktarı (µg/cm ²)	Varyasyon Katsayısı (%)	Damla Sayısı (adet/cm ²)	Ortalama Damla Çapı (µm)	Hedefteki Kaplama oranı (%)	Bağıl Tutunma Oranı (%)
24830	6	0,0783	33,93	295	136,67	44,77	38,97
	12	0,1101	34,64	453	122,79	54,06	42,41
	18	0,1419	46,31	406	123,31	62,21	47,28
30473	6	0,0678	35,5	330	134,19	48,34	33,75
	12	0,0498	45,47	348	126,08	47,57	19,18
	18	0,0868	52,32	703	102,51	81,18	28,92
36117	6	0,0741	28,74	283	142,68	27,05	36,88
	12	0,1052	60,83	347	139,31	36,75	40,52
	18	0,1283	36,43	407	126,22	64,56	42,75

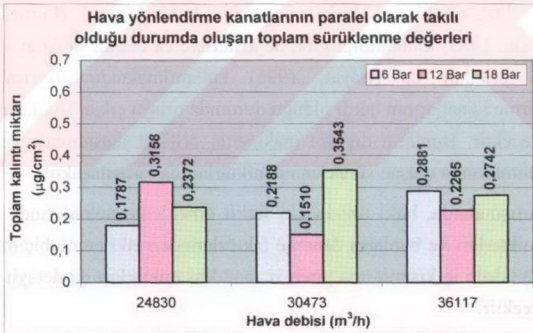
Çizelge 4.12 . Makinenin paralel-30/60 ayar konumunda, üç farklı hava debisi ve üç farklı basınç değerinde, örnek toplama noktalarındaki kalıntı miktarları (10⁻³ µg/cm²).

			Hava Debisi (m³/h)								
			24830			30473			36117		
			Çalışma Basıncı (Bar)								
			6	12	18	6	12	18	6	12	18
Merkez	Üst	YÜ	93,97	87,81	112,46	113,23	63,16	80,11	86,27	73,95	134,80
		YA	50,84	60,08	87,81	53,92	30,81	35,43	63,16	49,30	97,05
	Orta	YÜ	60,08	75,49	150,20	66,24	18,49	30,81	64,70	50,84	103,22
		YA	33,89	66,24	66,24	58,54	18,49	21,57	38,51	46,22	64,70
	Alt	YÜ	109,38	135,57	223,38	66,24	69,32	123,24	84,73	254,19	184,87
		YA	83,19	191,03	115,54	52,38	40,05	44,68	96,28	80,11	137,11
Ortalama		YÜ	87,81	99,62	162,01	81,90	50,32	78,05	78,57	126,33	140,96
		YA	55,97	105,78	89,86	54,95	29,78	33,89	65,98	58,54	99,62
Gidiş	Üst	YÜ	103,22	123,24	177,16	135,57	69,32	64,70	64,70	120,16	120,16
		YA	100,14	87,81	195,65	72,41	58,54	60,08	61,62	43,14	103,22
	Orta	YÜ	112,46	106,30	205,66	75,49	46,22	111,69	75,49	92,43	144,81
		YA	53,92	86,27	77,03	40,05	29,27	78,57	58,54	70,87	66,24
	Alt	YÜ	93,97	192,57	231,08	79,34	60,08	204,12	106,30	177,16	238,78
		YA	104,76	109,38	100,14	61,62	30,81	104,76	88,58	87,81	89,35
Ortalama		YÜ	103,22	140,70	204,63	96,80	58,54	126,84	82,16	129,92	167,92
		YA	86,27	94,49	124,27	58,03	39,54	81,14	69,58	67,27	86,27
Geliş	Üst	YÜ	107,84	152,51	300,41	46,22	92,43	124,78	110,92	232,62	101,68
		YA	47,76	101,68	77,03	63,16	16,95	64,70	43,14	67,78	115,54
	Orta	YÜ	73,95	124,01	107,84	75,49	63,16	115,54	64,70	92,43	115,54
		YA	41,59	86,27	95,51	47,76	41,59	57,00	46,22	58,54	154,05
	Alt	YÜ	86,27	112,46	127,10	70,87	80,11	123,24	95,51	177,16	217,22
		YA	52,38	83,19	103,22	41,59	67,78	117,08	84,73	118,62	121,70
Ortalama		YÜ	89,35	129,66	178,45	64,19	78,57	121,19	90,38	167,40	144,81
		YA	47,24	90,38	91,92	50,84	42,11	79,59	58,03	81,65	130,43

Makinenin paralel-30/60 ayar konumunda çalışma sonucunda farklı örnek toplama noktalarında oluşan sürüklenme miktarları Çizelge 4.13'de ve toplam sürüklenme miktarları da Şekil 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.13 Yönlendirme başlıklarının üst 30 alt 60 derece olduğu ve hava yönlendirme kanatlarının takılı olduğu konumda, farklı basınç ve hava debisi değerlerinde sürüklenme miktarları ($10^{-3} \mu\text{g}/\text{cm}^2$)

Hava Debisi (m^3/h)	Çalışma Basıncı (bar)	Örnekleme noktaları							
		DG	DY	D1	DY1	D2	DY2	D3	DY3
24830	6	44,676	30,811	0,000	27,730	6,162	44,676	6,162	18,487
	12	67,784	47,757	0,000	23,108	0,000	44,676	13,865	21,568
	18	75,487	50,838	0,000	30,811	0,000	27,730	10,784	92,433
30473	6	64,703	46,216	23,108	38,514	36,973	41,595	32,351	32,351
	12	47,757	33,892	0,000	29,270	4,622	21,568	0,000	13,865
	18	58,541	58,541	0,000	32,351	0,000	50,838	0,000	26,189
36117	6	61,622	43,135	3,081	46,216	0,000	46,216	6,162	30,811
	12	75,487	41,595	6,162	49,297	29,270	55,460	24,649	72,406
	18	61,622	67,784	6,162	57,000	13,865	20,027	13,865	33,892



Şekil 4.5 Hava yönlendirme başlıklarının üst 30 alt 60 derece ve iç hava yönlendirme kanatlarının meme eksenine paralel olarak takılı olduğu ayar konumunda, üç farklı hava debisi ve üç farklı çalışma basıncında ölçülen toplam sürüklenme miktarları

Yapılan denemeler sonucunda en iyi dağılım düzgünlüğü ve kaplama oranı değerinin, yönlendirme başlıklarının üst 30 alt 60 derece ayar

konumunda olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle, ünite üzerine iç hava yönlendirme kanatları takılarak yapılan denemeler sadece 30/60 ayar konumunda yapılmıştır.

5 TARTIŞMA

Bu bölümde üç farklı hava debisi, üç farklı çalışma basıncı ve iki farklı yönlendirme açısı değerlerinde yapılan çalışmalarda, bu faktörlerin yapay asma bitkileri üzerindeki;

- dağılım düzgünlüğüne
- kalıntı miktarlarına
- yüzey kaplama oranlarına
- birim alandaki damla sayılarına

olan etkileri tartışılacaktır. İlaçlama işinin başarısının belirlenmesinde dağılım düzgünlüğü ve birim alandaki damla sayısı (Furness and Pinczewski, 1985) kullanıldığı gibi, bu kriterlere ek olarak ya da ayrı olarak kaplama oranları da (Bayat, 1996) kullanılmaktadır. Ayrıca hava yönlendirme kanatlarının takılı olduğu durumda ortaya çıkan sonuçlardan da bahsedilecektir. Bunların dışında makinenin orijinal durumunda ve farklı ayar konumlarında oluşan sürüklenme miktarları da tartışılacaktır.

Tartışmalarda, bitki üzerindeki farklı örnekleme noktalarında oluşan kalıntı miktarları ve bunların deneme faktörlerinden etkilenme biçimleri ile birlikte bitkinin iç kısımlarına giren iz maddesi miktarları da detaylı olarak incelenecektir.

Deneme sonuçlarına varyans analizi uygulanmıştır. Varyans analizlerinde; tekerrür, yönlendirme başlığı açısı, hava debisi, çalışma basıncı ve örnek alma noktalarının konumu değişken olarak ele alınmıştır. Varyans analizi sonucunda, bitki üzerindeki kalıntı miktarları açısından, tekerrürler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Tekerrürler sonucu bitki

üzerinde oluşan kalıntı miktarları arasındaki farkların önemsiz çıkması, çalışmada tekrarların homojen olarak yapıldığını, belirlenen değişkenler dışında hata kaynaklarının bulunmadığının göstergesidir ki bu da denemelerin doğru bir şekilde yapıldığının ifadesi bakımından önemlidir (Ercan, 1995).

Başlık konum açısının bitki üzerindeki kalıntı miktarına etkisi önemsiz bulunmuştur. Bir başka ifadeyle, seçilen başlık konum açısının kalıntı miktarı açısından etkisinin olmadığı söylenebilir. Diğer yandan, hedef dışına giden sürüklenme miktarının belirlenmesiyle ilgili tespitler, bu iki başlık açısının en az sürüklenmeyi sağladığını göstermektedir. Bu sonuçlara dayanarak her iki başlık açısında da çalışılabileceği sonucu çıkarılabilir.

Hava debisi söz konusu olduğunda, bu değişken %1 önem seviyesinde dahi önemli bulunmuştur. Bu sonuç önceki çalışma sonuçlarıyla uyum içindedir (Dibble, 1982; Pergher and Gubiani, 1995). Hava debisinin değişmesi hem havanın taşıma kapasitesini hem de çıkış kesitleri sabit kaldığı için hızını değiştirdiğinden hedef üzerindeki kalıntı, hedef dışına sürüklenme ve bitki iç bölgelerine giren iz maddesi üzerinde önemli etkilere sahiptir.

Bununla birlikte yönlendirme başlığı açısı ile hava debisinin hedef üzerindeki kalıntı miktarlarına olan birlikte etkileri önemsiz bulunmuştur. Hava debisinin kalıntı miktarı üzerindeki etkisi tek başına önemli çıkarken yönlendirme başlığı açısı ile birlikte etkisinin önemsiz çıkması hava debisinin F değerinin tablodaki F değerinden çok yüksek çıkmasından kaynaklanmaktadır. Bu durumda hava debisi kalıntı üzerinde yüksek önem arz eden bir etkiye sahip olduğundan, kalıntı üzerine açı ile birlikte olan etkileri önemsiz çıkmaktadır. Bir başka ifadeyle, kalıntı miktarının belirlenmesinde asıl etki hava debisinden kaynaklanmaktadır.

Diğer bir varyans kaynağı olan çalışma basıncının kalıntı miktarı üzerine olan etkisi ise % 1 önem seviyesinde dahi önemli bulunmuştur. Vannuci et al.(1998) da basıncın ilaçlamadaki önemini vurgulamışlardır. Basıncın değişmesi sıvı debisini ve damla çaplarını değiştirmekte ve bu değişim hedef üzerindeki kalıntı miktarına, sürüklenmeye ve hedef üzerindeki dağılıma etkili olmaktadır. Basıncın kalıntı üzerine yönlendirme başlığı açısı ve basıncın hava debisi ile ikili etkileri de önemli bulunmuştur. Ayrıca bu üç değişkenin kalıntı üzerine birlikte etkileri de önemli bulunmuştur.

Bundan sonraki bölümlerde basınç, hava debisi ve makine ayar konumlarının, hedef dışına sürüklenme, bitki üzerindeki dağılım düzgünlüğü, kalıntı miktarı, kaplama oranı ve damla sayılarına olan etkileri tartışılacaktır.

5.1 Kalıntı Miktarları Açısından Sonuçların Değerlendirilmesi

5.1.1 İlaçlama Makinesinin Orijinal Durumuna Ait Değerlendirmeler

Makinenin orijinal durumunda yapılan denemelerde, hedef üzerindeki en fazla kalıntı miktarı, 30473 m³/h hava debisi değerinde ve 6 bar çalışma basıncı değerinde meydana gelmiştir (Çizelge 4.2).

6 bar basınç değerinde hava debisinin artışı ile belli bir sınır değere kadar kalıntı miktarı ve bağıl tutunma oranı artmış, ancak hava debisinin sınır değeri aşmasıyla bağıl tutunma ve kalıntı miktarı azalmıştır. 30473 m³/h hava debisi değerinde bağıl tutunma oranı % 81 seviyesindeyken, 36117 m³/h hava debisinde %58 değerine kadar düşmüş ve paralelinde iz maddesi miktarında da düşüş görülmüştür. Damlaların hedef üzerinde iyi bir dağılım gösterebilmeleri ve bitki örtüsünün iç kısımlarına girebilmesi için uygun miktardaki hava debisiyle ve uygun bir hava hızında hedefe taşınması gerekmektedir. 24830 m³/h hava debisi değerinde kalıntı miktarının ve bağıl tutunma oranının düşüklüğü, hava debisinin iyi bir ilaçlama yapmaya elverişli olmamasından kaynaklanırken, 36117 m³/h hava debisi değerinde

ise hava hızı değerlerinin yüksek olması, bitki yapraklarının duvar etkisi göstermesine neden olmuştur. Bu nedenle hem ilaçlı sıvı bitki iç kısımlarına girememiş (Çizelge 4.3) hem de damlacıkların hava akımına kapılarak hedef dışına sürüklenmesine neden olmuştur. Çizelge 4.3 incelendiğinde bitki iç kısımlarında en fazla kalıntıyı $30473 \text{ m}^3/\text{h}$ hava debisi değerinde meydana gelmiştir. 24830 ve $36117 \text{ m}^3/\text{h}$ hava debisi değerlerinde bitki iç bölgelerindeki (merkez bölgesi) kalıntı miktarları oldukça düşüktür.

Hedef bitki üzerindeki dağılım havanın türbülansı ile yakından ilgilidir (Furness, 1991). Türbülans bitki yapraklarını titreştirmekte ve böylece hava akımının sıvıyı bitkinin iç kısımlarına taşıması mümkün olmaktadır. Bu durumda sıvı ilaç bir sis bulutu gibi bitkiyi kuşatarak hem hedef üzerindeki kalıntı miktarını hem de kaplama oranını artırmaktadır. Bunun neticesinde sürüklenme kayıpları azalmakta ve ilaçlamanın başarısı artmaktadır. Ancak türbülansın da istenen etkiyi gösterebilmesi arzu edilen sınır değerler arasında olmasına bağlıdır. Düşük hızlarda meydana gelen türbülans püskürtülen sıvıyı bitkinin iç kısımlarına taşımada ve dağıtmada yeterli başarıyı gösteremezken, yüksek hızlardaki türbülanslar ise damlaların hedeften uzaklaşmasına neden olmaktadır.

İstenen etkinin sağlanabilmesi hava debisi ve hızı ile ilgili olduğu kadar, hava akımı içine püskürtülen sıvı miktarı ve damla çaplarıyla da ilgilidir. Aynı miktardaki havaya daha fazla miktarda sıvı püskürtülmesi, havanın sıvı üzerindeki etkisini azaltacaktır. Bunun sonucunda hedefe ulaşan sıvı miktarı azalacak ve dağılım düzgünlüğü bozulacaktır. Benzer şekilde damla çaplarının daha büyük olması durumunda ve özellikle düşük hava debilerinde damlaların hedefe taşınması ve hedefte tutunması zorlaşacaktır. Çizelge 4.2'de görüldüğü gibi, kaplama oranı ve hedef üzerindeki kalıntı miktarının en büyük olduğu $30473 \text{ m}^3/\text{h}$ hava debisi değerindeki damla çapı, diğer iki hava debisinde elde edilenlere oranla daha küçüktür. Buradan hareketle, $30473 \text{ m}^3/\text{h}$ hava debisinde oluşan hava hızı ve türbülansın damlayı daha iyi parçaladığı ve çapları küçülen damlaları hedef

üzerinde daha iyi dağıttığı sonucuna ulaşılabilir. Diğer iki hava debisi değerinde hedefteki kalıntı miktarı ve bağıl tutunma oranlarının düşük olması, hava debisi değerinin uygun olmamasıyla da açıklanabilir. Daha önce yapılan bazı çalışmalarda da ilaçlama işinde hava debisinin öneminden bahsedilmiştir (Yağcıoğlu, 1993; Bayat, 1996).

12 bar çalışma basıncında ortaya çıkan durum, 6 bar basınçtaki duruma benzerlik göstermektedir. 30473 m³/h hava debisi değerinde oluşan kalıntı miktarı ve bağıl tutunma diğer iki hava debisine oranla daha fazla olmuştur. Ancak 30473 m³/h hava debisinde 6 bar çalışma basıncına oranla kalıntı miktarı ve bağıl tutunma azalmıştır.

18 bar basınç değerinde ise ortaya çıkan durum, 6 ve 12 bar basınç değerlerine oranla farklılık göstermektedir. 30473 m³/h hava debisi değerinde oluşan kalıntı miktarı diğer iki hava debisine oranla daha düşüktür. En fazla kalıntı miktarı 24830 m³/h hava debisi değerinde (0,1132 µg/cm²) gerçekleşmiştir. 36117 m³/h hava debisi değerindeki kalıntı miktarı da en yüksek kalıntı miktarına yakın bir değerde oluşmuştur (0,1065 µg/cm²). 24830 m³/h hava debisi değerinde 18 bar çalışma basıncında kalıntı miktarının yükselmesinde püskürtülen sıvının kendi oluşturduğu türbülansın etken olduğu kanısına varılmıştır.

5.1.2 30/60 Ayar Konumuna Ait Değerlendirmeler

30/60 ayar konumunda çalışmada hedef üzerinde en çok kalıntı miktarı 36117 m³/h hava debisi değerinde ve 18 bar çalışma basıncında gerçekleşmiştir (0,2514 µg/cm²)(Çizelge 4.5). Ancak bağıl tutunma oranlarına bakıldığında, en yüksek kalıntı miktarına ait bağıl tutunma oranıyla, 30473 m³/h hava debisi ve 6 bar çalışma basıncında gerçekleşen bağıl tutunma oranı birbirine eşittir (Çizelge 4.5). 24830 m³/h hava debisi değerinde 6 bar çalışma basıncında oluşan bağıl tutunma oranı da adı geçen iki değere oldukça yakın bir seviyededir (%82,53). % 80 seviyesini aşan bu üç bağıl tutunma oranı çok iyi değerler olarak kabul görmüş değerlerdir. Bu

nedenle hangi hava debisinin daha iyi olduğuna diğer pülverizasyon karakterleri de incelendikten sonra karar verilmesi daha doğru olacaktır.

Çizelge 4.6 incelendiğinde en fazla kalıntı miktarını veren hava debisi ve basınç değerinde çalışma sonucunda bitki merkez bölgesinde ve özellikle merkez-orta bölgesinde kalıntı miktarları daha fazla olmuştur.

6 bar çalışma basıncında en fazla kalıntı miktarı $30473 \text{ m}^3/\text{h}$ hava debisinde gerçekleşmiştir. $24830 \text{ m}^3/\text{h}$ hava debisinde oluşan kalıntı miktarı $30473 \text{ m}^3/\text{h}$ hava debisindeki değere yakın bir değerde iken, $36117 \text{ m}^3/\text{h}$ hava debisinde oluşan kalıntı miktarı daha düşük bir seviyededir (BTO=%58,68). Çizelge 4.6'dan görüleceği üzere $36117 \text{ m}^3/\text{h}$ hava debisinde ve 6 bar çalışma basıncında bitkinin merkez bölgesindeki kalıntı miktarları oldukça düşüktür. Bunun nedeni, yüksek hava hızı değerlerinde, asma yapraklarının duvar etkisi göstermesidir (Planas et al., 1998). Bu etki sonucunda püskürtülen sıvının bitki iç kısımlarına girmesi daha zor olmaktadır. Ancak, $36117 \text{ m}^3/\text{h}$ hava debisinde bitkinin gidiş ve geliş kenarlarında bulunan yapraklardaki kalıntı miktarları da diğer iki hava debisindekilere oranla daha düşük miktarlardadır. Buna neden olarak hava debisinin artmasından ötürü (çıkış kesiti değişmediğinden) hava hızının da artması gösterilebilir. Yüksek hava hızlarında damlalar, hedefe ulaşmadan hava akımına kapılarak hedef dışına sürüklenmekte ve dolayısıyla hedef üzerindeki kalıntı miktarı azalmaktadır.

12 bar çalışma basıncında oluşan kalıntı miktarlarına bakılacak olursa, en yüksek kalıntı miktarı $36117 \text{ m}^3/\text{h}$ hava debisi değerinde gerçekleşmiştir. Bitkinin merkez bölgesindeki kalıntı miktarları üç hava debisi için de birbirine yakın değerler oluştururken, bitkinin dış yüzeylerinde, her üç yükseklik seviyesinde de (üst-orta-alt) oluşan kalıntı miktarları, 24830 ve $30473 \text{ m}^3/\text{h}$ hava debisi değerlerinde oluşanlara oranla daha fazladır. 12 bar çalışma basıncında uygulama normunun artması bu sonucu ortaya çıkarmıştır. Hoffmann and Salyani (1996), uygulama normu artışının hedef üzerindeki kalıntı miktarını artırdığını belirtmektedirler. Öte yandan hava

yönlendirme başlıklarının yönü de türbülans üzerine etkindir. Bu nedenle hava debisinin değişmesi türbülansı farklı şekillerde etkileyebilmekte ve kalıntı miktarlarında dalgalanmalar görülebilmektedir.

18 bar çalışma basıncında ise hava debisi değerinin artmasıyla bağıl tutunma oranları ve kalıntı miktarları artmıştır. 36117 m³/h hava debisi değerinde bitkinin hem dış hem de merkez bölgelerindeki kalıntı miktarları daha fazladır. 30473 m³/h hava debisi değerinde 18 bar çalışma basıncında bitkinin merkez bölgesinde görülen kalıntı miktarları daha düşük değerlerdedir. Hava ile sıvı girişiminin yarattığı etki damlaları yavaşlatmakta, böylece damlalar bitkinin iç bölgelerine ulaşmamakta ve kalıntı miktarı azalmaktadır.

36117 m³/h hava debisinde basınç artışı belli bir değere kadar bağıl tutunma oranını azaltmış ancak bu sınır değerden sonra bağıl tutunma oranı yeniden artmıştır. 24830 ve 30473 m³/h hava debisi değerlerinde de etkiler benzer şekilde gerçekleşmiştir.

6 bar çalışma basıncında bağıl tutunma oranları daha yüksek olmuştur.

5.1.3 35/45 Ayar Konumuna Ait Değerlendirmeler

Bu ayar konumunda en yüksek bağıl tutunma oranı 30473 m³/h hava debisi değerinde ve 6 bar çalışma basıncında meydana gelmiştir (%82,83) (Çizelge 4.8). Çizelgeden de görüleceği üzere 36117 m³/h hava debisi değerinde ve 18 bar çalışma basıncında oluşan kalıntı miktarı daha fazladır. Ancak bağıl tutunma oranı % 60 olmuştur. Başka bir ifadeyle kalıntı miktarının fazla olması her zaman kayıpların az olduğunu belirtmez. Bu nedenle bağıl tutunma oranına da bakmak gerekir. 35/45 ayar konumunda bu nedenle kalıntı miktarı değil bağıl tutunma oranı ön plana çıkarılmıştır. Kalıntı miktarı daha fazla çıkarken bağıl tutunma oranının düşük çıkması 18 bar basınç değerinde uygulama normunun artmasından ötürü hedefteki kalıntının fazla olması, ancak püskürtülen sıvının daha düşük bir oranının hedef üzerinde kalmasıdır. Aradaki fark sürüklenme kaybı olmaktadır.

Uygulanan ilacın tamamının hedef üzerinde kalması, ilaçlama başarısı açısından arzu edilen ve önemli bir unsurdur. Öte yandan, pratikte uygulanan ilacın tamamının hedef üzerinde kalması mümkün değildir. Bu nedenle bağıl tutunma oranı yüksek olan ayar konumu, hava debisi ve çalışma basıncının tercih edilmesi, ilaçlama işinin başarısını artıracaktır.

6 bar çalışma basıncında, hava debisinin belli sınır değere kadar artışı, bağıl tutunma oranı ve kalıntı miktarını artırmış, ancak sınır değer aşıldıktan sonra bağıl tutunma oranı tekrar azalmıştır. Bitki iç bölgelerindeki kalıntının hava debisi artışı ile azalması da, yaprakların duvar etkisi göstermesi, teorisini desteklemektedir. $36117 \text{ m}^3/\text{h}$ hava debisi değerinde bitkinin gidiş ve geliş kenarlarındaki kalıntı miktarları da diğer iki hava debisine oranla daha az olmuştur. Buradan hareketle bu ayar konumunda $36117 \text{ m}^3/\text{h}$ hava debisi değerine ait sonuçların tatminkar olmadığı söylenebilir.

12 bar çalışma basıncında elde edilen kalıntı miktarları 6 bar basınçta çalışma sonucunda elde edilenlere oranla daha düşük olmuştur. Başka bir ifadeyle 12 bar çalışma basıncında daha büyük sürüklenme kayıpları söz konusudur. Bu basınç değerinde hava debisi artışı bağıl tutunma oranını da artırmıştır. Bu sonuç bize hava debisi ile sıvı debisi arasındaki ilişkiyi açıkça göstermektedir. Eğer hava debisi püskürtülen sıvıyı hedefe ulaştırmaya ve orada tutmaya yeterli değilse kayıplar artmakta ve dağılım bozulmaktadır.

35/45 ayar konumunda, 18 bar çalışma basıncında hava debisinin artışı bağıl tutunma oranını artırmıştır. Ancak bu değerler 6 bar çalışma basıncında elde edilenlere oranla daha düşük oranlardadır.

18 bar basınçta yapay asma bitkisinin merkez bölgesindeki kalıntı miktarları, her üç hava debisi değerlerinde de 6 ve 12 bar çalışma basınçlarında elde edilen değerlere nazaran daha yüksek olmuştur. Ancak bitkinin dış bölgeleri için aynı sonucu söylemek mümkün değildir.

5.1.4 Paralel-30/60 Ayar Konumuna Ait Değerlendirmeler

Bu ayar konumunda en yüksek bağıl tutunma oranı $24830 \text{ m}^3/\text{h}$ hava debisi değerinde ve 18 bar çalışma basıncında oluşmuştur (Çizelge 4.11). Ancak bu ayar konumunda en büyük değer olarak oluşan değer diğer ayar konumlarındakilere oranla oldukça düşük değerlerdir.

6 bar basınç değerinde en yüksek bağıl tutunma oranı $24830 \text{ m}^3/\text{h}$ hava debisi değerinde oluşmuştur. Çizelge 4.12'de görüleceği üzere makinenin bu ayar konumunda genel olarak bitkinin tüm bölgelerindeki kalıntı miktarları diğer ayar konumlarındakilere oranla çok daha düşük değerlerdedir.

6 bar basınçta $30473 \text{ m}^3/\text{h}$ hava debisi değerinde bitki merkez bölgesindeki kalıntı miktarı diğer hava debisinde oluşan değerlere oranla daha fazla olmuştur. Öte yandan, bitki dış yüzeylerindeki kalıntı miktarları daha düşük değerlerdedir. Bu sonucun ortaya çıkmasında damla çapının küçük olması ve bu küçük damlaların hava akımına kapılarak hedef dışına sürüklenmesinin payı büyüktür.

12 bar çalışma basıncında ortaya çıkan durum 6 bar basınçta görüldenden pek farklı değildir. Ancak bu basınç değerinde ve özellikle $30473 \text{ m}^3/\text{h}$ hava debisi değerinde hedef üzerindeki kalıntı miktarında ve bağıl tutunma oranında büyük bir düşüş söz konusudur. Buna neden olarak, hava çıkış hızının yüksek olması ve bu hızdaki havanın içine bırakılan sıvı miktarının yeteri çoklukta olmaması ve oluşan damla çaplarının küçük olması düşünülmektedir.

$30473 \text{ m}^3/\text{h}$ hava debisi dışında kalan iki hava debisinde basıncın artırılması bağıl tutunma oranını artırmıştır. $30473 \text{ m}^3/\text{h}$ hava debisinde ise 12 bar çalışma basıncında düşen bağıl tutunma oranı 18 bar çalışma basıncında yeniden artmıştır.

Makinenin paralel-30/60 ayar konumunda hedef üzerindeki kalıntı miktarları ve bağıl tutunma oranlarının az olması, sürüklenme kayıplarının

çokluğunun göstergesidir. Hedef bitki üzerindeki farklı bölgelerde oluşan kalıntı miktarları arasındaki farklar az olmasına rağmen sürüklenme kayıplarının fazlalığından ötürü, makinenin bu ayar konumu hedefteki kalıntı miktarları ve bağıl tutunma oranları açısından yeterli bulunmamıştır.

Hava iç yönlendirme kanatlarının püskürtme memesi eksenlerine paralel olarak takılı olması, hava akımını doğrultarak hava çıkış hızlarını ve sürüklenme kayıplarını artırmıştır.

Hedef üzerindeki kalıntı ve bağıl tutunma oranları açısından makinenin orijinal durumu ve diğer ayar konumlarını karşılaştıracak olursak en iyi sonucun 30/60 ayar konumunda, 30473 m³/h hava debisi ve 6 bar çalışma basıncında olduğu görülür. Makinenin orijinal durumunda bağıl tutunma oranlarının azlığı (özellikle yüksek hava debisi değerlerinde çalışmada) havaya olan sürüklenme miktarının çok olmasındandır. Havayı, yönlendirme başlıklarındaki gibi, hedef üzerine yönlendirme söz konusu olmadığından makinenin orijinal durumunda havaya olan sürüklenme kayıpları yüksektir.

5.2 İz Maddesi Dağılım Düzgünlüğü Açısından Sonuçların Değerlendirilmesi

5.2.1 İlaçlama Makinesinin Orijinal Durumuna Ait Değerlendirmeler

Makinenin orijinal durumunda en iyi dağılım düzgünlüğü 36117 m³/h hava debisinde ve 12 bar çalışma basıncında oluşmuştur (Çizelge 4.2). Dağılım düzgünlüğüne ait varyasyon katsayıları % 38,54 ile % 56,77 arasında değişmiştir.

6 bar basınç değerinde çalışma sonucunda en iyi dağılım düzgünlüğü 36117 m³/h hava debisi değerinde gerçekleşmiştir. Hava debisi artışı belli bir sınır hava debisi değerine kadar dağılımı bozmuş ancak hava debisinin daha da artmasıyla dağılım düzgünlüğü iyileşmiştir.

12 bar çalışma basıncı değerinde de sonuçlar 6 bar çalışma basıncında oluşan sonuçlara benzerlik göstermektedir. Bu çalışma basıncı değerinde oluşan varyasyon katsayısı değerleri 6 bar çalışma basıncında oluşan varyasyon katsayılarına oranla daha düşük olmuştur. Bunun nedeni hava debisi ile sıvı debisi arasındaki etkileşimde gizlidir. Ancak mevcut veriler bu etkileşimin nasıl olduğu hakkında pek ışık tutmamaktadır.

18 bar çalışma basıncında ise hava debisi artışı dağılım düzgünlüğünü artıran bir husus olmuştur. En iyi dağılım düzgünlüğü $36117 \text{ m}^3/\text{h}$ hava debisinde gerçekleşmiştir. Daha önceki bölümde ifade edildiği gibi hava debisi artışı, hava çıkış hızını artırmaktadır. Bu durumda belli bir çap değerinden daha küçük olan damlalar hava akımına kapılarak hedef dışına sürüklendiğinden, hedef üzerine belli çaptan daha büyük olan damlalar ulaşabilmektedir. Neticede, büyüklükleri birbirine daha yakın olan damlalar hedef üzerinde daha düzgün bir dağılım oluşturmaktadırlar. Ancak dağılım düzgünlüğünü arttırırken sürüklenme kayıplarının artmamasına dikkat edilmelidir.

5.2.2 30/60 Ayar Konumuna Ait Değerlendirmeler

30/60 ayar konumunda en düşük varyasyon katsayısı $30473 \text{ m}^3/\text{h}$ hava debisi değerinde ve 6 bar çalışma basıncında gerçekleşmiştir (Çizelge 4.5). Basıncı artışı varyasyon katsayısı değerini azaltmıştır.

30/60 ayar konumuna genel olarak bakıldığında $24830 \text{ m}^3/\text{h}$ hava debisinden $30473 \text{ m}^3/\text{h}$ hava debisi değerine geçişte varyasyon katsayısı azalmış ve dağılım düzgünlüğü artmıştır. Öte yandan $30473 \text{ m}^3/\text{h}$ hava debisinden $36117 \text{ m}^3/\text{h}$ hava debisi değerine geçişte ise varyasyon katsayısı artarak dağılım düzgünlüğünü bozmuştur. Bu durumun hava hızına bağlı olarak oluşan türbülansların hızıyla ilgili olduğu düşünülmektedir. Türbülansın belli bir değerden daha fazla olması dağılımı yeniden bozmaktadır.

5.2.3 35/45 Ayar Konumuna Ait Değerlendirmeler

35/45 ayar konumunda en iyi dağılım düzgünlüğü değeri % 39,22 ile 24830 hava debisi değerinde ve 12 bar çalışma basıncında gerçekleşmiştir (Çizelge 4.8).

30473 ve 36117 m³/h hava debisi değerlerinde basınç artışıyla birlikte dağılım düzgünlüğü artmıştır. Basınç artışıyla bağıl tutunma oranının azalması ve kayıpların artması istenmeyen bir durumdur. Öte yandan 24830 m³/h hava debisi ve 12 bar çalışma basıncında % 39,22 değerine inen varyasyon katsayısı, 18 bar basınç değerinde tekrar yükselerek % 52,89 değerine ulaşmıştır.

5.2.4 Paralel-30/60 Ayar Konumuna Ait Değerlendirmeler

Bu ayar konumunda en düşük varyasyon katsayısı değeri 36117 m³/h hava debisi değerinde ve 6 bar çalışma basıncında oluşmuştur (Çizelge 4.11).

24830 ve 30473 m³/h hava debisi değerlerinde basıncın artması varyasyon katsayısını artırarak, dağılım düzgünlüğünü bozmuştur. Basınç artışı damla çaplarını küçültürken damla sayılarını artırmıştır. 12 bar çalışma basıncında hava debisi değerinin artışı dağılım düzgünlüğünü bozmuştur. Ancak 6 ve 18 bar çalışma basınçlarında benzer bir ilişki tespit edilmemiştir.

5.3 Hedefteki Kaplama Oranları Açısından Sonuçların Değerlendirilmesi

5.3.1 İlaçlama Makinesinin Orijinal Durumuna Ait Değerlendirmeler

Makinenin orijinal durumunda en iyi kaplama oranı % 48,62 değeri ile 24830 m³/h hava debisi ve 18 bar çalışma basıncında oluşmuştur. Ancak en iyi kaplama oranı veren bu ayar hava debisi ve çalışma basıncı koşullarında dağılım düzgünlüğü bozulmakta ve bağıl tutunma oranı azalmaktadır.

5.3.2 30/60 Ayar Konumuna Ait Değerlendirmeler

30/60 ayar konumunda en iyi kaplama oranı % 60,53 ile 30473 m³/h hava debisi değerinde ve 18 bar çalışma basıncında meydana gelmiştir (Çizelge 4.5).

24830 ve 36117 m³/h hava debisi değerlerinde basınç artışı hedefteki kaplama oranını artırmıştır. 30473 m³/h hava debisi değerinde ise 12 bar çalışma basıncında azalan kaplama oranı 18 bar çalışma basıncı değerinde yeniden artmıştır. Normal şartlarda, basınç artışı ile birlikte kaplama oranlarının da artması doğal bir sonuçtur. Çünkü basınç artışı damla çaplarını küçültür. Kaplama oranını arttırmak ise küçük damla çapları ile mümkün olmaktadır. 30473 m³/h hava debisi değerinde ortaya çıkan bu durumun hava türbülanslarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca kaplama oranlarının yüksek olduğu durumlarda damlalar üstüste çakışmaktadır. Bu durum damla çapı ölçümlerinde problem çıkarmaktadır. Özellikle görüntü işleme programlarında hata payları artmaktadır. Kaplama oranının yüksek olduğu durumlarda analiz programı daha düşük bir hata payında çalışmaktadır. 30473 m³/h hava debisi değerinin hedef üzerinde oluşturduğu kaplama oranları diğer hava debisi değerlerinin sağladığından daha fazla olmuştur. Bu sonuç 30473 m³/h hava debisinde havanın bitkiyi daha iyi sardığının ve ilacı bitki üzerine daha iyi yaydığının bir göstergesidir. Makinenin 30/60 ayar konumunda, hava yönlendirme ve püskürtme açıları özellikle 30473 m³/h hava debisiyle çalışmaya uygundur. Bu hava debisinde hedef üzerindeki kaplama oranı artmıştır. Kaplama oranının artması ilaçlamanın başarısı için istenen bir durumdur. 30473 m³/h hava debisi değerinde ve 6 bar çalışma basıncında, hem dağılım düzgünlüğü artmıştır hem de hedef üzerindeki kalıntı miktarı ve bağıl tutunma oranı artmıştır. Bu nedenlerle, 30/60 ayar konumu, 30473 m³/h hava debisi ve 6 bar çalışma basıncı koşullarında başarılı bulunmuştur.

5.3.3 35/45 Ayar Konumuna Ait Değerlendirmeler

35/45 ayar konumunda en iyi kaplama oranı $30473 \text{ m}^3/\text{h}$ hava debisinde, 12 ve 18 bar çalışma basıncı değerlerinde oluşmuştur (Çizelge 4.8).

Her üç hava debisi değerinde de basınç artışı kaplama oranını da artırmıştır. Basınç artışı damlaları küçültüp, damla sayısını artırdığı için bu sonuç doğal karşılanmaktadır.

5.3.4 Paralel-30/60 Ayar Konumuna Ait Değerlendirmeler

Bu ayar konumunda en iyi kaplama oranı $30473 \text{ m}^3/\text{h}$ hava debisinde ve 18 bar çalışma basıncında oluşmuştur (Çizelge 4.11). Meydana gelen kaplama oranı denemelerde oluşan en yüksek kaplama oranı değeridir. Damla çapları oldukça küçülmüş ve damla sayısı artmıştır. Ancak bağıl tutunma oranlarında düşme görülmüştür. $30473 \text{ m}^3/\text{h}$ hava debisinde ve 18 bar çalışma basıncında küçük damlalar oluştuğu için sürüklenme kayıpları artmış ve bağıl tutunma oranı azalmıştır.

Paralel-30/60 ayar konumunda oluşan türbülanslar havaya olan sürüklenme kaybını artırmıştır. Küçük damlaların hava akımına kapılarak hedeften uzaklaşmaları kolaylaşmaktadır. Her üç hava debisi değerinde de basınç artışı kaplama oranını artırmaktadır. Ancak kaplama oranı artarken, dağılım düzgünlüğü bozulmaktadır. Basınç artışı damla sayılarını da artırmıştır. Bu ayar konumunda da en yüksek kaplama oranı değerleri $30473 \text{ m}^3/\text{h}$ hava debisi değerinde gerçekleşmiştir. Farklı ayar konumlarında kaplama oranı değerleri karşılaştırılacak olursa, genel olarak, tez için geliştirilen hava yönlendirme ve püskürtme ünitesi, makinenin orijinal durumuna oranla daha iyi kaplama oranları sağlamıştır (Çizelge 4.11). $30473 \text{ m}^3/\text{h}$ hava debisi daha iyi kaplama oranı değerleri oluşturmuştur. Paralel-30/60 ayar konumu 18 bar basınçta en iyi kaplama oranlarını oluştururken, 6 ve 12 bar çalışma basıncı değerlerinde 35/45 ayar konumu daha iyi kaplama oranı değerleri sağlamıştır. Basınç artışı kaplama oranı

değerlerini artırmıştır. Bu nedenle en yüksek kaplama oranları 18 bar çalışma basıncında oluşmuştur.

5.4 Sürüklenme Miktarları Açısından Sonuçların Değerlendirilmesi

Doktora tezi için yürütülen çalışmada, özellikle toprağa giden sürüklenme miktarları ölçülmeye çalışılmıştır. Ancak havaya giden sürüklenme kaybı hakkında fikir edinebilmek için de yer düzleminden 1.50 metre yükseklikten örnekler alınmıştır.

5.4.1 İlaçlama Makinesinin Orijinal Durumuna Ait Değerlendirmeler

Makinenin orijinal durumunda en fazla sürüklenme miktarı 30473 m³/h hava debisinde ve 6 bar çalışma basıncında oluşmuştur (Şekil 4.2).

24830 ve 36117 m³/h hava debisi değerlerinde basınç artışı sürüklenmeyi artırırken, 30473 m³/h hava debisi değerinde çalışma basıncının artması sürüklenmeyi azaltmıştır. Öte yandan normal şartlarda beklenen, basınç artışı küçük damla oranını artırdığı için, sürüklenmenin de artmasıdır. Burada oluşan durum şu şekilde açıklanabilir; Çizelge 4.4 incelenecek olursa 30473 m³/h hava debisi ve 6 bar çalışma basıncı şartlarında, özellikle bitki gövdesi ve bitki sırası üzerinde toprakta, iz maddesi kalıntı miktarı daha fazladır. Diğer örnekleme noktalarında, yerden alınan örnek kağıtları üzerindeki iz maddesi miktarları daha fazla olmuştur. 4,80 m uzaklıkta bulunan örnekleme noktasında ise özellikle yerdeki kalıntı miktarı oldukça azalmıştır. 12 ve 18 bar çalışma basınçlarında ise gövde ve bitki sırası üzerindeki sürüklenmeden kaynaklanan kalıntı miktarları azalmıştır. Bununla birlikte diğer örnek toplama noktalarında yerdeki kalıntı azalırken, 1,50 m yükseklikte oluşan kalıntı miktarı oransal olarak artmıştır. Bu çalışmada ölçülemeyen sürüklenme miktarları fazladır. 12 ve 18 bar çalışma basınçlarında, özellikle havaya giden ve ölçülememiş olan sürüklenme kayıpları artmıştır. Bu nedenle basınç artışı aslında sürüklenmeyi azaltmamış sadece bu çalışmada ölçülebilen sürüklenmeyi azaltmıştır. SDTF (Spray Drift Task Force)(1997), hava akımlı mekanik

pülverizatörlerle yaptığı çalışma sonucuna göre, sürüklenme potansiyelinin damla büyüklüğü ile bitki yeşil aksamı arasındaki etkileşime bağlı olduğunu belirtmiştir.

24830 ve 36117 m³/h hava debisi değerlerinde 30473 m³/h hava debisi değerinin tersine, basınç artışı gövde ve bitki sırası üzerindeki kaybı artırmıştır. Ancak buna paralel olarak havaya olan sürüklenme miktarları da artmıştır. Bağıl tutunma oranlarının nispeten daha düşük olması da bu düşüncüyü destekler niteliktedir.

5.4.2 30/60 Ayar Konuma Ait Değerlendirmeler

30/60 ayar konumunda en büyük sürüklenme 36117 m³/h hava debisinde 12 bar çalışma basıncında meydana gelmiştir (Şekil 4.3). Bu ayar konumunda 36117 m³/h hava debisinde oluşan sürüklenme miktarları diğer iki hava debisine oranla daha fazla olmuştur. 36117 m³/h hava debisi değerinde özellikle toprağa giden sürüklenme miktarı ve gövde üzerindeki kalıntı miktarı fazla olmuştur. Bu hava debisi değerinde hava çıkış hızının fazla olması ve türbülanslar gövde üzerindeki ve yerdeki kalıntı miktarını artırmıştır. Hava akımına kapılan damlalar hedef dışına sürüklenmişlerdir. 24830 m³/h hava debisinde toplam sürüklenme miktarları eşit görülmekle birlikte, gövde üzerindeki kalıntı miktarı ayrı düşünülürse, basıncın artması sürüklenmeyi de artırmıştır (Çizelge 4.7). Artan basınç damla çaplarını azaltmış ve neticede damla daha uzak mesafelere taşınmıştır. Özellikle 6 bar basınç değerinde gövde üzerindeki kalıntı miktarının ve bağıl tutunma oranının artması, püskürtülen iz maddesinin büyük kısmının hedef üzerinde kaldığının göstergesidir. Daha büyük damlaların (139,63 µm) düşük hızlarda taşınamaması ve hedef üzerinde birikmesi beklenen sonuçtur.

5.4.3 35/45 Ayar Konumuna Ait Değerlendirmeler

35/45 ayar konumunda ise en büyük sürüklenme 18 bar basınçta 30473 m³/h hava debisinde oluşmakla birlikte (Şekil 4.4), 24830 m³/h hava debisi değerinde oluşan kayıplar daha fazladır. 30473 m³/h hava debisinde

ve 18 bar çalışma basıncındaki kayıp özellikle 1,60 m ve 3,20 m uzaklıklardaki ve yerde oluşan kayıplardan kaynaklanmaktadır. Basıncın artmasının damla çaplarını küçültmesi bu sonucun oluşmasındaki en büyük etkidir.

36117 m³/h hava debisi değerinde özellikle 3,20 m uzaklıkta yerdeki kayıplar artmıştır. Bu durum, hava hızının artmasının doğal bir sonucudur. 36117 m³/h hava debisinde ve özellikle 6 bar çalışma basıncında bitki gövdesi üzerindeki kalıntı da artmıştır. Bağlı tutunma oranının oransal olarak fazla olması da bunu göstermektedir.

5.4.4 Paralel-30/60 Ayar Konumuna Ait Değerlendirmeler

Bu ayar konumunda gerek bitki gövdesi üzerinde kalıntı miktarı ve gerekse de diğer örnekleme noktalarında sürüklenme diğer ayar konumlarına ve makinenin orijinal durumuna göre daha düşüktür (Şekil 4.5 ve Çizelge 4.13). Ancak buradan hareketle sürüklenmenin az olduğu düşünülmemelidir. Çünkü ilgili şeklin incelenmesinden anlaşılabileceği gibi, bu ayar konumunda bağlı tutunma oranları çok düşük seviyededir. Yüksek hava çıkışı hızı, ölçülemeyen sürüklenme miktarını artırmıştır.

Sürüklenme miktarları açısından sonuçların incelenmesinde görülmüştür ki, en büyük sürüklenme kayıpları paralel-30/60 ayar konumunda oluşmuştur. Sürüklenme miktarının fazlalığı bakımında ikinci sırada makinenin orijinal durumu yer almaktadır. 30/60 ve 35/45 ayar konumları, ilaçlama işindeki sürüklenme kayıplarının az olması nedeniyle, daha başarılı bulunan iki seçenek olmuştur.

6 GENEL SONUÇ VE ÖNERİLER

İlaçlama işinde başarıyı etkileyen bir çok unsur vardır. Kullanılan makine ve özellikleri en önemlilerinden biridir. Bir ilaçlama makinesinin başarısını ifade etmede kullanılan başlıca kriterler; hedef bitki üzerindeki kalıntı miktarı, yüzey kaplama oranları, hedef üzerindeki dağılım

düzensünlüğü, birim alandaki damla sayısı ve damla çaplarıdır. Araştırmacılar yaptıkları çalışmalarda bu kriterlerin biri ya da bir kaçını kullanarak ilaçlama işinin kalitesi hakkında karara varmaktadırlar. Burada yapay bitkiler üzerinde çalışıldığından ve çalışmanın konusu gereği değinilmemiş bulunan biyolojik etkinlik değeri de çok önemli bir kriterdir. Planas et al.(1998) 4 yıllık bir proje olan çalışmasında makine performanslarını belirlemek için dağılım düzensünlüğü ve kaplama oranlarını dikkate almışlardır. Gil et al. (1998), hedef üzerindeki kalıntı miktarları ve bunların dağılımını dikkate almışlardır. Benzer şekilde Pergher ve Gubiani (1995), yaptıkları çalışmada kayıpları azaltmayı ve dağılım düzensünlüğünü iyileştirmeyi amaçlamışlardır.

Bu çalışmada sonuçlar değerlendirilirken özellikle hedef dışına sürüklenme, hedef üzerindeki kalıntı miktarları, hedef üzerindeki dağılım düzensünlüğü ve kaplama oranları ön plana çıkarılmış ve bu kriterlerin ortak etkisi altında, makine başarısı hakkında karar verilmiştir.

- Makinenin orijinal durumunda yapılan çalışmalarda en iyi dağılım düzensünlüğü $36117 \text{ m}^3/\text{h}$ hava debisi değeri elde edilmiştir (Çizelge 4.2). Bu dağılım düzensünlüğüne ait varyasyon katsayısı değeri % 38,54 olarak hesaplanmıştır. Ancak burada hava debisi değerine dikkat etmek gerekmektedir. Çünkü makine orijinal durumunda iken normal şartlarda bu hava debisini üretmemektedir. Bu çalışmada, $36117 \text{ m}^3/\text{h}$ hava debisi değeri traktör kuyruk mili devri artırılarak sağlanmıştır. Makinenin orijinal durumunda sağladığı hava debisi değeri $30473 \text{ m}^3/\text{h}$ hava debisi değeridir ki bu hava debisinde varyasyon katsayısı % 56,77 ile % 44,33 arasında kalmaktadır (basınca bağlı olarak). Başka bir ifadeyle dağılım düzensünlüğü bozulmaktadır. Ayrıca hedef dışına sürüklenme miktarı da artmaktadır. Bununla çelişkili bir şekilde, hedef üzerindeki kalıntı miktarı da artmaktadır. Oysa $36117 \text{ m}^3/\text{h}$ hava debisinde sürüklenme miktarı azalmakta ancak beraberinde hedef üzerindeki kalıntı da

azalmaktadır. Aradaki fark ölçülemeyen sürüklenme olarak havaya karışmaktadır. Amacımız, en iyi kaplama oranı ve en iyi dağılım düzgünlüğünü sağlamanın yanısıra hedef üzerindeki kalıntı miktarını artırıp, sürüklenmeyi de en aza indirmektir. Bu bağlamda, makinenin orijinal durumunda söz konusu hava debisi hedef üzerindeki kalıntı miktarını artırırken dağılım düzgünlüğünü bozmakta ve ölçülebilen sürüklenme kaybını da artırmaktadır. Öte yandan dağılım düzgünlüğü arttığı zaman hedef üzerindeki kalıntı miktarı ve kaplama oranı azalmaktadır. Bu debi şartlarında en iyi dağılımın sağlandığı çalışma basıncı 12 bar'dır. Bu basınç değerinde uygulama normu yaklaşık % 30 oranında artmıştır. Dolayısıyla hedef üzerindeki kalıntının da artması beklenen normal sonuçtur. Ancak basınç artışı ile uygulama normu artmakla birlikte damla çapı küçüldüğünden, küçük damlalar hava akımıyla birlikte bitkiyi aşmakta ve çalışmalarda ölçülememiş olan havaya giden sürüklenme kaybının daha fazla olmasına neden olmaktadır. Böylece uygulama normu artmasına rağmen hedef üzerindeki kalıntı miktarı uygulama normu artışına paralel olamamakta hatta kalıntı miktarı azalmaktadır. Buna benzer bir ilişki kalıntı miktarı ile hava debisi arasındada görülmektedir. Aynı basınç değerinde hava debisi artışı önce kalıntı miktarını artırmış ancak 36117 m³/h hava debisinde yeniden azalmıştır; çünkü bu hava debisinde artan hava hızı beraberinde daha fazla sıvı miktarını hedef dışına taşıyarak hem çevre kirliliği yaratmakta hem de ilaçlamanın maliyetini artırmaktadır. Bu hava debisiyle yapılan çalışma sonucunda en iyi kaplama değerleri 12 bar çalışma basıncında elde edilmiştir. Basıncın artması damla çaplarını küçülttüğü için kaplama oranı artmaktadır. Ancak 18 bar basınçta kaplama oranının yeniden azalması hava akımı ile püskürtülen sıvı arasında farklı etkileşimlerin olduğunu göstermektedir. Eldeki verilerle bu etkileşimin ne şekilde olduğu tespit edilememiştir. İlaçlama makinesinin orijinal konumunda elde edilen damla sayıları yeterli görülmektedir.

- 30/60 ayar konumunda en iyi dağılım düzgünlüğü 30473 m³/h hava debisinde ve 6 bar çalışma basıncında oluşmuştur. Dağılım düzgünlüğüne ait varyasyon katsayısı % 32,38'dir. En iyi dağılım düzgünlüğünün olduğu bu hava debisi ve basınç değerinde hedef üzerindeki kalıntı miktarı 0.1679 µg/cm² olarak bulunmuştur. İlgili çizelgede (Çizelge 4.5) 30473 m³/h hava debisinde ve 36117 m³/h hava debisinde ve 18 bar çalışma basıncında elde edilen kalıntı miktarları sırasıyla 0,1974 ve 0,2514 µg/cm² olarak ölçülmüştür. Bu iki kalıntı değeri, en iyi dağılım düzgünlüğünün elde edildiği 6 bar basınç ve 30473 m³/h hava debisine oranla daha fazladır. Makinenin düzenlenmiş halinde 18 bar basınçtaki uygulama normu değeri 6 bar basınçta oluşan değerden yaklaşık % 50 oranında daha fazladır. Dolayısıyla hedef üzerinde bu fazlalıktan kaynaklanan bir artışın oluşması doğal bir sonuçtur. Diğer yandan 18 bar basınçta çalışmadaki güç tüketimi 6 bar basınçtakine oranla daha fazla olacaktır. Burada önemli diğer bir husus, 18 bar basınca ait bu iki yüksek kalıntı miktarının elde edildiği ayar konumunda, dağılım düzgünlüğü değerlerinin daha kötü olmasıdır. Ayrıca hedef dışına sürüklenme miktarlarına bakıldığında, dağılım düzgünlüğü değerinin en iyi olduğu 30473 m³/h hava debisi ve 6 bar basınç ayar konumunda görülen sürüklenme, diğer iki ayar konumuna göre yarıya yakın bir oranda daha az bulunmuş ve kaplama oranı yüzdesi ve damla sayıları da oldukça yeterli görülmüştür. Bulguların ışığı altında makinenin bu ayar konumunda, amaca en uygun çalışma koşullarının 30473 m³/h hava debisi ve 6 bar çalışma basıncı olduğu söylenebilir.
- 35/45 ayar konumu incelendiğinde (Çizelge 4.8), en düşük varyasyon katsayısının % 39,22 ile 24830 m³/h hava debisi ve 12 bar çalışma basıncında elde edilmiştir. Bu konumda hava debisi ve basınç şartlarında, kaplama oranı değeri % 49,12 olmuş, damla sayısı yeterli olmakla birlikte hedef üzerindeki kalıntı miktarı düşük bulunmuştur.

Kalıntı miktarının daha yüksek olduğu diğer hava debisi ve basınç şartlarında ise dağılım düzgünlüğü bozulduğu gibi kaplama oranlarında da büyük değişimler görülmemiştir. Hedef dışına sürüklenme miktarları dikkate alındığında kayıp miktarlarının nisbeten fazla olduğu görülebilir (Şekil 4.4).

- Paralel-30/60 ayar konumunda en iyi dağılım düzgünlüğü $36117 \text{ m}^3/\text{h}$ hava debisinde, 6 bar çalışma basıncında ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.11). Dağılım düzgünlüğüne ait bu varyasyon katsayısı değeri % 28,74 olarak gerçekleşmiştir. Bu değer aynı zamanda çalışmalarda elde edilen en iyi dağılım düzgünlüğü değeridir. Ancak dağılım düzgünlüğünün en iyi olduğu bu hava debisi ve çalışma basıncı şartlarında hedefteki kalıntı miktarı az olduğu gibi hedef yüzeyi kaplama oranı da % 27,05 gibi düşük bir değerdedir. Kaplamanın daha iyi olduğu diğer hava debisi ve çalışma basıncı değerlerinde dağılım düzgünlüğü bozulmuş ya da kalıntı miktarları düşük olmuştur. Hedef dışına sürüklenme miktarlarına bakıldığında ise kayıpların diğer makine ayar konumlarındakilere oranla ya daha az olmuş ya da onlarla eş miktarlarda gerçekleşmiştir.
- Makinenin proje kapsamında geliştirilmiş halinde 9 adet meme bulunmaktadır. Bu nedenle daha fazla noktadan ilaç püskürtmektedir. Püskürtülen sıvı hedefe daha iyi yönlendirildiğinden kaplama oranları ve dağılım düzgünlüğü değerleri makinenin orijinal durumuna göre daha iyi olmuştur. Ayrıca meme sayısının artması uygulama normunu da artırmıştır (6, 12 ve 18 bar çalışma basınçlarında oluşan uygulama normları; makinenin orijinal durumunda sırasıyla 202,5 L/ha, 261,2 L/ha ve 301,9 L/ha makinenin düzenlenmiş halinde ise 303,8 L/ha, 391,8 ve 452,8 L/ha olmuştur). Ancak uygulama normu daha fazla olduğu için geliştirilen ünite makinenin piyasadaki haline göre hedef üzerinde daha fazla kalıntı miktarı sağladığı söylenemez. Çünkü; hem kalıntı miktarları arasındaki fark ile uygulama normları arasındaki

farklar arasında tutarsızlıklar bulunmaktadır hem de makinenin düzenlenmiş durumundaki bağıl tutunma oranları, özellikle çalışmalarda daha iyi olduğu belirlenen ayar konumlarında, daha fazla olmuştur. Buradan hareketle, yeniden düzenlenen makine, orijinal durumuna oranla hedef üzerindeki kalıntı miktarını artırmıştır. Bu nedenle çevre kirliliğini azaltmak, daha başarılı bir ilaçlama yapmak ve ilaçlamanın daha ekonomik olması için, makinenin söz konusu düzenlemelerin yapıldığı durumuyla kullanılması tavsiye edilmektedir.

- Makinenin orijinal durumunda kullanıldığında, özellikle, bitki merkez bölgesindeki kalıntı miktarı daha az olmaktadır. Çünkü makinenin orijinal durumu, hava hızı düşüklüğü ve türbülans yetersizliği nedeniyle ilacın iç bölgelere girmesini sağlayamamaktadır. Oysa yeniden düzenlenmiş durumda, bitki merkez bölgesindeki kalıntı miktarı artmıştır. Eğer amaçlanan bitki merkez bölgesindeki kalıntı miktarını artırmaksa yeni düzenlenmiş makinenin kullanılması tavsiye edilir.
- 6 bar basınçta, yönlendirme başlığı açılarının hedef üzerindeki kalıntı miktarı üzerinde önemli etkisi olmamıştır.
- Hava debisi artışı ile hedef üzerindeki kalıntı miktarı ve arasında tutarlı bir ilişki kurulamamıştır. Önceki çalışmalarda da hava debisi artışına bağılı olarak meydana gelen kalıntı miktarları ve dağılım düzgünlüğüne ait farklı sonuçlar bulunmuştur. Örneğın Planas et al.(1998) hava debisinin artırılarak daha iyi bir dağılım elde edileceğini ifade etmiştir. Swenson (1993) ise daha yüksek hava hızlarının daha fazla kalıntıya neden olmadığını ifade etmiştir.

Bütün bu değınilen noktaların ışığı altında; hava yönlendirme ünitesinin makinenin orijinal durumuna göre pülverizasyon kriterleri açısından, daha iyi sonuçlar verdiği görölmüştür. 30/60 ayar konumunda, 6

bar çalışma basıncı gerek elde edilen hedef üzerindeki kalıntı, gerek dağılım düzgünlüğü ve gerekse de kaplama oranları ve damla sayıları ile ilgili ihtiyaçların hepsine birden, belli bir düzeyde cevap verebilecek yeterlikte bulunmuştur.

Basıncın yükselmesi, genel olarak kaplama oranlarını artırmakta ancak dağılım düzgünlüğünü bozmaktadır. Bu nedenle bağlarda, nisbeten düşük basınç değerlerinde çalışması önerilebilir.

Hava debisi artışı kayıpları artırdığı gibi dağılımı da bozmuştur. Pergher and Gubiani (1995) de hava debisi artışının kaplama oranını azalttığını ve ölçülemeyen kayıpları artırdığını belirtmişlerdir. Çalışmaların genelinde iyi sonuçlar veren $30473 \text{ m}^3/\text{h}$ hava debisinde çalışılması önerilir. Eğer piyasadaki makine satın alınacaksa, mutlaka hava debilerini ayarlama imkanı tanıyan bir ilaçlama makinesi alınması önerilir. Böylece amaca uygun hava debisinin sağlanabilmesi mümkün olur.

İlaçlama makineleri üzerinde hava akımı yönlendirme ünitesi bulunması kullanıcının yararına olacaktır. Bu nedenle hava akımını yönlendiren makineler tercih edilmelidir.

Yüksek çalışma basınçlarında kayıpların arttığı görülmüştür. Bu nedenle bağlarda yüksek basınçlarda çalışılmamalıdır. Gerek damla büyüklükleri ve gerekse sürüklenme kayıplarının daha az olmasından ötürü, 6 bar basınçta çalışması önerilir.

Hava yönlendirme kanatlarının farklı açılarının, hava hızı, hava debisi ve türbülansın ilaçlama başarısı üzerindeki etkilerinin belirlenmesine ilişkin yeni araştırmaların yapılması, bu konudaki gelişmelere ışık tutacak ve tarımsal mücadelenin daha sağlıklı ve başarılı yapılmasına elverişli makinelerin üretimi için gerekli bilgileri sağlayacaktır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Altındışli, A.,** 1999, Sultani Çekirdeksiz Çeşidinde Yaprak Alanı Ve Fizyolojik Gelişme İlişkileri, E.Ü.Z.F. Bahçe Bitkileri Bölümü, (yayınlanmamış).
- Bayat, A.,** 1991, Turunçgil İlaçlamasında Klasik Püskürtme Yöntemleri Ve Elektrostatik Yükleme Yöntemi Etkinliğinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 179 s. (yayınlanmamış).
- Bayat, A.,** 1996, Turunçgil Ağaçlarında İlaç Uygulamada Farklı Tip Pülverizatörlerle Sağlanan İlaç Kaplama Oranları, 6. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon Ve Enerji Kongresi, Ankara.
- Bayat, A., Tangolar, S.,** 1994, Bağ İlaçlamada Farklı Tip Pülverizatörlerin Terbiye Sistemlerine Göre Sağladıkları Etkinliğin Saptanması, Ç.Ü.Z.F. Dergisi, 9(4): 135-150.
- Cerruto, E., D'Amico R., Failla S. And Schillaci G.,** 1998, Effects Of Axial Fan And Ground Speed On Spray Coverage And Impacts Number in Citrus Groves, AgEng 98, Paper no: 98-A-20, Oslo-NORWAY.
- Çelik, S.,** 1998, Genel Bağcılık, Cilt 1, Tekirdağ.
- Çakmak, B.,** 2000, Farklı Malzemelerden Yapılan Meme Plakalarının Yapay Aşındırıcı Kullanılarak Aşınma Davranışlarının İncelenmesi, Tarımsal Mekanizasyon 19. Ulusal Kongresi, 207-212, Erzurum.
- Dağ, S.S., Aykaç, V.T., Gündüz A., Kantarcı M., Şişman N.,** 2000, Türkiyede Tarım İlaçları Endüstrisi ve Geleceği, Türkiye Ziraat Mühendisliği V. Teknik Kongresi, 933-957, Ankara.
- Derksen, R.C., Breth D.I.,** 1994, Orchard Air Carrier Sprayer Application Accuracy And Spray Coverage Evaluations, Applied Engineering in Agriculture, 10 (4):463-470 pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Derksen, R.C., Gray R.L., 1995, Deposition And Air Speed Patterns Of Air Carrier Apple Orchard Sprayers, Transactions of The ASAE, 38(1):5-11 pp.**
- Dibble J.E., 1982, Principles, Techniques And Calibration Of Vine Spraying, Grape Pest Management, Section IX. Pesticide Application And Safety, Division Of Agricultural Sciences, University Of California, Pub. No: 4105 291-303 pp.**
- Dursun, E., 1994, Tarla Pülverizatörlerinde İlaçlama Özelliklerinin İyileştirilmesi Olanakları, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 148 s. (yayınlanmamış).**
- Ercan, M., 1995, Bilimsel Araştırmalarda İstatistik, Orman Bakanlığı Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Müdürlüğü, Çeşitli Yayınlar Serisi No:6, İzmit.**
- FAO, 2002, FAOSTAT Agricultural Database Web page.**
- Furness, G.O., 1991, A Comparison Of A Simple Bluff Plate And Axial Fans For Air Assisted, High Speed, Low Volume Spray Application To Wheat And Sunflower Plants, J. Agric. Engng. Res., 48: 57-75 pp.**
- Furness, G.O., Val Pinczewski, W., 1985, A Comparison Of The Spray Distribution Obtained From Sprayers With Converging And Diverging Airjets With Low Volume Air Assisted Spraying On Citrus And Grapevines, J. Agric. Engng. Res., 32: 291-310 pp.**
- Gil, E., Barrufet, J.M., Cluet, M., Teruel, J.A., 1998, Improvement Of The Pesticide Applications in Vineyard, Relationship Between Methodology Of Application And Quality Parameters, AgEng98, Paper No: A-015-1998, Oslo, NORWAY.**

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Göhlich, H., Ganzelmeier, H., Backer, G., 1996, Air Assisted Sprayers For Application in Vine, Orchard And Similar Crops, EPPO Bulletin 26: 53-58pp.**
- Hoffmann, W.C., Salyani, M., 1996, Spray Deposition On Citrus Canopies Under Different Meteorological Conditions, Transactions of The ASAE, 39(1): 17-22 pp.**
- Karahan, Y., Sağlam, R., 1997, Buğdayda Uçakla Yabancı Ot İlaçlamasında Damla Dağılımının Farklı Yöntemlerle Saptanması Üzerine Bir Araştırma, Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi, 566-574, Tokat.**
- Kaul, P., Schmidt, K., Koch, H., 1996, Distribution Quality Of Orchard Sprayers, EPPO Bulletin 26: 69-77 pp.**
- Miralles, A., Gorretta, N., Dusserre-Bresson, L., Sevilla, F., Miller, P.C.H., Walklate, P., Van Zuydam, R.P., Porskamp, H.A.J., Ganzelmeier, H., Rietz, S., Ade, G., Balsari, P., Vannucci, D., Planas, S., 1996, Results Of A European Programme To Compare Methods Used To Test Orchard Sprayers, EPPO Bulletin 26: 59-68pp.**
- Pergher, G., Gubiani, R., 1995, The Effect Of Spray Application Rate And Air Flow Rate On Foliar Deposition in A Hedgerow Vineyard, J. Agric. Engng. Res., 61:205-216 pp.**
- Pergher, G., Gubiani, R., Tonetto G., 1997, Foliar Deposition And Pesticide Losses From Three Air Assisted Sprayers in A Hedgerow Vineyard, Crop Protection 16(1): 25-33 pp.**
- Pergher, G., 2001, Recovery Rate Of Tracer Dyes Used For Spray Deposit Assesment, Transactions of The ASAE, 44(4): 787-794 pp.**
- Planas S., Pons L., Fillat A., Solanelles F., Bosch M., 1996, Optimizing Localized Treatments of Grapes, AgEng 96, Madrid-SPAIN.**

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Planas, S., Solanelles, F., Fillat, A., Walklate, P., Miralles, A., Ade, G., Pezzi F., Val, L., Andersen, P.G., 1998, Advances On Air Assisted Spraying On The Mediterranean Orchards (Fruit, Vine And Citrus), AgEng98, Paper no: A-019-1998, Oslo, NORWAY.**
- Racomora, C. Val, L., Perez, M., 1998, Droplet Distribution into The Canopy Of Artichoke Crop With Different Spraying Application Techniques, AgEng98, paper No: A-139-1998,Oslo, NORWAY.**
- Randall, J.M. 1971. The Relationships Between Air Volume And Pressure On Spray Distribution in Fruit Trees, J. Agric.Engng. Res. 16(1): 1-31 pp.**
- Salyani, M., Whitney, J.D., 1988, Evaluation Of Methodologies For Field Studies Of Spray Deposition, Transaction of The ASAE., 31(2): 390-395 pp.**
- Salyani M., Whitney J.D., 1990, Ground Speed Effect On Spray Deposition inside Citrus Trees, Transaction of The ASAE., 33(2):361-366 pp.**
- SDTF, 1997, A Summary of Airblast Application Studies, Spray Drift Task Force.**
- Tücer, A., Tezcan, F., Koçer, H., Erkal, N., Güler, H., Arasiler, Z., 1999, Pamuk Alanlarında İlaçlama Hacminin Düşürülmesi ve İlaçlama Kalitesinin İyileştirilme Olanakları Üzerinde Araştırmalar, Tarım Ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Sonuç Raporu (BS/97/03/02/016), Bornova, İzmir.**
- Ulusoy, E., 2001, İki Bin'li Yıllarda Tarımsal Üretimde Değişen Koşul Ve Kavramlar Karşısında Tarım Tekniğinin Görevleri, Tarımsal Mekanizasyon 20. Ulusal Kongresi, Şanlıurfa.**

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Vannuci D., Pochi D., Raparelli E., 1998, Spraying in Vineyard: Evaluation Of Airborne Spray By Aspirated Air Sampler, AgEng98, paper no:98-A-140, Oslo-NORWAY.**
- Whitney, J.D., Salyani, M., Churchill, B., Knapp J.L., Whiteside, O., Littel, R.C., 1989, A Field Investigation To Examine The Effects Of Sprayer Type, Ground Speed And Volume Rate On Spray Deposition in Florida Citrus, J. Agric. Engng. Res. 42: 275 – 283 pp.**
- Yağcıoğlu, A., 1993, Bitki Koruma Makineleri, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:508, Bornova-İzmir.**

ÖZGEÇMİŞ

Hüseyin GÜLER 1969 yılında İzmir’de doğmuş, liseyi 1986 yılında İzmir-Sıdika Rodop Lisesi’nde tamamlamıştır. 1987 yılında Ege Üniversitesi Tarım Makineleri Bölümü’ne girerek 1991 yılında mezun olmuştur. 28.08.1992 yılında Tarım Makineleri Bölümü’nde araştırma görevlisi olarak çalışmaya başlamıştır. 1995 yılında Yüksek Lisansını tamamlayan Hüseyin GÜLER Ziraat Yüksek Mühendisi ünvanını almıştır. 31.03.1996 yılında askerlik hizmetini tamamlamış ve aynı yıl Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makineleri Anabilim Dalı’nda Doktora çalışmasına başlamıştır. Gübreleme, yem kırma değirmenleri ve ilaçlama makineleri konularında çalışmaları bulunan Hüseyin GÜLER, evli olup İngilizce bilmektedir.