

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BODUR ARMUT BAHÇESİNDE KONVANSİYONEL BAHÇE
PÜLVERİZATÖRÜNÜN İLAÇ UYGULAMA ETKİNLİĞİNİN
İYİLEŞTİRİLMESİ

Emre YILMAZ

TARIM MAKİNALARI VE TEKNOLOJİLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM
DALI

ANKARA
2024

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BODUR ARMUT BAHÇESİNDE KONVANSİYONEL BAHÇE PÜLVERİZATÖRÜNÜN İLAÇ UYGULAMA ETKİNLİĞİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ

Emre YILMAZ

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ergin DURSUN

Bu çalışmada, aksiyal fanlı yardımcı hava akımlı pülverizatörle bodur armut bahçesi ilaçlamasında konvansiyonel konik hüzmeli (Albuz ATR) ve düşük sürüklenmeli konik hüzmeli (Albuz TVI) memelerin ilaç uygulama etkinliklerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Denemeler, üç farklı hava hızında (13, 18 ve 22 m/s) ve üç farklı ilerleme hızında (4.5, 7.4 ve 10.3 km/h) gerçekleştirilmiştir. Pülverizatörün farklı çalışma parametrelerindeki ilaç uygulama etkinlikleri; yapraklar üzerindeki ilaç kalıntı miktarı, ağaç tacı içerisinde kalıntı dağılım düzgünlüğü, yaprak yüzeylerindeki ilaç kaplama oranları ve ilaç kayıpları açısından değerlendirilmiştir. Yapraklar üzerinde toplanan ilaç kalıntılarının ve ilaç kayıplarının belirlenmesi için filtre kağıtları, yapraklar üzerinde kaplama oranlarının belirlenmesi için suya duyarlı kartlar kullanılmıştır. Denemelerde, gerçek ilaç yerine suda çözülebilir bir gıda boyası (Tartrazine) içeren püskürtme sıvısı kullanılmıştır. Filtre kağıtları üzerinde toplanan kalıntı miktarları kolorimetrik yöntemle belirlenmiştir. Yapraklar üzerindeki kaplama oranları, suya duyarlı kartlar ImageJ görüntü işleme programı yardımıyla analiz edilerek belirlenmiştir.

Araştırma sonunda, düşük sürüklenmeli memelerin bodur armut ağaçları üzerinde sağladığı ortalama kalıntı miktarlarının konvansiyonel memelere göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Düşük sürüklenmeli meme ile yapraklar üzerinde sağlanan ortalama kalıntı miktarı ilerleme hızı ve hava hızına bağlı olarak konvansiyonel memeye göre %28,7 ile %75,1 daha yüksek bulunmuştur. Her iki meme tipinde hava akımı hızının ve ilerleme hızının artmasıyla armut ağaçlarında sağlanan ortalama kalıntı miktarı artmıştır. İlerleme hızı ve hava hızına bağlı olarak ilaç uygulama etkinliği konvansiyonel memede %26,60 ile %46,57 arasında, düşük sürüklenmeli memede ise %41,40 ile %61,87 arasında değişmiştir. Pülverizatör hava akımı hızının ve ilerleme hızının artmasıyla hem konvansiyonel hem de düşük sürüklenmeli memelerin toprak yüzeyinde oluşturduğu kalıntı miktarı artmıştır. Düşük sürüklenmeli memeye toprağa ilaç kayıplarının konvansiyonel memeye göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Buna karşın konvansiyonel meme ile havaya sürüklenme kayıplarının düşük sürüklenmeli memeye göre daha fazla olduğu saptanmıştır. Pülverizatör hava akımı hızının artmasıyla hem konvansiyonel hem de düşük sürüklenmeli memelerle yaprak yüzeyleri üzerinde ortalama kaplama oranı artmıştır. Diğer yandan, konvansiyonel meme ile yaprak yüzeylerinde sağlanan kaplama oranları düşük sürüklenmeli memeye göre daha yüksek bulunmuştur.

Eylül 2024, 92 sayfa

Anahtar Kelimeler: Bodur armut ilaçlaması, konvansiyonel meme, düşük sürüklenmeli meme, ilaç kalıntısı, ilaç dağılım düzgünlüğü, kaplama oranı

ABSTRACT

Master Thesis

IMPROVING SPRAY APPLICATION EFFICIENCY OF CONVENTIONAL ORCHARD SPRAYER IN DWARF PEAR ORCHARD

Emre YILMAZ

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agricultural Machinery and Technologies Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Ergin DURSUN

In this study, it was aimed to compare the spray application efficiencies of conventional cone (Albuz ATR) and low drift cone (Albuz TVI) nozzles in dwarf pear orchard spraying with an axial fan air assisted sprayer. The experiments were conducted at three different air speeds (13, 18, and 22 m/s) and three different forward speeds (4.5, 7.4, and 10.3 km/h). Spray application efficiencies at different operating parameters of the sprayer was evaluated in terms of spray deposits on the leaves, spray distribution uniformity in the tree canopy, spray coverage on the leaves and spray losses. Filter papers were used to determine spray deposits and losses, while water-sensitive papers were used to determine spray coverage on the leaves. A water-soluble food dye, tartrazine, was used as a tracer for spraying in the experiments. Tracer deposits on the filter papers were analyzed using colorimetric method. The spray coverage on the leaves was analyzed using an image processing program called ImageJ for water-sensitive cards.

The results of the research indicated that low-drift nozzles provided higher mean spray deposits on dwarf pear trees compared to conventional nozzles. The mean spray deposits on the leaves with the low drift nozzle than the conventional nozzle was found to be 28.7% to 75.1% higher, depending on the forward speed and air speed. The mean spray deposits provided in pear trees increased with the increase in airflow speed and forward speed in both nozzle types. Depending on the forward speed and airflow speed, spray application efficiency varied between 26.60% and 46.57% for conventional nozzle and between 41.40% and 61.87% for low drift nozzle. As the sprayer airflow speed and forward speed increased, the spray losses to the soil from both conventional and low drift nozzles increased. It was determined that spray losses to the soil were higher with the low drift nozzle than the conventional nozzle. On the other hand, it was determined that airborne spray drift were higher with the conventional nozzle than the low drift nozzle. As the sprayer airflow speed increased, the mean spray coverage on leaf surfaces increased with both conventional and low drift nozzles. On the other hand, the spray coverage achieved on leaf surfaces with the conventional nozzle were found to be higher than those with the low drift nozzle.

September 2024, 92 pages

Key Words: Dwarf pear spraying, conventional nozzle, low-drift nozzle, spray deposit, uniformity of spray distribution, spray coverage

TEŞEKKÜR

Tez konusunun seçilmesi, çalışmaların yürütülmesi ve değerlendirilmesi aşamalarında yardımını ve yol göstericiliğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli danışman hocam Prof. Dr. Ergin DURSUN'a, süreç boyunca her alanda destek olan Ziraat Yüksek Mühendisi Süleyman Sefa ARSLAN'a, çalışmamın yürütülmesi sırasında bölüm olanaklarının kullanılmasına destek sağlayan Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölüm Başkanı Prof. Dr. Ahmet ÇOLAK'a, arazi ölçümleri ve denemelerinde yardımlarını esirgemeyen Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği bölümündeki teknisyen ve tekniker personele sonsuz şükran ve teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, denemelerin araştırma ve uygulama bahçesinde yürütülmesi için kolaylık sağlayan Bahçe Bitkileri Bölüm Başkanı Prof. Dr. Hatice DUMANOĞLU' na ve tezden elde edilen sonuçların istatistik değerlendirilmesinde yardımlarını esirgemeyen Zootehni Bölümü Biyometri ve Genetik Anabilim Dalında Dr. Öğr. Üyesi Rabia ALBAYRAK DELİALİOĞLU' na teşekkür ederim.

Tüm hayatım boyunca koşulsuz bir şekilde yanımda olan aileme ve özellikle her koşulda yanımda olan, başarılarımın ortağı hayat arkadaşım sevgili eşim Tuğba YILMAZ'a minnettarım.

Emre YILMAZ

Ankara, Eylül 2024

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI

ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
1.1 Dünyada ve Ülkemizde Armut Üretim Durumu.....	1
1.2 Ülkemizde Armut Yetiştiriciliği ve Sorunları	3
1.3 Ülkemizde Meyve Bahçelerinde Pestisit Uygulamaları	5
1.4 Yapılan Çalışmanın Amacı	7
2. KAYNAK ÖZETLERİ	8
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	17
3.1 Materyal	17
3.1.1 Deneme traktörü	17
3.1.2 Deneme pülverizatörü.....	17
3.1.3 Denemelerde kullanılan meme tipleri	18
3.1.4 Denemelerde kullanılan cihaz ve malzemeler	20
3.1.4.1 Spektrofotometre.....	20
3.1.4.2 Damla çapı ölçme sistemi	21
3.1.4.3 Pülverizatör hava akımı hızı ve meteorolojik verilerin ölçülmesinde kullanılan ölçme cihazı.....	22
3.1.4.4 Hassas terazi ve iz maddesi	22
3.1.4.5 Kalıntı miktarı ve kaplama oranının belirlenmesinde kullanılan örnekleme yüzeyleri	23
3.1.4.6 Deneme alanı	24
3.2 Yöntem	24
3.2.1 Deneme pülverizatörünün işletme karakteristiklerinin belirlenmesi	24
3.2.1.1 Meme verdisi ölçümü.....	24

3.2.1.2 Pülverizatör ilerleme hızının ölçülmesi.....	25
3.2.1.3 İlaç normunun belirlenmesi	26
3.2.1.4 Damla çapının ölçülmesi.....	27
3.2.1.5 Pülverizatör hava akımı hızının ölçülmesi.....	28
3.2.2 Deneme planı ve pülverizatör çalışma koşulları	28
3.2.3 Kalıntı miktarı ve kaplama oranının belirlenmesinde kullanılan örnekleme tekniği	30
3.2.4 Toprağa ve havaya ilaç kayıplarının belirlenmesinde kullanılan örnekleme tekniği	31
3.2.5 Kalıntı miktarı analizlerinin yapılması.....	33
3.2.6 Kalıntı dağılım düzgünlüğünün belirlenmesi	35
3.2.7 İlaç uygulama etkinliğinin belirlenmesi.....	35
3.2.8 Kapsama oranının belirlenmesi	36
3.2.9 İstatistiksel analiz	38
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	39
4.1 Denemeler Sırasında Ölçülen Meteorolojik Veriler	39
4.2 Konvansiyonel ve Düşük Sürüklenmeli Memelerle Çalışmada Pülverizatör Hava Akımı Hızının Ortalama Kalıntı Miktarı ve Dağılımına Etkisi.....	39
4.3 Konvansiyonel ve Düşük Sürüklenmeli Memelerle Çalışmada Pülverizatör İlerleme Hızının Ortalama Kalıntı Miktarı ve Dağılımına Etkisi	46
4.4 Konvansiyonel ve Düşük Sürüklenmeli Memelerle Çalışmada Pülverizatör Hava Akımı Hızına ve İlerleme Hızına Göre Uygulama Etkinliği Sonuçları	51
4.5 Konvansiyonel ve Düşük Sürüklenmeli Memelerle Çalışmada Pülverizatör Hava Akımı Hızının ve İlerleme Hızının Toprağa İlaç (İz Maddesi) Kayıplarına Etkisi.....	55
4.6 Konvansiyonel ve Düşük Sürüklenmeli Memelerle Çalışmada Pülverizatör Hava Akımı Hızının ve İlerleme Hızının Sürüklenmeyle İlaç Kayıplarına Etkisi	62
4.7 Konvansiyonel ve Düşük Sürüklenmeli Memelerle Çalışmada Pülverizatör Hava Akımı Hızının Kapsama Oranına Etkisi	70
4.8 Konvansiyonel ve Düşük Sürüklenmeli Memelerle Çalışmada Pülverizatör İlerleme Hızının Kapsama Oranına Etkisi.....	74
5. SONUÇ.....	78
KAYNAKLAR	85
ÖZGEÇMİŞ.....	93

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

A	Örnekleme yüzeyi (filtre kağıdı) alanı (cm ²)
B	İş genişliği (Sıra arası mesafe) (m)
C	Örneğin konsantrasyonu (ppm)
CV	Varyasyon katsayısı (%)
C _{TR}	Depodaki püskürtme sıvısının konsantrasyonu (mg/L)
D	Ortalama kalıntı miktarı (µg/cm ²)
E	İlaç uygulama etkinliği (%)
F	Ortalama eğim faktörü
g/L	gram/litre
ISO	Uluslararası Standardizasyon Örgütü (International Organization for Standardization)
kHz	Kilohertz
km/h	Kilometre/saat
kW	Kilo Watt
L	İşaretli parsel uzunluğu (m)
L/min	Litre/dakika
LAI	Yaprak alan indeksi (boyutsuz)
N	İlaç normu (L/ha)
L/ha	Litre/hektar
m/s	Metre/saniye
mW	Mega Watt
min ⁻¹	Devir / dakika
Nm	Newtonmetre
n	Örnek sayısı
ng/cm ²	Nanogram/santimetre kare
p	Basınç (bar)
Q	Toplam meme verdisi (L/dak)
RS	Tekdüzelik katsayısı (Relative Span)
S	Spektrofotometrede okunan değer
S _x	Standartsapma
T	İşaretli parseli geçiş süresi (s)
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TYA	Toplam yaprak alanı (cm ²)
V	İlerleme hızı (km/h)
V _s	İz maddesinin yıkanması için kullanılan saf su hacmi (ml)
VMD	Hacimsel orta çap (µ)
YA	Yetiştirme alanı (cm ²)
Mg	Mikrogram
µL/cm ²	Mikrolitre/santimetre kare

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Denemelerde kullanılan traktör	17
Şekil 3.2 Denemelerde kullanılan yardımcı hava akımlı bağ-bahçe pülverizatörü	18
Şekil 3.3 Denemelerde kullanılan konvansiyonel konik hüzmeli Albuz ATR memesi...	19
Şekil 3.4 Denemelerde kullanılan Albuz TVI ISO konik hüzmeli düşük sürüklenmeli (hava girişli) meme	20
Şekil 3.5 Kalıntı analizlerinde kullanılan Shimadzu UV-VIS 1700 spektrofotometre ...	20
Şekil 3.6 Damla çapı ölçümünde kullanılan Malvern Spraytec cihazı	21
Şekil 3.7 Pülverizatör hava hızı ve meteorolojik verilerin ölçülmesinde kullanılan	22
Şekil 3.8 Tartrazine maddesi ve tartımında kullanılan hassas terazi	23
Şekil 3.9 Denemelerde kullanılan suya duyarlı kart ve filtre kâğıtları	24
Şekil 3.10 Örnekleme bölgeleri, 60-120 cm'lik alt bölge (A), 120-180 cm'lik orta bölge (B), 180-240 cm'lik üst bölge (C)	31
Şekil 3.11 Toprağa ve havaya olan ilaç kayıplarının belirlenmesinde kullanılan örnekleme yöntemi	32
Şekil 3.12 Standart serinin konsantrasyonları ile spektrofotometrede okunan değerler arasındaki ilişki.....	34
Şekil 3.13 Görüntüleri bilgisayar ortamına aktarılmış suya duyarlı kartlar.....	37
Şekil 3.14 ImageJ programı başlangıç penceresi	37
Şekil 3.15 Depositscan programıyla analiz edilen suya duyarlı karta ait sonuçları	38
Şekil 4.1 Konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle çalışmada hava akımı hızına bağlı olarak armut ağaçlarında sağlanan uygulama etkinliği sonuçları (İlerleme hızı: 7.4 km/h, Basınç: 10 bar)	51
Şekil 4.2 Konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle çalışmada pülverizatör ilerleme hızına bağlı olarak armut ağaçlarında elde edilen uygulama etkinliği değerleri (Hava akımı hızı: 18 m/s, Basınç: 10 bar).....	53
Şekil 4.3 Konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle çalışmada pülverizatör hava akımı hızına bağlı olarak toprak yüzeyinde ölçülen kalıntı miktarları (İlerleme hızı: 7.4 km/h, Basınç: 10 bar)	56
Şekil 4.4 Konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle çalışmada pülverizatör ilerleme hızına bağlı olarak toprak yüzeyinde ölçülen kalıntı miktarları (Hava akımı hızı: 18 m/s, Basınç: 10 bar).....	58
Şekil 4.5 Konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle çalışmada pülverizatör hava akımı hızına bağlı olarak sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarları (İlerleme hızı: 7.4km/h, Basınç: 10 bar)	62

Şekil 4.6 Konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle çalışmada pülverizatör ilerleme hızına bağlı olarak sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarları (Hava akımı hızı: 18 m/s, Basınç: 10 bar).....	64
Şekil 4.7 Konvansiyonel meme ile çalışmada farklı hava akımı hızlarında sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarlarının örnekleme yüksekliğine göre değişimi (İlerleme hızı: 7.4 km/h, Basınç: 10 bar)	67
Şekil 4.8 Düşük sürüklenmeli meme ile çalışmada farklı hava akımı hızlarında sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarlarının örnekleme yüksekliğine göre değişimi (İlerleme hızı: 7.4 km/h, Basınç: 10 bar).....	67
Şekil 4.9 Konvansiyonel meme ile çalışmada farklı ilerleme hızlarında sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarlarının örnekleme yüksekliğine göre değişimi (Hava akımı hızı: 18 m/s, Basınç: 10 bar).....	69
Şekil 4.10 Düşük sürüklenmeli meme ile çalışmada farklı ilerleme hızlarında sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarlarının örnekleme yüksekliğine göre değişimi (Hava akımı hızı: 18 m/s, Basınç: 10 bar)	70
Şekil 4.11 Konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle hava akımı hızına göre ağaçların farklı bölgelerinde sağlanan kaplama oranları (Hava Akımı Hızı: 7.4 km/h, Basınç: 10 bar)	72
Şekil 4.12 Konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle hava akımı hızına göre armut ağaçlarında sağlanan ortalama kaplama oranları (İlerleme hızı: 7.4 km/h, Basınç: 10 bar).....	73
Şekil 4.13 Konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle ilerleme hızına göre ağaçların farklı bölgelerinde sağlanan kaplama oranları (Hava akımı hızı: 18 m/s, Basınç: 10 bar).....	76
Şekil 4.14 Konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle pülverizatör ilerleme hızına göre armut ağaçlarında sağlanan ortalama kaplama oranları (Hava akımı hızı: 18 m/s, Basınç: 10 bar).....	77

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 Armut üretiminde ilk sıralarda yer alan ülkelerin 2020 yılı armut üretim miktarları (Anonim 2021).....	2
Çizelge 1.2 Dünya armut üretimine ait 2017-2019 verileri (Anonim 2021).....	2
Çizelge 1.3 Ülkemizde bölgelere göre armut üretim miktarları ve üretim oranları (Anonim 2020).....	3
Çizelge 3.1 Denemelerde kullanılan konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerin 10 bar çalışma basıncındaki verdi değerleri	25
Çizelge 3.2 Pülverizatör ilerleme hızı ölçüm sonuçları	26
Çizelge 3.3 Meme verdisi ve ilerleme hızına bağlı ilaçlama normları	27
Çizelge 3.4 Denemelerde kullanılan konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelere ait damla analiz sonuçları (Çalışma basıncı: 10 bar).....	27
Çizelge 3.5 Fan kanat açısı konumuna göre pülverizatör hava akımı hızları	28
Çizelge 3.6 Deneme planı ve pülverizatör çalışma koşulları	29
Çizelge 4.1 Denemeler sırasında ölçülen meteorolojik veriler	39
Çizelge 4.2 Hava akımı hızına bağlı olarak konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle ağaçlar üzerinde sağlanan ortalama kalıntı miktarları ve kalıntı dağılımlarına ait varyasyon katsayıları (İlerleme hızı: 7.4 km/h, Basıncı: 10 bar).....	40
Çizelge 4.3 Pülverizatör hava akımı hızı ve meme tipinin yapraklar üzerinde sağlanan kalıntı miktarına etkilerine ilişkin istatistik değerlendirme sonuçları	41
Çizelge 4.4 Hava akımı hızına bağlı olarak konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle armut ağaçlarının farklı bölgelerinde yaprak üstünde ve yaprak altında sağlanan ortalama kalıntı miktarları ve oranlarına ait sonuçlar (İlerleme hızı: 7.4 km/h, Basıncı: 10 bar)	43
Çizelge 4.5 İlerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak ağaçlar üzerinde sağlanan ortalama kalıntı miktarları ve kalıntı dağılımlarına ait varyasyon katsayıları (Hava akımı hızı: 18 m/s, Basıncı: 10 bar)	46
Çizelge 4.6 Pülverizatör ilerleme hızı ve meme tipinin yapraklar üzerinde sağlanan kalıntı miktarına etkilerine ilişkin istatistik değerlendirme sonuçları.....	47
Çizelge 4.7 İlerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak armut ağaçlarının farklı bölgelerinde yaprak üstünde ve yaprak altında sağlanan ortalama kalıntı miktarları ve oranları (Hava akımı hızı: 18 m/s, Basıncı: 10 bar)	49
Çizelge 4.8 Pülverizatör hava akımı hızı ve meme tipinin uygulama etkinliği üzerine etkilerine ilişkin istatistik değerlendirme sonuçları	53
Çizelge 4.9 Pülverizatör ilerleme hızı ve meme tipinin uygulama etkinliği üzerine etkilerine ilişkin istatistik değerlendirme sonuçları	55
Çizelge 4.10 Hava akımı hızı ve püskürtme memesi tipinin toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarlarına etkilerine ilişkin istatistik değerlendirme sonuçları	56

Çizelge 4.11 İlerleme hızı ve püskürtme memesi tipinin toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarlarına etkilerine ilişkin istatistik değerlendirme sonuçları	59
Çizelge 4.12 Konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle çalışmada hava akımı hızına göre toprak üzerinde farklı örnekleme noktalarında ölçülen kalıntı miktarları (İlerleme hızı: 7.4 km/h, Basınç 10 bar)	60
Çizelge 4.13 Konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle çalışmada ilerleme hızına göre toprak üzerinde farklı örnekleme noktalarında ölçülen kalıntı miktarları (Hava akımı hızı: 18 m/s, Basınç 10 bar)	61
Çizelge 4.14 İlerleme hızının havaya sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarına etkisine ilişkin istatistik değerlendirme sonuçları	65
Çizelge 4.15 Konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle çalışmada farklı hava akımı hızlarında sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarlarının örnekleme yüksekliğine göre değişimi (İlerleme hızı: 7.4 km/h, Basınç: 10 bar).....	66
Çizelge 4.16 Konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle çalışmada farklı ilerleme hızlarında sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarlarının örnekleme yüksekliğine göre değişimi	68
Çizelge 4.17 Konvansiyonel memelerle çalışmada farklı hava akımı hızlarında armut ağaçlarında sağlanan kaplama oranları (%) (İlerleme hızı: 7.4 km/h, Basınç: 10 bar)	71
Çizelge 4.18 Düşük sürüklenmeli memelerle çalışmada farklı hava akımı hızlarında armut ağaçlarında sağlanan kaplama oranları (%) (İlerleme hızı: 7.4 km/h, Basınç: 10 bar)	71
Çizelge 4.19 Hava akımı hızıxpüskürtme memesi interaksiyonunun kaplama oranına etkisine ilişkin istatistik değerlendirme sonuçları.....	74
Çizelge 4.20 Konvansiyonel memelerle üç farklı pülverizatör ilerleme hızında çalışmada armut ağaçlarında sağlanan kaplama oranları (%) (Hava akımı hızı: 18 m/s, Basınç: 10 bar)	74
Çizelge 4.21 Düşük sürüklenmeli memelerle 3 farklı pülverizatör ilerleme hızında çalışmada armut ağaçlarında sağlanan kaplama oranları (%) (Hava akımı hızı: 18 m/s, Basınç: 10 bar)	75
Çizelge 4.22 İlerleme hızı ve meme tipi faktörlerinin kaplama oranına etkisine ilişkin istatistik değerlendirme sonuçları	77

1. GİRİŞ

1.1 Dünyada ve Ülkemizde Armut Üretim Durumu

Türkiye, dünyadaki coğrafi konumu itibariyle genellikle bütün meyve türlerinin yetişebilmesi için elverişli bir iklim kuşağı içerisinde olup, çoğu meyve türlerinin doğuş yeri itibarıyla ana vatanı konumunda bulunmaktadır. (Gül ve Akpınar 2006).

İklim kuşaklarından ılıman iklim kuşağında bulunan ülkemiz, bahçe meyve türlerindeki çeşitliliği bakımından dünyada ön sıralarda yer almaktadır. Üretilen yumuşak iki çekirdekli meyvelerden ayva, armut ve elmanın üretiminde neredeyse bütün bölgelerimizde yapılmaktadır (Büyükyılmaz 1993). Meyve türlerinden birisi olan armut, bugün Dünya’da elma yetiştiriciliğinin yapıldığı birçok yerde yetişmektedir. Ancak armutun, kültür elmalarına göre soğuğa dayanıklılık seviyesi az olduğu için, yetiştirme alanı kuzey yarımkürede ancak 55. enlem derecesine kadar ulaşabilmektedir (Anonim 2021b). Buna karşılık, yüksek sıcaklık ile kuraklığa elmadan daha toleranslı olduğundan, elmanın yetişmediği sıcak bölgelerde de yetişebildiği görülmektedir (Doğer ve Armağan 2014).

Armut Rosales takımının, Rosaceae ailesinin, Pomoideae alt familyasının Pyrus türüne aittir. Armut, üzüm ile elmadan sonra önde gelen ılıman iklim meyvesidir (Bao vd. 2008). Günümüzde dünyada yetiştirilen armut çeşidi sayısının beşyüzün üzerinde olduğu düşünülmektedir (Büyükyılmaz 1993).

Tarım ürünleri piyasalarından dünya armut verilerine bakıldığında, Çin 2020 yılında 539 bin ton ihracat gerçekleştirerek dünyada ilk sırada yer almıştır. Çin’i 373 bin ton ihracat ile Hindistan izlemiştir. Üretimde 17 milyon tonla Çin birinci iken, 661 bin ton ile ABD ikinci, 595 bin ton ile Arjantin üçüncü, 531 bin ton ile Türkiye dördüncü sıradadır. Hindistan ve İtalya üretim alanlarında ilk sırada yer almasına karşın, ABD’de verimin yüksek olması üretimi arttırmıştır. 2020 yılında gerçekleşen ihracatta ilk üç ülke toplam ihracatın %46.9’unu gerçekleştirmiştir (Anonim 2021). Türkiye’nin içinde bulunduğu belli armut üreticisi ülkelerin 2020 yılı üretim miktarları Çizelge 1.1’de verilmiştir.

Çizelge 1.1 Armut üretiminde ilk sıralarda yer alan ülkelerin 2020 yılı armut üretim miktarları (Anonim 2021)

Ülke	Üretim miktarı(ton)
Çin	17.000.000
ABD	661.000
Arjantin	595.000
Türkiye	531.000

Son araştırmalara göre dünyada 1.750.000 hektar alanda armut yetiştirilmekte olup üretim 23 milyon ton seviyelerindedir (Seçkin 2021). Tarım ürünleri piyasalarına göre dünyada armut üretim, verim, ithalat ve ihracatına ait 2017-2019 yılı verileri Çizelge 1.2’de gösterilmiştir (Anonim 2021).

Çizelge 1.2 Dünya armut üretimine ait 2017-2019 verileri (Anonim 2021)

Yıl	2017	2018	2019
Alan (bin/ha)	1.358	1.388	1.385
Verim (ton/ha)	14.5	17.4	14.5
Üretim	23.948	23.842	24.010
İthalat	2.630	2.517	2.523
İhracat	2.735	3.564	2.674

Armut yetiştiriciliğinde kalitenin ve verimin artırılmasında; toprak ve iklim koşullarının uygun olması, tüm uygulamaların doğru yöntemler ve tekniklerle zamanında yerine getirilmesi önemli bir etkindir. Ayrıca, doğru ve zamanında yapılan ilaçlama uygulamaları, üretim miktarı ile ürün kalitesinin artırılmasında oldukça önemli bir etkiye sahiptir.

Türkiye’de armut üretimi eskiden yalnızca üretildiği bölgedeki ihtiyacı karşılamak amacıyla yapılmaktaydı. Ancak günümüzde armut meyvesi diğer bölgelerinde ihtiyacını karşılamaya yönelik yetiştirilmektedir. Son yıllarda özellikle Ege, Marmara, Akdeniz ve Batı Anadolu’da armut bahçelerinin sayısında önemli bir artış olmuştur (Akçay ve

Yücer 2008). Ülkemizde bölgelere göre 2020 yılı armut üretim miktarı ve üretim oranı Çizelge 1.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 1. 3 Ülkemizde bölgelere göre armut üretim miktarları ve üretim oranları (Anonim 2020)

Bölgeler	Üretim(ton)		Oran (%)
Marmara	274.762		50.36
Akdeniz	95.233		17.50
Karadeniz	58.069		10.60
Ege	38.822		7.11
İç Anadolu	36.036		6.60
Güneydoğu Anadolu	11.105		5.30

İl bazından bakıldığında, armut üretiminde Bursa ili ilk sırada yer alırken, Antalya ikinci, Elazığ üçüncü sırada yer almaktadır. Bu üç il üretim alanının %54' üne sahiptir. Türkiye 2020 yılı armut üretim miktarı toplam 545.600 ton olup, Bursa 223 bin tonla ilk sırada yer alırken, Antalya 66.200 ton ile ikinci, Çanakkale 13.600 ton ile üçüncü sıradadır. Bu üç il üretimin %54,6'sını karşılamaktadır. TÜİK bitkisel üretim tahminine göre 2021 yılı üretim miktarı 550 bin ton olarak açıklanmıştır (Anonim 2021).

1.2 Ülkemizde Armut Yetiştiriciliği ve Sorunları

Ülkemiz, konumu ve iklim şartları açısından dünyanın önde gelen armut üreticisi ülkelerindendir. Ancak, ağaç başına düşen verim açısından bakıldığında hedeflenen düzeyde değildir. Birçok araştırmacı, üretilen armut kalitesinin ve verimin düşük olduğunu vurgulamışlardır (Öztürk vd. 1996, Büyükyılmaz 1993).

Armut yetiştiriciliğine bakıldığı zaman çoğunlukla dağınık haldeki yabani armutlara aşılansarak yetiştirildiği görülmektedir (Seçkin 2021). Armut bahçelerindeki ve üretimindeki bazı aksaklıklar istenilen verimin alınmasına engel olmaktadır. Bunun yanında ilaçlama ve bakım hizmetlerinin yeterli yapılmaması bitkilerin sağlıklı gelişememeleri, yeterli ve verimli ürün elde edememeye neden olmaktadır (Butar 2014).

Armut üretim alanlarında yüksek verimlilikle birlikte kalitenin artırılarak tüketici ihtiyaçlarının karşılanması için diğer faktörler yanında kullanılan ilaç çeşidi ile ilaçlama yöntemlerinin doğru seçilmesi ve uygulanması gerekmektedir.

Üretilen her meyvenin yetiştiriciliğinde anaç seçiminin önemi büyüktür. Meyve bahçelerinde yapılan modern yetiştiricilik, yetiştirme sistemlerinde ve meyve ağaçlarının seçiminde değişiklik yapılmasını zorunlu kılmıştır. Bu kapsamda bodur anaçların kullanılmasıyla meyve ağaçları geniş mesafeler yerine daha dar aralıklarla dikilebilmektedir. Bu şekilde, hem birim alandaki ağaç sayısı artmakta hem de daha iyi ilaçlama uygulamaları yapılmaktadır (Kesik 2021).

Bodur ağaçlar diğer ağaç türlerine göre daha erken verime başlamaktadır. Bitkinin bölümlerinden olan taç kısmının ışığı daha iyi almasıyla meyve kalitesi yükselmekte ve üretimde verimlilik artmaktadır. Bunların yanında ağaçların gelişme özelliklerinin sınırlanması ve taç sisteminin küçülmesiyle budama ve ilaçlama uygulamalarının maliyeti düşük olmaktadır. Ayrıca bodur ağaçlarda budama, hasat gibi işler daha kolay ve maliyeti düşük yapılabilir hale gelmektedir (Kesik 2021).

Meyve yetiştiriciliğinde sağlıklı ve verimli üretim için ilk adım doğru fidan seçimidir. Fidanların boyu, gövde kalınlığı, dal sayısı, dalların kalınlığı ve uzunluğu, gövde ile yaptıkları açılar fidan kalitesini belirleyen etmenlerdendir. Modern tarım üretiminde dikimden hemen sonra zaman kaybetmeden ağaçların ürün vermeye başlaması hedeflenmektedir. Bu sebeple aşıyla çoğaltılan türlerden bodur ağaçların fidanlıklarda dallandırılmış, dal sayısı yeterli ve gövdeyle yaptığı açının düzenli yapılması üretimdeki verimin artırılmasında önemlidir (Necas vd. 2020).

Armutta; en önemli hastalıklar olarak ateş yanıklığı, külleme, kara leke ve memeli pas görülmektedir. Armut üretiminde, bu hastalık ve zararlılarla mücadele edebilmek için üretim sezonu boyunca farklı zamanlarda ilaç uygulamaları yapılmaktadır. Bu ilaç uygulamalarının uygun şekilde yapılmaması ve etkinliğinin düşük olması durumunda çeşitli hastalık ve mikroorganizmalar nedeniyle ürün kayıplarıyla birlikte ürün kalitesinde düşüşler yaşanmaktadır.

Tarımda hastalık, zararlı ve yabancı otlarla mücadelede dünyada ve ülkemizde kimyasal mücadele en fazla tercih edilen bir yöntemdir. Kimyasal mücadelede tarım ilaçları (pestisit) kullanılmaktadır (Turgut 2021). Türkiye’de kimyasal mücadele için kullanılan ilaç miktarı (pestisit) her geçen gün artmaktadır. Hastalık, zararlı ve yabancı otlar yüzünden ürün kayıplarının önlenmesinde pestisitler önemli bir etkindir. Ancak kimyasal mücadelede kullanılan pestisitlerin çevreyi, insan sağlığını ve doğal dengeyi olumsuz yönde etkilemesiyle birlikte artan üretim maliyetleri nedeniyle pestisitler daha hassas, dikkatli ve en az ilaç kaybı olacak şekilde uygulanmalıdır (Dursun 2000). Pestisit uygulamalarında yapılan çalışma sırasında etken maddenin yüzeye tutunması, homojen şekilde dağılması ve sürüklenme düzeyinin minimum seviyeye indirilmesiyle önerilen dozda maksimum biyolojik etkinliğin sağlanması amaçlanmaktadır (Turgut 2021). Bu nedenle kullanılan pülverizatörlerin tasarım özellikleri ve işletme parametreleri tarımsal mücadelenin başarısını etkilemektedir (Dursun 2000).

1.3 Ülkemizde Meyve Bahçelerinde Pestisit Uygulamaları

Meyve bahçelerinde ilaç uygulamalarında en fazla yardımcı hava akımlı pülverizatörler kullanılmaktadır (Matthews vd. 2014). Bu tip pülverizatörlerde, ilaç uygulama normları 200-5000 L/ha arasında değişebilmektedir. Dünyada 1950 yılından sonra hastalık ve zararlılarla mücadelede hem yüksek hem de düşük hacimlerde uygulama yapabilen hava akımlı pülverizatörler kullanılmaya başlanmıştır (Derksen ve Gary 1995). Standart tip hidrolik pülverizatörler kullanılarak püskürtme tabancası ile ilaçlama etkili olmakla birlikte özellikle akma yoluyla oluşan yüksek seviyede ilaç kayıpları nedeniyle hem çevre kirliliği hem de ilaçlama maliyeti artmaktadır (Ayder vd. 2010).

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de meyve bahçelerine ilaç uygulamalarında yaygın olarak kullanılan yardımcı hava akımlı pülverizatörler, aksiyal fanlı ve yarım daire şeklinde bir püskürtme borusuna sahiptirler. Bu pülverizatörlerde genellikle yüksek debi sağlayan büyük ölçülü memeler bulunmakta ve yüksek ilaç uygulama normları kullanılarak ilaçlamalar yapılmaktadır. Bu tip yüksek ilaç normlarında ise yukarıda açıklandığı gibi damla çapları büyük olduğu için hem akma yoluyla oluşan ilaç kayıpları yüksek seviyelere ulaşmakta, hem de ilacın bitki yüzeylerinde dağılımı kötüleşmektedir.

Yardımcı hava akımlı pülverizatörlerle yapılan uygulamalarda belli başlı problemlere rastlanmaktadır. Problemlerden birisi vejetasyonun tamamının ilaçla kaplanmasının tam olarak sağlanamamasıdır (Aydar vd. 2010). Yardımcı hava akımlı pülverizatörlerle çalışmada bitki geometrisine ve gelişme durumuna göre ilaç normuna karar verilmekte ve buna bağlı olarak meme tipi, meme büyüklüğü, ilerleme hızı, pülverizatör hava akımı hızı ve debisi, memelerin konumu gibi çalışma parametrelerinin doğru seçilmesi önemli bir etkidir. Bu parametrelerin uygun seçilmediği durumlarda ilaç kayıpları artmakta, pülverizatörden püskürtülen ilacın bitki üzerinde dağılımı kötüleşmekte ve uygulama etkinliği azalmaktadır (Çilingir ve Dursun 2018).

İlaç sürüklenmesi ve toprağa akma ile oluşacak ilaç kayıpların minimuma indirilmesi oldukça önemlidir. Az miktarda ilaç kullanılarak hedef yüzeylerde yeterli kaplama oranı ve düzgün dağılımın elde edilmesi, uygulamanın etkinliği ve dolayısıyla ilaç kayıplarının önlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır (Walklate vd. 1996, Salyani 2000). Farklı ilaç uygulama normlarını sağlayabilmek için meme tipi ve büyüklüğü, çalışma basıncı ve ilerleme hızı gibi işletme parametrelerinde değişiklikler yapılmaktadır. Bu parametrelerin kombinasyonları kullanılarak istenen ilaç uygulama normları elde edilebilmektedir. Belirli bir uygulama normu için ilacın hedefte tutunma etkinliği, pülverizatör işletme parametrelerinin farklı kombinasyonları için önemli değişiklikler göstermektedir (Salyani 2000).

Genellikle küçük debili memeler veya yüksek çalışma basınçları, düşük çalışma basınçlarında kullanılan büyük debili memelere göre sürüklenme eğilimi daha fazla olan küçük çaplı damlalar oluştururlar (Salyani ve Cromwell 1992, Salyani ve Hoffman 1996). Diğer yandan, büyük çaplı damlacıklar ise yaprak üzerinde tutunamayarak kolayca toprağa düşmektedir. Ayrıca, büyük çaplı damlaların hedef bitki yüzeylerinde dağılım düzgünlüğü küçük çaplı damlalara göre daha kötü olduğu için biyolojik etkinlik daha düşük olmaktadır (Çilingir ve Dursun 2018).

Bu nedenlerle ülkemizde bağ-bahçe ilaçlamalarında yaygın olarak kullanılan geleneksel tip aksiyal fanlı yardımcı hava akımlı pülverizatörün farklı çalışma koşullarında sağladığı ilaç uygulama etkinliğinin araştırılması oldukça önemlidir.

İlaç uygulamalarında sürüklenmenin önlenmesi ve pestisit kayıplarının en aza indirilmesi çevre kirliliğinin azaltılması ve ilaçlama maliyetinin düşürülmesi açısından oldukça önemlidir. Bu nedenle düşük sürüklenme sağlayan hava emişli meme tiplerinin ilaçlama uygulamalarında kullanımı her geçen gün artmaktadır. Konik veya yelpaze hüzmeye oluşturabilen bu meme tiplerinde sıvı ilaç memeden çıkmadan önce meme içine emilen hava ile karışmaktadır. Bu şekilde pülverizasyonda damla çapı büyümekte ve ilacın rüzgârla sürüklenmesi önemli derecede azaltılabilmektedir (Çilingir ve Dursun 2018).

Meyve ağaçlarına ilaç uygulamalarında pülverizatör tiplerinin ve çalışma koşullarının etkilerini araştırmak amacıyla çok sayıda araştırma yürütülmüştür (Hogmire ve Peterson 1997, Derksen ve Gray 1995, Doruchowski vd. 1996, Duga vd. 2015, Holownicki vd. 2000, Balsari vd. 2002, Svensson 2003, Escola vd. 2006). Bu araştırmaların temel amacı, pestisit uygulama etkinliğinin artırılmasıdır. Pestisit uygulama etkinliğinin artması; püskürtülen ilacın hedef üzerinde tutunan kısmının artması ve hedef üzerinde daha düzgün dağılması, toprağa ve havaya ilaç kayıplarının azaltılması, böylece hem çevre kirliliğinin azaltılması hem de ilaçlama maliyetinin düşürülmesi anlamına gelmektedir.

1.4 Yapılan Çalışmanın Amacı

Bu tez çalışmasının amacı, konvansiyonel aksiyal fanlı yardımcı hava akımlı bir bahçe pülverizatörü ile armut ağaçlarına ilaç uygulamalarında ağaçlar üzerinde toplanan ilaç kalıntı miktarını artıran, dağılım düzgünlüğünü iyileştiren, sürüklenme ve akma yoluyla oluşan ilaç kayıplarını azaltan ve böylece pülverizatörün ilaç uygulama etkinliğini artıran çalışma koşullarının belirlenmesidir. Bu amaca ulaşılması, insan sağlığı ve çevrenin korunması yanı sıra ilaçlama maliyetlerinin azaltılması bakımından oldukça önemlidir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Derksen ve Gray (1995), yaptıkları çalışmada hava akımlı pülverizatör kullanarak yaprak yüzeyinde toplanan ilaç kalıntı miktarını tespit etmişlerdir. Çalışma sonunda hava akımı hızı ile yaprak yüzeyindeki kalıntı miktarı arasında bir korelasyon bulunmadığını bildirmişlerdir.

Doruchowski vd. (1996), meyve bahçelerinde yaptıkları çalışmada çapraz akışlı fana sahip bir pülverizatör ve konvansiyonel aksiyal fanlı bir pülverizatör kullanarak iki pülverizatörün etkinliğini karşılaştırmışlardır. Çalışma kapsamında; pülverizatör tipi, fanın yönlendirilmesi, uygulama hacmi ve hava hızının yaprak yüzeylerinde toplanan ilaç kalıntı miktarına etkilerini değerlendirmişlerdir. Araştırma sonucunda, deneysel çapraz akışlı fana sahip pülverizatörün konvansiyonel aksiyal fanlı pülverizatöre göre ilaç uygulama etkinliğinin daha yüksek olduğunu, püskürtme hacminin ve hava hızının iyi ayarlanması durumunda ilaçlama etkinliğinin daha da artabileceğini belirlemişlerdir.

Holownicki vd. (2000), aksiyal fanlı yardımcı hava akımlı bir pülverizatörle bodur ve yarı bodur elma ağaçları üzerinde yaptıkları çalışmada ATR konik hüzmeli meme kullanılarak yapraklar üzerinde toplanan kalıntı miktarı ve oluşan ilaç kayıplarını (havaya ve yere) araştırmışlardır. Araştırmacılar, yere olan kayıpların havaya olan kayıplarıniki katından daha fazla olduğunu, pülverizatör hava akımının geleneksel olarak yönlendirildiği koşulda bodur elmaların alt kısımlarındaki kalıntı miktarının 72.8 ng/cm^2 , ortalama kalıntı miktarının ise 171.6 ng/cm^2 olduğunu açıklamışlardır. Araştırmacılar, yere sürüklenen kalıntı miktarını 72.1 ng/cm^2 , havaya sürüklenen ortalama kalıntı miktarını 44.6 ng/cm^2 olarak ölçmüşler ve püskürtülen sıvı ilacın %71,4'nün kaybolduğunu açıklamışlardır.

Cross vd. (2001), yarı bodur ve bodur elma ağaçlarında damla çapının ilaç sürüklenmesine ve kalıntı miktarına olan etkilerini incelemişlerdir. Bu çalışma kapsamında çok ince (VMD=156 μm), ince (VMD=198 μm) ve orta (VMD=237 μm) büyüklükteki damlalarla denemeler yapmışlardır. Çalışma sonunda çok ince yani çok küçük çaplı damlaların diğer damlalara göre yapraklar üzerinde daha az ilaç

kalıntısı oluşturduğunu belirlemişlerdir. Damla çapı ile ilaç kalıntı dağılımı arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli olmadığını belirtmişlerdir. Ayrıca, çok ince ve ince damlacıklarla oluşan ilaç sürüklenmesinin orta büyüklükteki damlalara göre daha fazla olduğunu vurgulamışlardır.

Güler (2002), bilinçsiz ve kontrolsüz ilaç uygulamalarının çevre kirliliği ve sağlık sorunlarını beraberinde getirdiğini, pestisitlerin toprağa karışarak hedef dışındaki organizmalara da zarar verdiğini bildirmiştir. Ayrıca, yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının kirlenmesiyle canlıların zarar gördüğünü, ekolojik dengenin bozulmasının geri dönüşü mümkün olmayan etkiler ortaya çıkardığını vurgulamıştır.

Knewitz vd. (2002), hava girişli memelerle yaptığı denemelerde 100 µm'den daha küçük çaplı damlalar tarafından oluşturulan ilaç hacminin az olması nedeniyle sürüklenme miktarının düşük olduğunu vurgulamışlardır. Konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle 10 bar basınçta yapılan denemelerde, 100 µm'den daha küçük çaplı damlaların oranının konvansiyonel ATR memesinde %17, düşük sürüklenmeli TD, ID ve DG memelerinde ise %2-3 civarında olduğunu açıklamışlardır.

Planas vd. (2002), üç farklı pülverizatörle elma ağaçları ve bağlarda denemeler yaparak ilaç kayıpları, ilaç kalıntı miktarı ve biyolojik etkinlik açısından karşılaştırmışlardır. Denemelerde kullanılan pülverizatörlerden biri yardımcı hava akımlı geri dönüşümlü tünel pülverizatör ve iki adedi ise yardımcı hava akımlı aksiyal fanlı tünel pülverizatördür. Çalışma sonucunda, yardımcı hava akımlı geri dönüşümlü tünel pülverizatörüyle ilaç sürüklenmesinin oluşmadığı ve toprağa ilaç kayıplarının ise çok az olduğu açıklanmıştır.

Landers ve Farooq (2004b), yardımcı hava akımlı bir pülverizatörle elma bahçesinde yaptıkları çalışmada fan devrine göre oluşan damlaların çaplarını ve sağlanan kaplama oranlarını belirlemişlerdir. Fan devrinin 2076 min⁻¹ olduğu durumda ortalama kaplama oranını %36,1, fan devrinin 1557 min⁻¹ olduğu durumda ise %27,5 olarak bulmuşlardır. Çalışma sonunda, fan devrinin %25 düşmesiyle damla çapının %31 oranında büyüdüğünü, buna karşın kaplama oranlarının düştüğünü belirtmişlerdir.

Zhu vd. (2005), konvansiyonel ve düşük sürüklenme sağlayan hava girişli meme ile sürüklenme önleyici madde kullanarak yaptıkları denemelerde havaya sürüklenen ve toprak üzerinde toplanan ilaç kalıntı miktarlarını karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir. Düşük sürüklenmeli ve konvansiyonel memelere ait $D_{v.5}$ değerini sırasıyla 407 m ve 202 μ molarak belirlemişlerdir. Havaya sürüklenen ilaç kalıntı miktarı memeden itibaren 15 m uzaklıkta ve 3 farklı yükseklikte ölçülmüştür. Düşük sürüklenmeli meme ile 0.91 m, 1.83 m ve 3.05 m yüksekliklerde ölçülen kalıntı miktarlarının sırasıyla $0.263 \mu\text{L}/\text{cm}^2$, $0.174 \mu\text{L}/\text{cm}^2$ ve $0.066 \mu\text{L}/\text{cm}^2$ olduğunu bu değerlerin konvansiyonel meme için sırasıyla $0.418 \mu\text{L}/\text{cm}^2$, $0.389 \mu\text{L}/\text{cm}^2$ ve $0.359 \mu\text{L}/\text{cm}^2$ olduğunu açıklamışlardır. İlaçlamanın yapıldığı yere 7,5 m uzaklıkta toprak üzerinde toplanan kalıntı miktarının konvansiyonel memede $0.68 \mu\text{L}/\text{cm}^2$, düşük sürüklenmeli memede $0.34 \mu\text{L}/\text{cm}^2$ olduğunu bu değerlerin 15 m uzaklıktaki ölçüm noktasında sırasıyla $0.11 \mu\text{L}/\text{cm}^2$ ve $0.29 \mu\text{L}/\text{cm}^2$ olduğunu, düşük sürüklenmeli memenin toprağa olan ilaç kayıplarını azalttığını vurgulamışlardır.

Sehsah (2007), elma ağaçları üzerinde toplanan ilaç kalıntı miktarı ve toprağa olan ilaç kayıplarınameme tipinin ve ilerleme hızının etkilerini incelemiştir. Denemelerde, aksiyal fanlı yardımcı hava akımlı bir pülverizatör ile konvansiyonel ATR 208 ve düşük sürüklenmeli AVI80015 memelerini kullanmıştır. Çalışma kapsamında 3 farklı ilerleme hızında (6, 9 ve 12 km/h) denemeler yapılmıştır. Toprağa olan ilaç kayıplarının belirlenmesi için ağaçların sıra aralarına ve alt kısımlarına örnekleme yüzeyleri yerleştirilmiştir. Araştırma sonunda, her üç ilerleme hızında dadüşük sürüklenmeli memenin konvansiyonel memeye göre daha fazla sürüklenme oluşturduğunu, ilerleme hızının artmasıyla hem konvansiyonel memede hem de düşük sürüklenmeli memedetopraküzerinde toplanan kalıntı miktarının azaldığını bildirmiştir. Düşük sürüklenmeli memenin konvansiyonel memeye göre daha az sürüklenme oluşturduğunu, ilerleme hızının artmasıyla her iki meme tipinde de elma ağaçları üzerinde sağlanan kalıntı miktarının arttığını vurgulamıştır.

Landers (2008), yardımcı hava akımlı pülverizatörle yaptığı çalışmada ilaç uygulama etkinliği ve ilaç kayıplarını belirlemiştir. Araştırmacı ilaç uygulama etkinliğinin %55 olduğunu, geriye kalan %45' lik kısmın ise yere ve havaya sürüklendiğini açıklamıştır. Oluşan ilaç kayıplarının ağaçların gelişme dönemine bağlı olarak değiştiğini belirterek

buharlaşma kayıplarının %4-6, havaya sürüklenmenin %10-15 ve yere sürüklenmenin %30-50 arasında olduğunu açıklamıştır.

Loquet vd. (2009), konik hüzmeli konvansiyonel ATR ve düşük sürüklenmeli TVI memeleriyle elma ağaçları üzerinde yaptığı çalışmada tartazin iz maddesi kullanarak kanopideki kalıntı dağılımını belirlemeye çalışmışlardır. Araştırmacılar, düşük sürüklenmeli meme ile ağaç üzerinde toplanan kalıntı miktarının daha fazla olduğunu, ayrıca kalıntı dağılımının konvansiyonel memeye kıyasla iki kat daha düzgün olduğunu bildirmişlerdir.

Michielsen vd. (2009), elma ağaçları henüz uyanmamışken konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle ilaç uygulamaları yaparak yere olan sürüklenme kalıntılarını ölçmüşlerdir. Denemelerde referans meme olarak konvansiyonel Albuz lilak meme tipi kullanılmış, düşük sürüklenmeli olarak ise 4 farklı meme (Teejet DG8002, Albuz AVI 80015, Lechler ID9001 ve Albuz TVI 80025) değerlendirmeye alınmıştır. Memeler sınıflandırılırken son elma sırasından itibaren 25 m mesafede oluşturdukları kalıntı miktarları dikkate alınmıştır. Araştırmacılar, Teejet DG memesiyle sürüklenmenin %50 azaltıldığını, Albuz AVI memesiyle %75, Lechler ID memesiyle %90 ve Albuz TVI memesiyle %95 oranında azaltıldığını belirtmişlerdir.

Salyani vd. (2009), yaptıkları çalışmada 5 farklı hava akımlı pülverizatörle turunçgil ilaçlaması yaparak havaya sürüklenme potansiyelini belirlemişlerdir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, düşük normlarda havaya sürüklenen kalıntı miktarının yüksek normlara göre daha fazla olduğunu ve aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu açıklamışlardır. Araştırmacılar, yüksek ilerleme hızında havaya sürüklenme potansiyelinin düşük ilerleme hızına göre daha fazla olduğunu, fakat ilerleme hızına göre havaya sürüklenme potansiyelleri arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını bildirmişlerdir. Ayrıca, küçük delik çaplı memelerin, büyük delik çaplı memelere göre sürüklenme yoluyla oluşturduğu ilaç kaybının daha fazla olduğunu ve turunçgillerde havaya sürüklenme potansiyelinin %8'den az olduğunu bildirmişlerdir.

Stallinga vd. (2009), konvansiyonel yelpaze hüzmeli TeeJet XR80015 ve düşük sürüklenmeli Lechler ID90015 memelerini kullanarak ince ve uzun yapılı ağaçlara ilaç uygulamaları yapmışlar ve yere olan sürüklenmeyi ölçmüşlerdir. Çalışma sonucunda, ilaçlanan son ağaç sırasından itibaren 5-9 m arasındaki mesafelerde yere sürüklenen kalıntı miktarının konvansiyonel memeye göre düşük sürüklenmeli meme ile %96 oranında azaldığını belirtmişlerdir.

Tamagnone vd. (2009), geliştirdikleri bir pülverizatörle iki farklı şeftali bahçesinde altı farklı hava hızı ve dört farklı ilerleme hızında çalışmalar yapmışlardır. Yüksekliği 2,8 m, yaprak alan indeksi (LAI) 0.9 olan küçük ağaçlarda hedef üzerinde en iyi kalıntı miktarını sağlayan optimum hava hızının 6-10 m/s arasında olduğunu, yüksekliği 4 m ve yaprak alan indeksi (LAI) 1.6 olan ağaçlarda ise optimum hava hızının ise 15 m/s olduğunu belirtmişlerdir.

Wenneker vd. (2009b), yaptıkları çalışmada aksiyal ve radyal fanlı pülverizatörlerde konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memeleri kullanarak hem yere ve hem de havaya sürüklenen kalıntı miktarlarını karşılaştırmışlardır. İlaçlamalar, elmanın iki farklı gelişme döneminde (erken gelişime ve tam gelişme) gerçekleştirilmiştir. Radyal fanlı pülverizatörde konvansiyonel meme olarak konik hüzmeli Albuz ATR lilak, aksiyal fanlı pülverizatörde konik hüzmeli ATR sarı meme kullanılmıştır. Her iki pülverizatörde kullanılan düşük sürüklenmeli meme ise yelpaze hüzmeli Lechler ID 90-015C memesidir. Denemeler sırasında ölçülen rüzgâr hızı 2.1-3,8 m/s arasında değişmiştir. Sonuçta, aksiyal ve radyal fanlı pülverizatörlerde konvansiyonel memelerle yere sürüklenen kalıntı miktarının son elma sırasından uzaklaştıkça azaldığı bildirilmiştir. Düşük sürüklenmeli memelerle çalışmada son elma sırasından itibaren kısa bir mesafede yere sürüklenen kalıntı miktarının yüksek olduğunu, bu durumun yere ulaşan kaba yapılı yani büyük çaplı damlalardan kaynaklanabileceği, fakat mesafenin artmasıyla sürüklenen kalıntı miktarının belirgin şekilde azaldığı açıklanmıştır. Radyal fanlı pülverizatörle çalışmada konvansiyonel meme ile yerden itibaren 1 m yükseklikte havaya sürüklenen kalıntı miktarının, aksiyal fanlı pülverizatöre göre daha yüksek olduğu, ancak her iki pülverizatörde düşük sürüklenmeli meme kullanıldığında havaya sürüklenen kalıntı miktarınınönemli ölçüde azaldığı ifade edilmiştir. Tam gelişme döneminde, radyal fanlı

pülverizatörde düşük sürüklenmeli memenin aksiyal fanlı pülverizatöre göre yere daha az sürüklenme oluşturduğu, radyal fanlı pülverizatör ve konvansiyonel memekombinasyonunun, aksiyal fanlı ve düşük sürüklenmeli meme kombinasyonuna göre havaya sürüklenme açısından daha fazla sürüklenmeye neden olduğu bildirilmiştir.

Jamar vd. (2010), konvansiyonel yardımcı hava akımlı aksiyal fanlı ve tünel pülverizatörleriyle bodur elma bahçesinde yaptıkları çalışmada ağaçlar üzerinde toplanan ilaç kalıntı miktarını ve kaplama oranlarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Pülverizatörde konvansiyonel konik hüzmeli Albuz ATR 80 sarı meme ve düşük sürüklenme sağlayan hava girişli Albuz TVI 80015 yeşil memelerini kullanmışlardır. Denemelerde; pülverizatör ilerleme hızı 6,6 km/h, çalışma basıncı konvansiyonel meme için 10.5 bar, hava girişli meme için 12 bar, ilaç normu 350 L/ha, ortalama damla çapı konvansiyonel Albuz ATR meme için 78 μm , düşük sürüklenme sağlayan Albuz TVI için 507 μm olarak verilmiştir. Çalışma sonunda elma ağaçları üzerinde sağlanan kalıntı miktarının Albuz ATR memesinde 0.66 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, Albuz TVI memesinde ise 0.92 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ olduğunu, kaplama oranı değerlerinin ise Albuz ATR ve Albuz TVI memeleri için sırasıyla %44,9 ve %33,7 olarak bulunduğunu açıklamışlardır. Yere sürüklenen kalıntı miktarının konvansiyonel Albuz ATR ve düşük sürüklenmeli Albuz TVI memeleri için ağacın merkezinde sırasıyla 0.64 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve 0.69 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, ağacın 1,25 m uzağında sırasıyla 0.62 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve 0.91 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, ağacın 2,5 m uzağında sırasıyla 0.46 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve 0.95 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, ağacın 4,5 m uzağında ise sırasıyla 0.38 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve 0.69 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ olduğunu, yani konvansiyonel meme ile yere sürüklenen kalıntı miktarının düşük sürüklenmeli memeye göre daha düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Panneton vd. (2011), bodur elma ağaçları üzerinde düşük sürüklenmeli ve konvansiyonel memeleri kullanarak yaptıkları çalışmada, kalıntı miktarı ve kaplama oranını karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir. Elma yapraklarının üst ve alt yüzeylerinde toplanan kalıntı miktarı oranının konvansiyonel memede 1'den yüksek, düşük sürüklenmeli memelerde ise 1'e yakın olduğunu bildirmişlerdir. Düşük sürüklenmeli memelerin yapraklar üzerinde daha fazla kalıntı sağladığını, fakat yapraklar üzerinde sağlanan kalıntı değerleri açısından memeler arasındaki farklılığın fazla olmadığını

belirtmişlerdir. Ayrıca, kaplama oranı açısından düşük sürüklenmeli ve konvansiyonel memeler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli bulunmadığını açıklamışlardır.

Dolera vd. (2012), turunçgil ilaçlaması sırasında ilaç sürüklenmesinin belirlenmesi için yaptıkları çalışmada düşük sürüklenmeli hava girişli TVI 80025 ve AVI 80025 memeleri ile birlikte konvansiyonel konik hüzmeli Hardi 1553 memesini kullanmışlardır. İlaç sürüklenmesinin ölçülmesi için, ilaçlanan ağaç sırasından itibaren 2. metreden 28 metreye kadar sıra aralarına örnekleme yüzeyleri koymuşlardır. Elde edilen sonuçlara göre, düşük sürüklenmeli ve konvansiyonel memeler arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğunu (20. ve 26. metreler hariç), tüm örnekleme noktalarında konvansiyonel memenin sürüklenmeyle oluşturduğu kalıntı miktarının düşük sürüklenmeli memelere göre daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Düşük sürüklenmeli TVI, AVI ve konvansiyonel meme tipleriyle sürüklenen ortalama kalıntı miktarının, toplam uygulanan ilacın sırasıyla %0.778, %0.367 ve %2.059' u olduğu belirtilmiştir.

Urkan vd. (2012), yürüttükleri çalışmada ilaçlamada yaygın olarak kullanılan içi boş konik hüzmeli meme ile sürüklenmeyi azaltan hava emişli memeyi kontrollü koşullar altında karşılaştırmışlardır. Çalışmada, bitki yüzeyinde iz maddesi birikim miktarının belirlenmesi için filtre kâğıtları, kaplama oranlarının ve damla çaplarının belirlenmesi için ise suya duyarlı kartlar kullanılmıştır. Çalışma sonunda, hassas bölgelerde ilaçlama yapılırken düşük hava debisi ve hava emişli tip memenin tercih edilmesiyle uzak mesafelere olan sürüklenmenin azaltılacağı bildirilmiştir.

Condator vd. (2013), hava debisinin artırılmasıyla turunçgillerin özellikle orta kısımlarında sağlanan kalıntı miktarının arttığını, ancak hava debisinin artmasıyla damlacıklara fazla hız kazandırıldığı için hedef üzerinde tutunmasının engellendiğini ve yapraklar üzerinde toplanan kalıntı miktarını azalttığını açıklamışlardır.

Planas vd. (2013), yaptıkları çalışmada konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memeleri ilaç sürüklenme potansiyelleri açısından karşılaştırmışlardır. Denemelerde konvansiyonel Albuz ATR turuncu meme ve düşük sürüklenme sağlayan hava girişli Albuz TVI sarı memelerini kullanmışlardır. Memelerin sürüklenme potansiyeli ISO 22866'ya göre

belirlenmiş olup son ağaç sırasından itibaren 40. metreye kadar yere olan sürüklenme ölçülmüştür. Araştırmacılar, konvansiyonel meme ile sürüklenen kalıntı miktarının 3. metrede yaklaşık $0.8 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, 6. metrede $1.2 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olduğunu ve bu noktadan sonraki ölçüm noktalarında toplanan kalıntı miktarının azalarak 40. metrede sifıra yaklaştığını belirtmişlerdir. Hava girişli meme ile toprak üzerinde oluşturulan kalıntı miktarının 3. metrede $1.6 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olduğu, 6. metrede $0.4 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ seviyesine düştüğü ve 15. metrede sifıra yaklaştığını belirtmişlerdir.

van de Zande vd. (2013), geliştirdikleri özel yapılı bir pülverizatör ve konvansiyonel aksiyal fanlı bir pülverizatör kullanarak elma ağaçları üzerinde yaptıkları çalışmada, hava akımının ve meme tipinin sürüklenmeye etkisini araştırmışlardır. Denemeler hem ağaçların yapraksız olduğu hem de tam gelişme döneminde yapılmıştır. Denemelerde konvansiyonel konik hüzmeli Albuz ATR lilak ve düşük sürüklenmeli hava girişli Albuz TVI 80015 memeleri kullanılmıştır. Araştırmacılar, Albuz ATR lilak konik hüzmeli memesiyle geliştirilen pülverizatörün klasik pülverizatöre göre 4.5-5.5 metre arasında sürüklenmeyle oluşturduğu kalıntı miktarının yapraksız ve tam gelişme dönemlerinde sırasıyla % 50 ve % 81 azaldığını, hava girişli Albuz TVI 80015 memesinin kullanılması durumunda ise % 91 ve % 98.6 oranında azaldığını belirtmişlerdir.

Toy ve Dursun (2015), aksiyal fanlı hava akımlı bir pülverizatörle bağ ilaçlamasında konvansiyonel (Lechler TR ve Albuz ATR) ve düşük sürüklenmeli konik hüzmeli memelerin (Lechler ITR ve Albuz TVI) asma yaprakları üzerinde sağladıkları kalıntı miktarı ve dağılım düzgünlüğüne etkilerini incelemişlerdir. Denemeler, 18.1 m/s hava akımı hızında ve 5.89 km/h ilerleme hızında yapılmıştır. Yapraklar üzerindeki ilaç kalıntı miktarları ve ilaç kayıplarının belirlenmesinde filtre kâğıtları kullanılmıştır. Denemelerde pülverizatörün deposu içerisindeki su içerisine bir gıda boyası olan Tartrazine 1 g/L olacak şekilde karıştırılmış ve asma bitkilerine püskürtülmüştür. Araştırma sonunda düşük sürüklenmeli memelerin asma bitkisinde sağladığı kalıntı miktarının konvansiyonel memelere göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Düşük sürüklenmeli konik hüzmeli Lechler ITR ve Albuz TVI memelerinin asma yaprakları üzerinde sağladıkları kalıntı miktarlarının konvansiyonel Lechler TR memesine göre sırasıyla

%47,3 ve %35,7, konvansiyonel Albuz ATR memesine göre ise sırasıyla %42,7 ve %31,5 oranında daha fazla olduğunu açıklamışlardır.

Sayınacı vd. (2019), yaptıkları çalışmada düşük hacimli pestisit uygulamalarında kullanılan farklı tip pülverizatör memelerinde birim alandaki damla sayısını ve pülverizasyon karakteristiklerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Denemelerde standart (ST), yüksek etki alanlı (LU), standart dar hüzmeye açılı (STD), konik hüzmeli (DC), düşük sürüklenme potansiyelli (AD), hava emişli (IDK) ve ikiz akışlı (IDKT) meme tipleri kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre ST, LU, STD, DC ve AD tipi memelerle ince ve orta yapılı, IDK tipi memelerle orta ve kaba yapılı, IDKT tipi memelerle ise kaba, çok kaba ve aşırı kaba yapılı damlaların üretildiğini açıklamışlardır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Deneme traktörü

Denemeler, motor gücü 72 KW olan New Holland marka TD95D model traktör kullanılarak yürütülmüştür (Şekil 3.1). Traktör, 3 kademe ve 4 vites ile 12 vites seçeneğine ve 540 ve 750 min⁻¹ olmak üzere iki farklı kuyruk mili devrine sahiptir.



Şekil 3.1 Denemelerde kullanılan traktör

3.1.2 Deneme pülverizatörü

Denemelerde, traktöre asılır tip konvansiyonel aksiyal fanlıyardımcı hava akımlı bir pülverizatör kullanılmıştır. Pülverizatörün depo kapasitesi 600 L ve depo içerisinde hidrolik (venturi) tip bir karıştırıcı bulunmaktadır. Pülverizatör üzerindeki 4 membranlı Comet APS 96 marka pompa hareketini kuyruk milinden almakta ve ilaç deposundakisiyi emerek püskürtme sistemi kontrol grubuna iletmektedir. Pompa çalışma basınç aralığı 0-30 bar olup, 30 bar basınçtaki debisi 85 L/dak' dır. Kontrol

grubunda yer alan vidalı tip basınç regülatörü ile sıvı ilacın basıncı ayarlanmakta ve püskürtme sistemine gönderilmektedir. Kontrol grubunda bir adet gliserinli manometre bulunmaktadır. Pülverizatörün yarım daire şeklinde olan iki parçalı püskürtme sistemi üzerinde belirli aralıklarla ve açılarla yerleştirilmiş 16 adet meme bulunmaktadır. Memelerin açıları ayarlanabilmektedir. Pülverizatörün üzerinde aksiyal bir fan bulunmakta olup fanın oluşturduğu hava akımı, davlumbaz yardımıyla püskürtme sistemindeki memelerin üzerine yönlendirilmektedir. Aksiyal fanın kanat açıları 5 kademeli olarak ayarlanabilmekte, böylece pülverizatörün hava akımı hızı değiştirilmektedir. Aksiyal fan hareketini pompa çıkış miline bağlı olan iki kademeli bir dişli kutusundan almaktadır. Böylece, devir sayısı değiştirilerek de pülverizatör hava akımı hızı değiştirilebilmektedir. Şekil 3.2’de denemelerde kullanılan konvansiyonel tip yardımcı hava akımlı bağ-bahçe pülverizatörünün genel görünümü verilmiştir.



Şekil 3.2 Denemelerde kullanılan yardımcı hava akımlı bağ-bahçe pülverizatörü

3.1.3 Denemelerde kullanılan meme tipleri

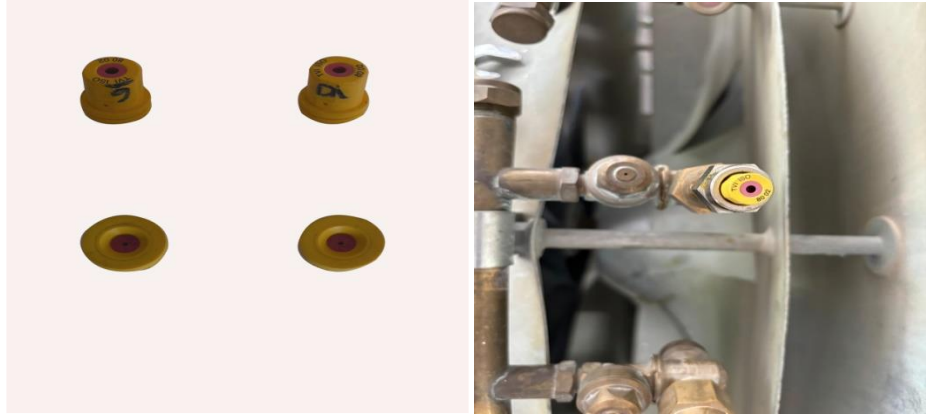
Denemelerde, konvansiyonel konik hüzmeli meme ve düşük sürüklenme sağlayan konik hüzmeli meme olmak üzere iki farklı meme tipi kullanılmıştır. Konvansiyonel meme

olarak Albuz marka ATR serisi turuncu renkli meme kullanılmıştır (Şekil 3.3). Üretici firma tarafından bu memelerin bağ-bahçe bitkilerinin ilaçlanmasında kullanılması önerilmektedir. Üretici firmanın katalog değerlerine göre, 10 bar çalışma basıncında renk koduna göre en düşük meme verdisinin 0.38 L/min (beyaz), en yüksek meme verdisinin ise 3.40 L/min (mavi) olduğu görülmektedir. Denemelerde kullanılan turuncu renkli memenin 10 bar basınçtaki katalog verdi değeri 1.39 L/min'dir.



Şekil 3.3 Denemelerdekullanılan konvansiyonel konik hüzmeli Albuz ATR memesi

Denemelerde kullanılan düşük sürüklenmeli konik hüzmeli meme Albuz marka TVIISO 8002 sarı renklidir (Şekil 3.4). Üretici firmanın katalogunda bu meme serisinin de bağ-bahçe bitkilerinde kullanılması önerilmektedir. Bu memelerde, basınçlı sıvı meme içerisinden hızla geçerken gövde üzerinde karşılıklı olarak bulunan iki delikten içeriye hava emilmekte ve emilen hava ile sıvı karışmaktadır. Böylece, üretilen damlalar hava kabarcıklıdamlalar şeklinde olup, çapları büyümekte ve böylece rüzgârın sürüklenme etkisi önemli derecede azaltılmaktadır. Üretici firma katalogunda Albuz TVI ISO serisi memelerin 10 bar çalışma basıncındaki verdi değerlerinin meme rengine bağlı olarak 0.37 L/min ile 2.92 L/min arasında değiştiği görülmektedir (Anonymous 2010b). Denemelerde kullanılan Albuz TVIISO 8002sarı renkli memenin 10 bar basınçtaki katalog verdi değeri 1.46 L/min'dir.



Şekil 3.4 Denemelerde kullanılan Albuz TVI ISO konik hüzmeli düşük sürüklenmeli (hava girişli) meme

3.1.4 Denemelerde kullanılan cihaz ve malzemeler

3.1.4.1 Spektrofotometre

Armut ağaçlarının farklı bölgelerindeki yapraklar üzerine yerleştirilen filtre kağıtları üzerinde toplanan kalıntı (Tartrazine) miktarlarının kolorimetrik yöntemle analiz edilmesi için Shimadzu marka UV-VIS 1700 Spektrofotometre cihazı kullanılmıştır. LCD ekrana sahip olan bu cihaz, muhtelif kimyasal maddelerin kalitatif ve kantitatif analizlerini yapabilecek özelliktedir. Cihazın, 1 adet referans ve 1 adet örnek tüpünün konulacağı bölmesi bulunmaktadır (Toy 2014, Toy ve Dursun 2015). Analizlerde kullanılan spektrofotometre cihazı Şekil 3.5’de görülmektedir.



Şekil 3.5 Kalıntı analizlerinde kullanılan Shimadzu UV-VIS 1700 spektrofotometre

3.1.4.2 Damla apı lme sistemi

Denemelerde kullanılan memelerin damla çapları, Malvern Marka Spraytec Model cihaz (ekil 3.6) kullanılarak ölçülmüştür. Laser difraksiyon prensibine göre çalışan bu cihaz, 300 mm çaplı tek bir lens ile 0.1 ile 900 μm arasındaki damla çaplarını ve dağılımlarını ölçebilmektedir. Cihazın He-Ne laser ışık kaynağı 633 nm dalgalı boyulu ve 5 mW'tır. Lazer ışığı el değmeden otomatik olarak odaklanmaktadır. Cihaz, standart olarak 2.5 kHz veri toplama hızına sahiptir. Sistemin dedektör ve lazer üniteleri 2 m'lik bir optik masa üzerine yerleştirilmiştir. Plverizasyonun yoğun olduğu koşullarda, optik ünitelerin kirlenmesini önlemek için basınçlı hava yardımıyla süpürme yapan bir koruma sistemi bulunmaktadır. Cihaz, bilgisayar programlarında çalışabilen bir software programına sahip olup, veriler şekil ve çizelgeler şeklinde sunulmaktadır. Bir bilgisayar yardımıyla kontrol edilen lme cihazından elde edilen sonuçlar, bir lazer yazıcıdan çıktı olarak alınabilmektedir. Tekne üzerinde, konumu ayarlanabilen bir pşkrtme başlığı bulunmakta ve damla çapı ölçülmesi istenen meme bu başlığa takılmaktadır. Memeden plverizasyonun gerçekleşmesi için arabalı bir bahçe plverizatrnden yararlanılmıştır. Ölçümler sırasında memenin pşkrttğ sıvı teknede toplanmakta ve bir devridaim pompasıyla yeniden pülverizatörün deposuna doldurulabilmektedir (Dursun vd. 2008).



Şekil 3.6 Damla apı ölçümünde kullanılan Malvern Spraytec cihazı

3.1.4.3 Pülverizatör hava akımı hızı ve meteorolojik verilerin ölçülmesinde kullanılan ölçme cihazı

Denemelerde, pülverizatör hava akımı hızı ile birlikte rüzgar hızı, hava sıcaklığı ve hava nemi gibi meteorolojik verilerin ölçülmesi için şekil 3.7’ de verilen TESTO 400 cihazı kullanılmıştır. Cihazın pervane tip probuyla 0-60 m/s arasındaki hızlar 0.01 m/s hassasiyetle, termal probuyla 0-20 m/s arasındaki hava hızları 0.01 m/s hassasiyetle ölçülebilmektedir. Cihazın hava probu ise -20 ile +70 °C arasındaki sıcaklıkları ve %0 ile %100 arasındaki bağıl nemleri ölçmektedir. Hava probunun bağıl nemi ölçme hassasiyeti ise $\pm 2\%$ ’dir (Dursun vd. 2008).



Şekil 3.7 Pülverizatör hava hızı ve meteorolojik verilerin ölçülmesinde kullanılan TESTO 400 cihazı

3.1.4.4 Hassas terazi ve iz maddesi

Denemelerde, kalıntı analizleri için gerçek ilaç yerine pülverizatörün deposundaki suya konulan Tartrazine (iz maddesi) miktarı, Mettler marka hassas terazi yardımıyla tartılmıştır (Şekil 3.8). Bu terazi, 0.5 g ile 3100 g arasındaki ağırlıkları 0.01 g hassasiyetle ölçebilmektedir. Bir gıda boyası olan Tartrazine suda kolayca çözünmektedir ve λ_{max} 425 nm’dir.



Şekil 3.8 Tartrazine maddesi ve tartımında kullanılan hassas terazi

3.1.4.5 Kalıntı miktarı ve kaplama oranının belirlenmesinde kullanılan örnekleme yüzeyleri

Armut ağaçlarının yaprakları üzerinde toplanan iz maddesi kalıntı miktarları ve örnekleme bölgelerine göre dağılımları ile toprak yüzeyinde toplanan ve havaya sürüklenen kalıntı miktarlarının ölçülmesi için örnekleme yüzeyi olarak çapı 125 mm olan Schleicher&Schuell MicroScience 589/3 marka filtre kağıtlarından yararlanılmıştır. Bu kağıtlar, 8 eşit parçaya bölünerek kullanılmıştır. Toprak üzerinde toplanan kalıntı miktarlarının yani toprağa olan ilaç kaybının ölçülmesinde ise aynı filtre kağıtları bölünmeksizin kullanılmıştır. Kaplama oranının belirlenmesinde Novartis marka 26x76 mm' lik suya duyarlı kartlar kullanılmıştır. Şekil 3.9'da ölçümlerde kullanılan suya duyarlı kart ve filtre kâğıdı gösterilmiştir.



Şekil 3.9 Denemelerde kullanılan suya duyarlı kart ve filtre kâğıtları

3.1.4.5 Deneme alanı

Denemeler, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma ve Uygulama Bahçesindeki bodur armut parselinde yapılmıştır. Ağaç sıra arası mesafesi 5 m ve sıra üzeri mesafesi 1.5 m olup, ağaç boyları 2.4-2.7 m arasındadır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Deneme pülverizatörünün işletme karakteristiklerinin belirlenmesi

3.2.1.1 Meme verdisi ölçümü

Denemelerde kullanılan pülverizatörün verdi ölçümleri, traktörün standart kuyruk mili devrinde (540 min^{-1}) ve seçilen çalışma basıncında (10 bar) yapılmıştır. Meme verdisi ölçümleri su ile yapılmıştır. Çalışma basıncı 10 bar'a ayarlandıktan ve memelerden devamlı püskürtme sağlandıktan sonra memelerden püskürtülen sıvı (su) 60 saniye süreyle dereceli kaplarda toplanmıştır. Verdi ölçümleri, pülverizatör üzerindeki her meme için 3 tekrarlı olarak yapılmış olup, verdi değerlerinin ortalamaları alınarak, her memenin ortalama verdi değeri belirlenmiştir. En sonunda, püskürtme sisteminde yer alan memelere ait ortalama verdi hesaplanmıştır. Denemelerde kullanılan konvansiyonel Albuz ATR ve düşük sürüklenme sağlayan hava girişli Albuz TVI ISO memelerine ait ölçülen verdi değerleri çizelge 3.1'de verilmiştir. Denemelerde, pülverizatörün

püskürtme sisteminin sol tarafı kapatılmış olup sadece sağ tarafı kullanılmıştır. Sağ taraftaki memelerden ise en altta yer alan meme ağaç taç yapısı göz önüne alınarak kapatılmıştır. Bu çizelge incelendiğinde, denemelerde kullanılan her meme grubundaki memelere ait verdi değerlerinin, o gruba ait ortalama verdi değerinden $\pm 5\%$ 'den daha küçük sapmalar gösterdiği yani verdi değerlerinin kabul edilebilir sınırlar içerisinde kaldığı görülebilir (Toy 2014, Çilingir ve Dursun 2018).

Çizelge 3.1 Denemelerde kullanılan konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerin 10 bar çalışma basıncındaki verdi değerleri

Meme tipi	Meme no	Ortalama verdi (L/dak)	Toplam verdi (L/dak)
Konvansiyonel Albuz ATR	1. Meme	1.36	9.48
	2. Meme	1.38	
	3. Meme	1.34	
	4. Meme	1.37	
	5. Meme	1.34	
	6. Meme	1.36	
	7. Meme	1.33	
Düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO	1. Meme	1.34	9.52
	2. Meme	1.36	
	3. Meme	1.38	
	4. Meme	1.37	
	5. Meme	1.34	
	6. Meme	1.38	
	7. Meme	1.35	

3.2.1.2 Pülverizatör ilerleme hızının ölçülmesi

Denemelere başlamadan önce üç farklı pülverizatör ilerleme hızında çalışması düşünülerek traktörün farklı vites kademelerinde ilerleme hızı ölçümleri yapılmıştır. İlerleme hızı ölçümleri, denemelerin yürütüldüğü bahçede yapılmıştır. İlaçlama yapılacak ağaç sırasında 50 m'lik bir mesafe işaretlenmiştir. Daha sonra traktörün seçilen vites kademesinde ve 540 min⁻¹ kuyruk mili devrinde çalışılarak 50 m'lik mesafeyi geçme süresi kronometre yardımıyla ölçülmüştür. İlerleme hızı ölçümleri, seçilen her vites kademesi için üç tekerrürlü olarak yapılmıştır. Aşağıdaki eşitlik kullanılarak ilerleme hızı hesaplanmıştır. Çizelge 3.2'de, traktörün 3 farklı vites kademesinde ilerleme hızı ölçümlerine ilişkin hız değerleri görülmektedir.

$$V = L/T. 3.6$$

Bu eşitlikte;

V = İlerleme hızı (km/h),

L = İşaretli parsel uzunluğu (m),

T = İşaretli parseli geçiş süresi (s)'dir.

Çizelge 3.2 Pülverizatör ilerleme hızı ölçüm sonuçları

Vites Kademesi	Yol (m)	Zaman (s)	İlerleme Hızı (km/h)
Seri 1- 4 Takviye	50	39.97	4.5
Seri 2- 3 Takviye	50	24.33	7.4
Seri 2- 4 Takviye	50	17.48	10.3

3.2.1.3 İlaç normunun belirlenmesi

Denemelerin yürütüleceği ilerleme hızlarının belirlenmesi ve seçilen çalışma basıncında (10 bar) meme verdisi ölçümleri yapıldıktan sonra aşağıdaki eşitlik yardımıyla ilaç uygulama normu hesaplanmıştır.

$$N = Q.600/V. B$$

Bu eşitlikte;

N = İlaç normu (L/ha),

Q = Toplam meme verdisi (L/dak),

V = İlerleme hızı (km/h),

B = İş genişliği (Sıra arası mesafe) (m)'dir.

Denemelerde kullanılan konvansiyonel konik hüzmeli ATR ve hava girişli düşük sürüklenme sağlayan Albuz TVI ISO memelerine ait verdi değerleri ve pülverizatör ilerleme hızlarına göre hesaplanan ilaç normu değerleri çizelge 3.3’de verilmiştir.

Çizelge 3.3 Meme verdisi ve ilerleme hızına bağlı ilaçlama normları

Meme tipi	İlerleme hızı (km/h)	Meme verdisi* (L/dak)	İlaçlama normu (L/ha)
Konvansiyonel Albuz ATR	4.5	9.48	506
	7.4	9.48	308
	10.3	9.48	221
Düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO	4.5	9.52	508
	7.4	9.52	309
	10.3	9.52	222

*Denemelerde kullanılan her meme tipine ait 7 memenin toplam verdisi

3.2.1.4 Damla çapının ölçülmesi

Denemelerde kullanılan konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerin seçilen çalışma basıncı olan 10 bar basınçtaki damla çapları, Malvern Marka Spraytec Model cihaz kullanılarak ölçülmüştür. Her meme grubundan seçilen bir adet meme ölçme sisteminde yer alan püskürtme başlığına bağlanmıştır. Memelerin püskürtme yüksekliği 50 cm olacak şekilde ayarlanmıştır. Çalışma basıncı 10 bara ayarlanarak püskürtme yapılmış ve hüzmelin kararlı olduğu gözlemlendikten sonra ölçme işlemine başlanmıştır. Bu ölçümler sonucunda; her memeye ait D_{V10} , D_{V50} (VMD), D_{V90} gibi karakteristik damla çapları, damla tekdüzeliğini ifade eden RS değerleri ve damla sürüklenme potansiyelini ifade eden $\%V < 100 \mu m$ değerleri elde edilmiş olup, sonuçlar çizelge 3.4’de verilmiştir.

Çizelge 3.4 Denemelerde kullanılan konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelere ait damla analiz sonuçları (Çalışma basıncı: 10 bar)

Özellik	Konvansiyonel Albuz ATR	Düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO
D_{V10}	58	144
D_{V50}	119	386
D_{V90}	203	735
$\%V < 100 \mu m$	39.66	5.05
RS	1.254	1.571

3.2.1.5 Pülverizatör hava akımı hızının ölçülmesi

Pülverizatör hava akım hızı ölçümleri, ilerleme hızı için belirlenen kuyruk mili devrinde (540 min^{-1}) yapılmıştır. Pülverizatörle 3 farklı hava akımı hızı elde edecek şekilde aksiyal fanın farklı kanat açısı konumlarında ölçümler yapılmıştır. Pülverizatörün hava akımı hızları, hava çıkış kanalının belirli noktalarında ölçülmüştür. Pülverizatörün hava çıkış kanalı dairesel olup, hava hızı ölçümleri eşit açılarda ve 6 farklı noktada yapılmıştır. Farklı noktalarda ölçülen hava akımı hız değerlerinin ortalaması alınarak ortalama hava akımı hızı bulunmuş (Toy 2014) olup sonuçlar çizelge 3.5’ de verilmiştir.

Çizelge 3.5 Fan kanat açısı konumuna göre pülverizatör hava akımı hızları

Kanat açısı konumu	Hava akımı hızı (m/s)
1*	13
1	18
2	22

*Fan hava emiş alanının yarısı karton ile kapalı

3.2.2 Deneme planı ve pülverizatör çalışma koşulları

Bu tez çalışmasında meme tipi, pülverizatör hava akımı hızı ve ilerleme hızı değişken faktörler olarak ele alınmıştır. Bütün denemelerde çalışma basıncı 10 bar olarak sabit tutulmuştur. Değişken faktörlerin etkilerini araştırmak için deneme materyali olarak seçilen konik hüzmeli konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memeler pülverizatörün püskürtme sistemine takılarak çizelge 3.6’ da verilen pülverizatör çalışma koşullarında denemeler yapılmıştır. Bu denemelerden elde edilen sonuçlar yardımıyla meme tipinin, pülverizatör ilerleme hızının ve pülverizatör hava akımı hızının armut ağaçları üzerinde toplanan ilaç kalıntı miktarına ve kalıntının ağaç kanopisinde dağılım düzgünlüğüne, toprağa ilaç kayıplarına ve sürüklenme yoluyla havaya ilaç kayıplarına etkileri araştırılmıştır. Ayrıca, değişken faktörlere bağlı olarak kaplama oranı değerleri belirlenmiştir. İlerleme hızının etkisini araştırmak için 3 farklı ilerleme hızında (4.5, 7.4 ve 10.3 km/h) denemeler yürütülmüş olup bu denemler sırasında pülverizatör hava akımı hızı 18.1 m/s olarak sabit tutulmuştur. Pülverizatör hava akımı hızının etkisi ise 13, 18 ve 22 m/s olmak üzere 3 farklı hava akımı hızında incelenmiş olup bu denemelerde ilerleme hızı 7.4 km/h olarak sabit tutulmuştur.

Çizelge 3.6 Deneme planı ve pülverizatör çalışma koşulları

Deneme No	İlerleme Hızı (km/h)	Çalışma Basıncı (bar)	Hava Akımı Hızı (m/s)	Meme Tipi
1	7.4	10	13	Konvansiyonel Albuz ATR
2	7.4	10	18	Konvansiyonel Albuz ATR
3	7.4	10	22	Konvansiyonel Albuz ATR
4	7.4	10	13	Düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO
5	7.4	10	18	Düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO
6	7.4	10	22	Düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO
7	4.5	10	18	Konvansiyonel Albuz ATR
8	10.3	10	18	Konvansiyonel Albuz ATR
9	4.5	10	18	Düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO
10	10.3	10	18	Düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO

Pülverizatörle asıl denemelere başlamadan önce depoya belirli miktarda su konulmuş ve denemelerin yürütüleceği alanda ağaç sıraları arasında geçiş yapılarak 10 bar çalışma basıncında püskürtme yapılmıştır. Bu ön denemenin sonunda, pülverizatörün püskürtme sisteminin en altındaki meme, ilacın bitki tacı dışına püskürtülmesini önleyerek hem ilaç kayıplarını azaltmak ve hem de çevre kirliliğini önlemek amacıyla kapatılmıştır. Denemelerde, pülverizatörün püskürtme sisteminin sadece sağ tarafı kullanılmış ve toplam 7 adet memenin püskürtme yapması sağlanmıştır.

Ön denemelerden sonra asıl denemelere geçilmiştir. Asıl denemelerde, pülverizatörün deposuna 100 litre su doldurulmuş veiz maddesi olarak 100 gr Tartazine konulmuştur. Böylece, depo içerisindeki Tartrazinekonsantrasyonu 1 g/L olarak alınmıştır (Toy ve Dursun 2015). Depoya konulan Tartrazine iz maddesinin su içerisine iyice karışması amacıyla pülverizatörün püskürtme sistemi kapatılmış ve pompa çalıştırılarak sıvının devirdaim yapması sağlanmıştır. Ayrıca, pülverizatörün hidrolik karıştırma sistemi sürekli çalıştırılmıştır. Daha sonra deneme planına göre, gerekli ayarlamalar yapılarak denemeler yapılmıştır. Pülverizatörün püskürtme sisteminin sağ tarafı kullanılarak, her deneme için ilaçlanacak bitki sırasına doğru bir gidiş ve bir geliş olmak üzere toplam iki geçiş yapılmış ve böylece gerçek ilaçlama koşullarına uygun olarak bir ağaç sırasının ilaçlanması sağlanmıştır.

3.2.3 Kalıntı miktarı ve kaplama oranının belirlenmesinde kullanılan örnekleme tekniği

Armut ağaçlarının farklı bölgelerindeki yaprakların üst ve alt yüzeylerinde toplanan kalıntı miktarının ve dağılımının belirlenmesi amacıyla, her denemede ilaçlanacak sıra üzerinde rastgele 3 adet örnekleme ağacı seçilmiştir. Bu ağaçlar, şekil 3.10'da görüldüğü gibi üç bölgeye (üst, orta ve alt) ayrılmıştır. Toprak yüzeyinden itibaren 60-120 cm'lik kısım alt bölge, 120-180 cm'lik kısım orta bölge, 180-240 cm'lik kısım ise üst bölge olarak belirlenmiştir. Armut ağaçlarının taç yapısı göz önüne alınarak üst bölgede ağaç merkezine yakın noktada seçilen yaprakların üst ve altına ataç yardımıyla birer adet filtre kağıdı tutturulmuştur. Ağaçların orta ve alt bölgelerinde ise hem ağacın merkezine yakın noktalardaki yapraklar üzerine, hem de aynı bölgelerin dış kısımlarına yakın noktalardaki yaprakların üst ve altına filtre kâğıtları tutturulmuştur. Kullanılan filtre kâğıtları (Schleicher&Schuell MicroScience 589/3) 125 mm çapında olup 8 eşit parçaya bölünmüştür.

Armut ağaçlarının yaprakları üzerinde değişken faktörlere bağlı olarak sağlanan kaplama oranlarının belirlenmesinde ise Novartis marka 26x76 mm boyutlarındaki suya duyarlı kartlar kullanılmıştır. Bu kartlar, filtre kâğıtlarının yerleştirildiği her örnekleme bölgesinden seçilen yapraklara ataçlar yardımıyla tutturulmuştur.

Her denemeye ilişkin pülverizasyon işlemi tamamlandıktan kısa bir süre sonra farklı örnekleme bölgelerinden toplanan filtre kâğıtları ve suya duyarlı kartlar, örnekleme bölgeleri göz önüne alınarak üzerleri daha önceden etiketlenmiş plastik kutulara ayrı ayrı yerleştirilmiştir. Her örnekleme ağacına ilişkin kutular ayrı bir naylon torba içerisinde toplanarak etiketlenmiştir. Örneklerin bulunduğu torbalar analiz edilinceye kadar serin ve gölge bir yerde muhafaza edilmiştir. Daha sonra filtre kâğıtları üzerinde toplanan kalıntı miktarları kolorimetrik analiz yöntemiyle, suya duyarlı kartlar ise görüntü işleme yöntemiyle analiz edilmek üzere tüm örnekler laboratuvara götürülmüştür.



Şekil 3.10 Örnekleme bölgeleri, 60-120 cm'lik alt bölge (A), 120-180 cm'lik orta bölge (B), 180-240 cm'lik üst bölge (C)

3.2.4 Toprağa ve havaya ilaç kayıplarının belirlenmesinde kullanılan örnekleme tekniği

İlaç kayıpları, ağaçlar üzerinde tutunamayarak toprak yüzeyinde toplanan iz maddesi kalıntıları ve rüzgârla havaya sürüklenme yoluyla oluşan kalıntılar olmak üzere iki şekilde değerlendirilmiştir. Toprağa ilaç kayıplarının belirlenmesi amacıyla, örnekleme yapılan her ağacın kökünden itibaren sağa ve sola olmak üzere 30 cm ve 250 cm mesafelere yerleştirilen mukavva plakalar üzerine 125 mm' lik Schleicher&Schuell MicroScience 589/3 marka filtre kâğıtları yerleştirilmiştir. Havaya olan sürüklenmenin ölçülmesinde ise, ilaçlama yapılan sıranın sağındaki ve solundaki sıralarda her örnekleme bitkisinin hizasına gelecek şekilde sıraların merkezine örnekleme direkleri yerleştirilmiştir (Şekil 3.11). Bu direkler üzerine toprak yüzeyinden itibaren 1 m aralıklarla 5 m'ye kadar her örnekleme noktasına klipsler yardımıyla filtre kâğıtları tutturulmuştur. Bu filtre kâğıtları, kalıntı miktarı analizlerinde kullanılan filtre kâğıtlarıdır.

P÷lverizasyon işlemi bittikten sonra hem toprağa ilaç kayıplarının belirlenmesi amacıyla toprak üzerine yerleştirilen mukavva plakalar üzerindeki filtre kâğıtları, hem de havaya sürüklenme örneklemesinin yapıldığı direkler üzerinde yer alan filtre kâğıtları toplanmıştır. Bu filtre kâğıtları, deneme koşuluna göre üzerleri kodlanmış olan plastik kutulara ayrı ayrı konulduktan sonra poşetlenmiş ve daha sonra laboratuara getirilerek uygun koşullarda muhafaza edilmişler ve kalıntı miktarının belirlenmesi için kolorimetrik analiz yöntemiyle analiz edilmişlerdir.



şekil 3.11 Toprağa ve havaya olan ilaç kayıplarının belirlenmesinde kullanılan örnekleme yöntemi

3.2.5 Kalıntı miktarı analizlerinin yapılması

Pülverizatörlerin farklı çalışma koşullarındaki etkinlikleri karşılaştırılırken gerçek ilaç kullanılarak biyolojik etkinlik değerlendirmeleri yapılabilen, ancak gerçek ilaç yerine çoğunlukla su içerisine ya bir gıda boyası ya da flüorışıl esaslı bir iz maddesi karıştırılarak püskürtme yapılmaktadır. Hedef örnekleme yüzeylerinde toplanan iz maddesi kalıntı miktarlarının belirlenmesinde en yaygın kullanılan iki yöntem kolorimetrik ve fluorometrik yöntemlerdir. Örnekleme yüzeylerinde toplanan iz maddesi kalıntıları yıkandıktan sonra elde edilen örnekler, spektrofotometre ya da fluorometre gibi ölçme cihazları yardımıyla ölçülmektedir (Dursun 1994). Bu tez çalışmasında, iz maddesi olarak ticari bir gıda boyası olan Tartrazine kullanılmış olup, filtre kâğıtları üzerinde toplanan iz maddesi kalıntılarının suya geçmesi sağlanmıştır. Bu amaçla, her örnekleme kutusuna 100 ml su eklenmiş ve belirli süreyle iz maddesi kalıntılarının suya geçmesi beklenmiştir. Yıkama suları içerisindeki boya konsantrasyonları bir spektrofotometre yardımıyla ölçülmüştür. Ancak, örneklerin ölçümünden önce konsantrasyonları bilinen bir standart seri hazırlanarak spektrofotometrede ölçümler yapılmış ve böylece boya konsantrasyonu ile okunan değerler arasındaki ilişki belirlenmiştir.

Standart serinin hazırlanması amacıyla 1 L saf suya 1 gram iz maddesi konularak 1000 ppm konsantrasyonlu stok çözelti hazırlanmıştır. Daha sonra bu çözelti kullanılarak pipetler yardımıyla konsantrasyonları 1 ppm'den 10 ppm'e kadar olan standart seri hazırlanmış ve ışık almayan bir ortamda 24 saat bekletilmiştir. Ölçme işlemine başlamadan önce spektrofotometre cihazının 15 dakika ısınması beklenmiş ve daha sonra ölçüm yapılacak dalga boyu Tartrazine için önerilen 425 nm' ye ayarlanmıştır. Spektrofotometre cihazı 425 nm dalga boyunda saf su ile sıfırlandıktan sonra standart seriye ait örnekler spektrofotometreye yerleştirilerek ölçülmüştür. Standart seriye ait konsantrasyon değerleri ile spektrofotometrede okunan değerler arasındaki ilişki şekil 3.12'de görülmektedir. Şekilde bu doğrunun denklemi ve korelasyon katsayısı da verilmiş olup, denklemde yer alan X'in katsayısı doğrunun eğimidir. Eğimin tersi olan $1/m = X/Y$ değerine ise eğim faktörü denilmektedir. Standart seride konsantrasyonu farklı olan her çözeltinin eğim faktörü farklı çıkabilmektedir. Bu nedenle tüm çözeltilere ait eğim

faktörlerinin ortalaması alınarak ortalama eğim faktörü hesaplanmıştır (Dursun 1994, Dursun vd. 2008).

Ölçümleri yapılan her örneğe ait iz maddesi konsantrasyonları ve kalıntı miktarları aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır (Dursun vd. 2008, Toy ve Dursun 2015).

$$C = F.S$$

$$D = C.V_s/A$$

Bu eşitliklerde;

C = Örneğin konsantrasyonu (ppm),

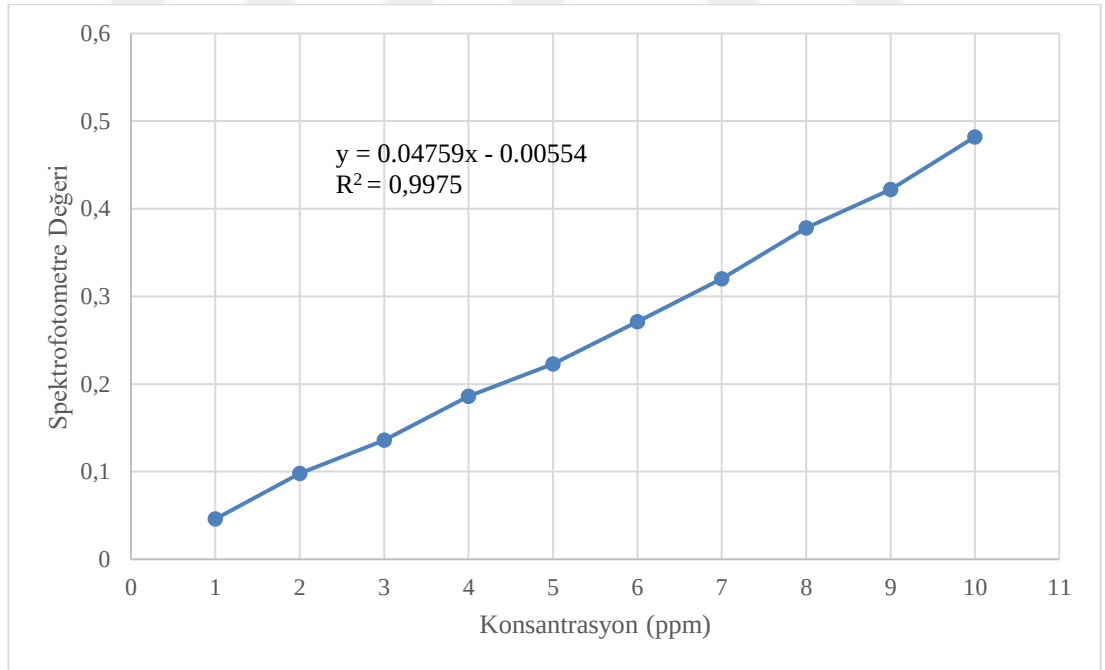
F = Ortalama eğim faktörü,

S = Spektrofotometrede okunan değer,

D = Kalıntı miktarı ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$),

V_s = İz maddesinin yıkanması için kullanılan saf su hacmi (ml),

A = Örnekleme yüzeyi (filtre kağıdı) alanı (cm^2)' dir.



Şekil 3.12 Standart serinin konsantrasyonları ile spektrofotometrede okunan değerler arasındaki ilişki

Pülverizatör deposu içindeki tartrazine konsantrasyonu 1 g/L olarak sabit tutulduğu için pülverizatör ilerleme hızına bağlı olarak ilaç uygulama normları değişmiştir. Bu nedenle yaprak yüzeylerinde toplanan kalıntı miktarları belirlenirken ilaç uygulama normundaki değişiklikler göz önüne alınarak bir düzeltme katsayısından yararlanılmıştır (Pergher vd. 1997)

3.2.6 Kalıntı dağılım düzgünlüğünün belirlenmesi

Bağ-bahçe ilaçlamalarında püskürtülen ilacın hedefte tutunan miktarının olabildiğince artırılması yanında ağaç kanopisi içerisinde düzgün şekilde dağılması da önem arz etmektedir (Toy ve Dursun 2015, Çilingir ve Dursun 2018). Bu çalışmada, kalıntı dağılım düzgünlüğü varyasyon katsayısı kullanılarak belirlenmiştir. Varyasyon katsayısı, aşağıda verilen eşitlikler kullanılarak hesaplanmıştır.

$$S_x = [\sum d^2 - [(\sum d)^2/n]]/(n-1)$$

$$CV = (S_x/d).100$$

Bu eşitliklerde;

S_x = Standart sapma,

CV = Varyasyon katsayısı (%),

d = Ortalama kalıntı miktarı ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$),

n = Örnek sayısı'dır.

3.2.7 İlaç uygulama etkinliğinin belirlenmesi

İlaç uygulama etkinliği, bitki kanopisinde tutunan ilaç miktarının toplam uygulanan ilaç miktarına oranı olarak tanımlanmaktadır. İlaç uygulama etkinliği aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (Sanchez-Hermosilla vd. 2012, Toy ve Dursun 2015).

$$E = \frac{DxLAI}{c_{TR}xN} \times 10^7$$

Bu eşitlikte;

E = İlaç uygulama etkinliği (%),

D = Ortalama kalıntı (iz maddesi) miktarı ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$),

LAI = Yaprak alan indeksi (boyutsuz),

C_{TR} = Depodaki püskürtme sıvısının konsantrasyonu (mg/L),

N = İlaç normu (L/ha)’dır.

Denemelerin yürütüldüğü temmuz ayında tam gelişme dönemindeki armut ağaçlarının yaprak alan indeksi (LAI) değerini belirlemek amacıyla, örneklemelerin yapıldığı ağaçların farklı bölgelerinden rastgele 100 adet yaprak koparılmış ve her yaprağın alanı belirlenmiştir. Ortalama yaprak alanı 16.04 cm^2 olarak hesaplanmıştır. Daha sonra denemelerin yapıldığı armut ağaçlarından rastgele seçilen üç adedinin ortalama yaprak sayısı belirlendikten sonra sıra arası mesafe (5 m) ve sıra üzeri mesafe (3 m) göz önüne alınarak aşağıdaki eşitlik yardımıyla yaprak alan indeksi 1.37 olarak hesaplanmıştır.

$$LAI = \frac{TYA}{YA}$$

Burada;

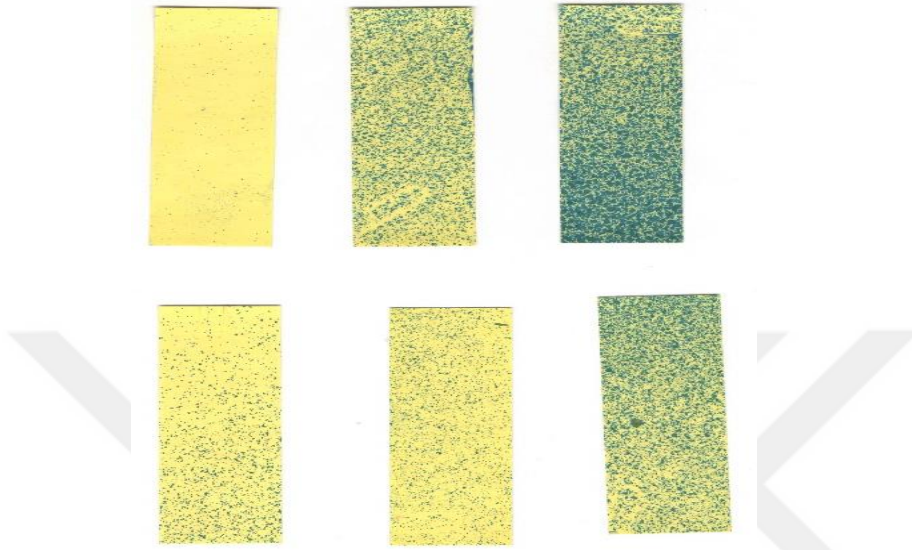
TYA : Toplam yaprak alanı (cm^2),

YA : Yetiştirme alanı (cm^2)’dır.

3.2.8 Kaplama oranının belirlenmesi

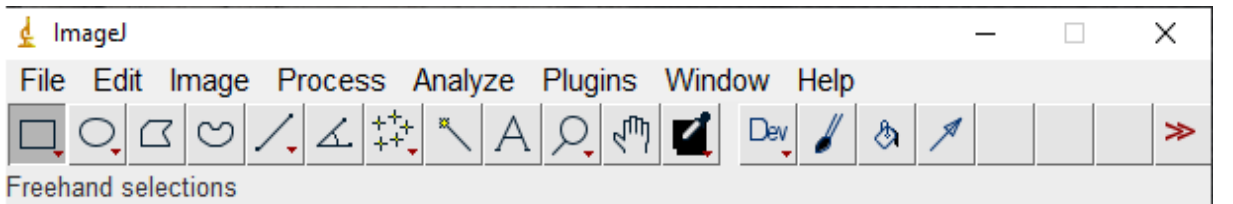
Değişken faktörlere bağlı olarak yapılan uygulamalar sonunda örnekleme yapılan ağaçların farklı bölgelerindeki yapraklar üzerinde oluşan kaplama oranını belirlemek amacıyla Novartis marka $26 \times 76 \text{ mm}$ boyutlarındaki suya duyarlı kartlar kullanılmıştır. Bu kartlar, her denemeden sonra ağaçlardaki örnekleme bölgelerinden alınarak önceden hazırlanmış ve üzerleri bölgelerine göre etiketlenmiş plastik kutulara konularak analiz edilmek üzere naylon torba ile laboratuvara taşınmıştır. Tamamen kurumuş olan suya duyarlı kartlar, öncelikle HP LaserJet M1132 MFP model çok fonksiyonlu yazıcı-tarayıcıdan Windows 10 üzerinde kendisine ait tarama programı ile 600 dpi çözünürlükte

taranarak görüntüleri bilgisayara aktarılmış ve JPEG formatında kaydedilmiştir. Şekil 3.13'de görüntüleri bilgisayar ortamına aktarılmış farklı kaplama oranlarına sahip suya duyarlı kartlar verilmiştir.



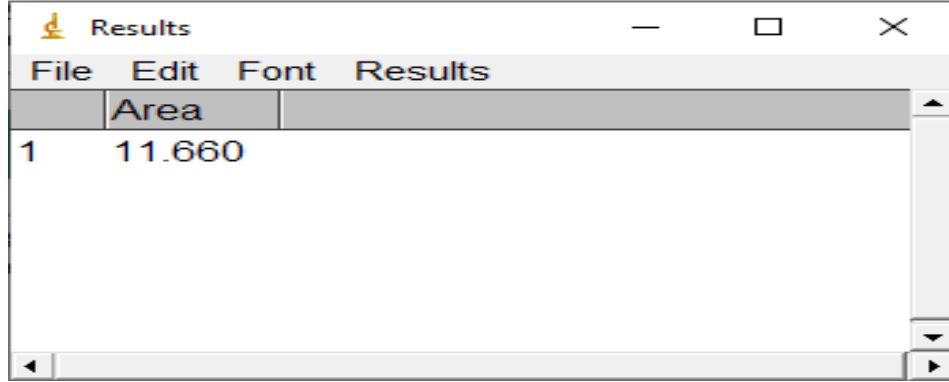
Şekil 3.13 Görüntüleri bilgisayar ortamına aktarılmış suya duyarlı kartlar

Görüntüleri bilgisayar ortamına aktarılmış olan suya duyarlı kartlar Image J (Image Processing and Analysis in Java) programı ile analiz edilmiş ve değişken faktörlere bağlı olarak kartlar üzerinde oluşan kaplama oranları (% olarak) belirlenmiştir. ImageJ programı Microsoft Windows üzerinde herhangi bir kurulumla ihtiyaç duymadan açık bir kaynaktan dosya kopyalanarak çalıştırılabilmektedir. Program çalıştırıldığında ImageJ programının açılış ekranı gelmektedir (Şekil 3.14). Programda işlenecek olan görüntü sürüklenerek veya “File” tıklanarak açılan seçeneklerden “Open” tıklanmak suretiyle ilgili dosyadan seçim işlemi yapılabilmektedir.



Şekil 3.14 ImageJ programı başlangıç penceresi

Program üzerinde ilgili görüntü açıldıktan sonra ölçeklendirme için yukarıda görüntüde yer alan kutucuklardan beşinci kutuda bulunan straight seçeneği tıklanır ve suya duyarlı kartların bilinen bir kenarı (26 mm veya 76 mm olan kenarı) boydan boya seçilerek “Analyze” sekmesi altında yer alan “Set Scale” a tıklanır. Açılan pencerede “Known Distance” ile belirtilen alana 2.6 yazılır ve “Unit of Length” seçeneği kısmına cm yazılır (Pixels/cm oluyor) ve Global seçeneği tiklenerek aktif edilir. Daha sonra “Image” menüsünden Adjust → Color Threshold seçilir ve açılan pencereden “Brightness” yani parlaklık bölümünde yer alan iki skaladan birinci seçenek 0’ a ayarlanır ve ikinci seçenek görüntünün net bir şekilde çıkacağı değere ayarlanır. Daha sonra Analyze→Measure seçenekleri tıklanarak kaplama oranı sonucu elde edilir. Elde edilen sonuç, açılan “Result” penceresinden “File” → “Save As” seçilerek csv dosyası şeklinde kaydedilir. Elde edilen csv dosyası “Microsoft Excel” üzerinde Veri sekmesinden “Metin/CSV”den” seçeneği tıklanarak açılan pencereden yüklenir. Elde edilen sonuç 1000’ e ve sonra kartların alanı olan 19.76 cm²’ ye bölünerek % olarak kaplama oranı elde edilir (Şekil 3.15).



	Area
1	11.660

Şekil 3.15 DepositScan programıyla analiz edilen suya duyarlı karta ait sonuçları

3.2.9 İstatistiksel analiz

Tez çalışması kapsamında değişken faktörlerin etkileri faktöriyel düzende tesadüf parselleri deneme tertibinde değerlendirilmiştir. İstatistik analizler IBM SPSS Statistics V.23 paket programında yapılmıştır. Varyans analizi sonucunda istatistik olarak önemli bulunan konularda farklı grupların belirlenmesi için Duncan testi kullanılmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1 Denemeler Sırasında Ölçülen Meteorolojik Veriler

Denemeler sırasında hava sıcaklığı, bağıl nem ve rüzgar hızı değerleri ölçülmüş olup ortalama değerler çizelge 4.1’de verilmiştir. Çizelge 4.1 incelendiğinde, deneme süresince hava sıcaklığının 31.1 °C ile 35.6 °C arasında, bağıl nem seviyesinin %28,2 ile 42.2 arasında, rüzgâr hızının ise 1.28 m/s ile 2.98 m/s arasında değiştiği görülebilir.

Çizelge 4.1 Denemeler sırasında ölçülen meteorolojik veriler

Deneme No	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Rüzgar Hızı (m/s)
1	34.1	28.2	1.37
2	34.3	32.1	1.51
3	35.6	33.6	1.36
4	33.3	29.3	2.17
5	31.8	34.6	1.28
6	32.7	42.2	2.98
7	31.5	38.4	2.11
8	35.2	41.4	2.17
9	31.1	29.7	1.61
10	31.3	28.8	1.90

4.2 Konvansiyonel ve Düşük Sürüklenmeli Memelerle Çalışmada Pülverizatör Hava Akımı Hızının Ortalama Kalıntı Miktarı ve Dağılımına Etkisi

İlaçlama yapılan bitki çeşidine ve gelişme durumuna göre pülverizatör hava akımı hızının doğru seçilmesi, kanopi üzerinde toplanan kalıntı miktarını, dağılım düzgünlüğünü ve dolayısıyla ilaçlamanın başarısını etkilemektedir. Landers (2011a), asmaların gelişme durumuna göre pülverizatör hava hızının doğru ayarlanması durumunda özellikle erken dönem ilaçlamalarda % 80 daha fazla kalıntı sağlanabileceğini açıklamışlardır. Balsari ve Marucco (2005) ise pülverizatör hava akımı hızının yetersiz veya gereğinden fazla olması durumunda bitkiler üzerinde toplanan kalıntı miktarının azalabileceğini bildirmişlerdir.

Pülverizatör ilerleme hızının 7.4 km/h ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu denemelerde üç farklı hava akımı hızında konvansiyonel Albuz ATR ve düşük sürüklenmeli Albuz TVI meme tiplerinin bodur armut ağaçları üzerinde sağladıkları ortalama kalıntı miktarı ve dağılımına ilişkin değerlendirmeler yapılmış olup elde edilen sonuçlar çizelge 4.2’ de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Hava akımı hızına bağlı olarak konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle ağaçlar üzerinde sağlanan ortalama kalıntı miktarları ve kalıntı dağılımlarına ait varyasyon katsayıları (İlerleme hızı: 7.4 km/h, Basınç: 10 bar)

Hava Akımı Hızı (m/s)	Meme Tipi	Ortalama Kalıntı Miktarı ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	CV (%)
13	Konvansiyonel Albuz ATR	0.598	18
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI	1.062	24
18	Konvansiyonel Albuz ATR	0.872	16
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI	1.291	25
22	Konvansiyonel Albuz ATR	1.047	13
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI	1.367	22

Çizelge 4.2 incelendiğinde, her üç hava akımı hızında da düşük sürüklenmeli Albuz TVI memesiyle armut ağaçlarında sağlanan ortalama kalıntı miktarlarının konvansiyonel Albuz TVI memesine göre daha yüksek olduğu görülebilir. Pülverizatör hava akımı hızının 13 m/s olduğu koşulda konvansiyonel meme ile sağlanan ortalama kalıntı miktarı $0.598 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ iken düşük sürüklenmeli meme ile sağlanan ortalama kalıntı miktarı $1.062 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak belirlenmiştir. Pülverizatör hava akımı hızının 18 m/s olduğu koşulda konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle sağlanan ortalama kalıntı miktarı sırasıyla $0.872 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve $1.291 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, pülverizatör hava akımı hızının 22 m/s olduğu koşulda ise bu değerler sırasıyla $1.047 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve $1.367 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak belirlenmiştir. Konvansiyonel memede hava akımı hızının 13 m/s’ den 22 m/s’ ye artmasıyla armut ağaçlarında sağlanan ortalama kalıntı miktarı %75,1 daha yüksek bulunmuştur. Düşük sürüklenmeli memede ise hava akımı hızının 13 m/s’ den 22 m/s’ ye artmasıyla armut ağaçlarında sağlanan ortalama kalıntı miktarı %28,7 daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlar, her iki meme tipinde de hava akımı hızının artmasıyla armut ağaçlarında sağlanan ortalama kalıntı miktarının arttığını, ancak düşük sürüklenmeli memede hava

akımı hızıyla ortalama kalıntı miktarı artış oranının daha düşük olduğu görülmektedir. Meme tipine göre değerlendirme yapıldığında; hava akımı hızının 13 m/s olduğu koşulda konvansiyonel memeye göre düşük sürüklenmeli meme ile ortalama kalıntı miktarında sağlanan artış oranı %77,6 iken, hava akımı hızının 18 m/s olduğu koşulda %48,1, hava akımı hızının 22 m/s olduğu koşulda ise %30,6 olarak belirlenmiştir.

Pülverizatör hava akımı hızının ve meme tipinin yapraklar üzerinde sağlanan kalıntı miktarlarına etkileri istatistik olarak da değerlendirilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda hava akımı hızı ve püskürtme memesi faktörlerinin seviye ortalamaları arasındaki farklar istatistik olarak önemli bulunmuş ($p<0.01$) olup, farklı grupların belirlenmesi amacıyla yapılan Duncan testi sonuçları sonuçlar çizelge 4.3’ de verilmiştir.

Çizelge 4.3 Pülverizatör hava akımı hızı ve meme tipinin yapraklar üzerinde sağlanan kalıntı miktarına etkilerine ilişkin istatistik değerlendirme sonuçları

Hava Akımı Hızı (m/s)	Meme Tipi		Genel Ortalama
	Konvansiyonel Albuz ATR	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI	
13	1.793±0.184	3.187±0.193	2.490±0.246B
18	2.615±0.188	3.872±0.465	3.244±0.305A
22	3.141±0.208	4.100±0.311	3.621±0.230A
Genel Ortalama	2.516±0.171B	3.720±0.208A	

Aynı satırda ve aynı sütunda yer alan farklı harfler arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir.

Meme tipi ve hava akımı hızına bağlı olarak armut ağaçlarında sağlanan kalıntı miktarlarına ilişkin sonuçlar, daha önce yapılan bazı araştırma sonuçlarıyla uyumludur. Jamar vd. (2010), yarı bodur elma ağaçlarında konvansiyonel bir pülverizatörle yapılan ilaçlamada, bitki kanopisindeki kalıntı miktarını konvansiyonel Albuz ATR memesi için $0.66 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve düşük sürüklenmeli hava girişli Albuz TVI memesi için $0.92 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak bulmuşlardır. Derksen vd. (2005) ise yine düşük sürüklenmeli hava girişli TurboDrop02 (TD02) memelerin konvansiyonel memeye (D4-25) göre elmalarda daha fazla kalıntı sağladığını bildirmişlerdir. McArtney ve Obermiller (2008), Loquet vd. (2009), Panneton vd. (2011) gibi araştırmacılar yarı bodur ve klasik elma ağaçlarında, Silva vd. (2013) kahve ağaçlarında, Toy ve Dursun (2015) ise asma bitkilerinde düşük

sürüklenme potansiyelli memelerin konvansiyonel memelere göre daha fazla miktarda kalıntı oluşturduğunu bildirmişlerdir.

Pülverizatör hava hızının artmasıyla konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle armut ağaçlarında ortalama kalıntı miktarının artmasına ilişkin sonuç, bazı literatür sonuçlarıyla uyumlu iken bazılarıyla zıtlık göstermiştir. Toy ve Dursun (2015) pülverizatör hava hızının artmasıyla hem düşük sürüklenme potansiyelli memelerin hem de konvansiyonel memelerin asma bitkilerinde daha fazla miktarda kalıntı oluşturduğunu bildirmişlerdir. Buna karşın Balsari vd. (2008), bağda farklı hava akımı hızlarında yaptıkları çalışmada, yapraklar üzerindeki kalıntı miktarı açısından en iyi sonucun en düşük hava akımı hızında sağlandığını, hava akımı hızının artmasıyla asma yaprakları üzerinde sağlanan kalıntı miktarlarının azaldığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde Pergher ve Gubiani (2006), pülverizatör hava debisinin 10.6 m³/s'den 6.3 m³/s'ye düşürülmesiyle asmalarda ortalama kalıntı miktarının %25-30 arttığını bildirmişlerdir.

Pestisit uygulamalarında başarılı bir sonuç elde edilebilmesi için bitki kanopisinde toplanan kalıntının olabildiğince düzgün dağılması, yani ağacın farklı bölgelerinde toplanan kalıntı miktarının olabildiğince tekdüze olması oldukça önemlidir. Çizelge 4.2' de armut ağaçlarının farklı bölgelerinde sağlanan kalıntı miktarı dağılım düzgünlüğünün bir göstergesi olan % CV değerleri incelendiğinde, tüm hava akımı hızlarında konvansiyonel memeye ait % CV değerlerinin düşük sürüklenmeli memeye göre daha düşük olduğu görülebilir. Bu sonuç, konvansiyonel memenin armut ağaçlarında sağlanan kalıntı dağılım düzgünlüğü açısından düşük sürüklenmeli memeye göre daha iyi sonuç verdiğini göstermektedir. Hava akımı hızının 13 m/s olduğu koşulda konvansiyonel memeye ait CV değeri %18 iken, düşük sürüklenmeli memeye ait CV değeri %24' tür. Hava akımı hızının 18 m/s olduğu koşulda konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelere ait CV değerleri sırasıyla %16 ve %25, hava akımı hızının 22 m/s olduğu koşulda ise konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelere ait CV değerleri sırasıyla %13 ve %22 olarak bulunmuştur. Konvansiyonel memenin armut ağaçlarında sağlanan kalıntı dağılım düzgünlüğü açısından düşük sürüklenmeli memeye göre daha iyi sonuç vermesi diğer bazı araştırma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Caner (2007), asma ilaçlamasında konik hüzmeli memenin ilaç dağılımına ait CV değerinin %40,23

olduğunu, hava girişli memede ise %46,82 olduğunu bildirmiştir. Derksen vd. (2005) ise elma ilaçlamada hava girişli memelerle oluşturulan ilaç dağılımına ait varyasyon katsayısının (% CV) konvansiyonel memelere göre, pülverizatöre yakın olan bölgelerde daha düşük olduğunu yani dağılım düzgünlüğünün iyi olduğunu, pülverizatöre uzak bölgelerde daha yüksek olduğunu yani dağılım düzgünlüğü kötüleştiğini belirtmişlerdir.

Meme tipine bağlı olarak hava akımı hızının kalıntı dağılım düzgünlüğüne etkisi incelendiğinde ise konvansiyonel memede hava akımı hızının artmasıyla % CV değerinde bir düşüş olduğu yani kalıntı dağılım düzgünlüğünde bir iyileşme olduğu, düşük sürüklenmeli memede ise % CV değerlerinin birbirine yakın olduğu ve kalıntı dağılım düzgünlüğü açısından belirgin bir değişim olmadığı söylenebilir.

Pülverizatör ilerleme hızının 7.4 km/h ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu denemelerde, konvansiyonel Albuz ATR ve düşük sürüklenmeli Albuz TVI meme tipleri kullanılarak bodur armut ağaçlarının farklı bölgelerindeki yaprakların üst ve alt yüzeylerinde sağlanan ortalama kalıntı miktarları ve oranlarına (YÜ/YA) ilişkin sonuçlar Çizelge 4.4’ te verilmiştir.

Çizelge 4.4 Hava akımı hızına bağlı olarak konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle armut ağaçlarının farklı bölgelerinde yaprak üstünde ve yaprak altında sağlanan ortalama kalıntı miktarları ve oranlarına ait sonuçlar (İlerleme hızı:7.4 km/h, Basınç: 10 bar)

Hava Akımı Hızı (m/s)	Meme Tipi	Ortalama Kalıntı Miktarı ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)		YÜ/YA
		Yaprak üstü	Yaprak altı	
13	Konvansiyonel Albuz ATR	0.579	0.617	0.94
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI	1.203	0.921	1.31
18	Konvansiyonel Albuz ATR	0.997	0.747	1.33
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI	1.470	1.112	1.32
22	Konvansiyonel Albuz ATR	1.073	1.020	1.05
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI	1.554	1.118	1.39

Çizelge 4.4 incelendiğinde, tüm hava akımı hızlarında hem yaprak üstü hem de yaprak altı kalıntı miktarı açısından düşük sürüklenmeli meme ile elde edilen değerlerin daha

yüksek olduğu görülebilir. Hava akımı hızının 13 m/s olduğu koşulda konvansiyonel meme ile sağlanan yaprak üstü kalıntı miktarı $0.579 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ iken, düşük sürüklenmeli meme ile sağlanan yaprak üstü kalıntı miktarı $1.203 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ dir. Hava akımı hızının 18 m/s olduğu çalışma koşulunda konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle yaprak üstünde sağlanan kalıntı miktarları sırasıyla $0.997 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve $1.470 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, hava akımı hızının 22 m/s olduğu çalışma koşulunda ise konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle yaprak üstünde sağlanan kalıntı miktarları sırasıyla $1.073 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve $1.554 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak saptanmıştır. Hava akımı hızının 13 m/s olduğu durumda düşük sürüklenmeli meme ile sağlanan yaprak üstü kalıntı miktarı konvansiyonel memeye göre %107,8 oranında daha yüksek iken, 18 m/s hava akımı hızında %47,4 daha yüksek ve 22 m/s hava akımı hızında ise %44,8 daha yüksek bulunmuştur. Aynı zamanda hava akımı hızının artmasıyla hem konvansiyonel meme ile hem de düşük sürüklenmeli meme ile yaprak üstünde sağlanan kalıntı miktarı artmıştır. Hava akımı hızının 13 m/s' den 22 m/s' ye artmasıyla konvansiyonel memede yaprak üstü kalıntı miktarı %85,2 oranında artarken, düşük sürüklenmeli memede bu artış oranı %29,2 olarak bulunmuştur. Hava akımı hızına bağlı olarak konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle yaprak üstü kalıntı miktarlarının artmasına ilişkin sonuç, literatür verileriyle zıtlık göstermiştir. Pergher ve Gubiani (2006), Cerruto (2007a, 2007b), Balsari vd. (2008), Pergher ve Petris (2008a) gibi araştırmacılar pülverizatör hava hızının artmasıyla yaprak üstünde toplanan kalıntı miktarının azaldığını açıklamışlardır.

Çizelge 4.4' de verilen yaprak altı kalıntı miktarları incelendiğinde, düşük sürüklenmeli memeye ait değerlerin daha yüksek olduğu görülebilir. Hava akımı hızının 13 m/s olduğu koşulda konvansiyonel meme ile sağlanan yaprak altı kalıntı miktarı $0.617 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ iken, düşük sürüklenmeli meme ile sağlanan yaprak altı kalıntı miktarı $0.921 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ dir. Hava akımı hızının 18 m/s olduğu çalışma koşulunda konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle yaprak altında sağlanan kalıntı miktarları sırasıyla $0.747 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve $1.112 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, hava akımı hızının 22 m/s olduğu çalışma koşulunda ise konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle yaprak altında sağlanan kalıntı miktarları sırasıyla $1.020 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve $1.118 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak saptanmıştır. Hava akımı hızının 13 m/s olduğu durumda düşük sürüklenmeli meme ile sağlanan yaprak altı kalıntı miktarı konvansiyonel memeye göre %49,3 daha yüksek iken, 18 m/s hava akımı hızında %48,9 ve 22 m/s hava akımı hızında

ise %9,6 oranında daha yüksek bulunmuştur. Aynı zamanda hava akımı hızının artmasıyla hem konvansiyonel meme hem de düşük sürüklenmeli meme ile yaprak altında sağlanan kalıntı miktarı artmıştır. Hava akımı hızının 13 m/s' den 22 m/s' ye artmasıyla konvansiyonel memede yaprak altı kalıntı miktarı %65,3 oranında artarken, düşük sürüklenmeli memede bu artış oranı %21,4 olarak bulunmuştur. Bu sonuç Pergher ve Petris (2008a) tarafından yapılan araştırmanın sonucu ile benzerlik gösterirken, Güler ve Tozan (2004) tarafından elde edilen sonuç ile uyumlu değildir.

Çizelge 4.4 'te verilen yaprak üstü ve yaprak altı kalıntı miktarı oranları (YÜ/YA) incelendiğinde, 13 m/s' lik hava hızında konvansiyonel meme hariç diğer memelerde YÜ/YA değerlerinin 1' in üzerinde olduğu görülebilir. YÜ/YA değeri hava akımı hızına ve meme tipine bağlı olarak 0.94 ile 1.39 arasında değişmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre hava akımı hızı ve meme tipine bağlı olarak yaprak üst ve alt yüzeyleri üzerinde sağlanan kalıntı miktarları seviye ortalamaları arasındaki farklar istatistik olarak önemli bulunmuş ve yaprak üstündeki kalıntı miktarı seviye ortalaması yaprak altına göre daha yüksek bulunmuştur. Hava akımı hızının 18 m/s olduğu koşulda konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerin YÜ/YA değerleri hemen hemen aynı iken 13 ve 22 m/s' lik hava akımı hızlarında düşük sürüklenmeli memelere ait YÜ/YA değerlerinin konvansiyonel memeye göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. YÜ/YA değerinin 1'e yaklaşması kalıntı dağılım düzgünlüğünün iyileşmesi anlamına gelir. Bu açıdan değerlendirildiğinde, konvansiyonel memenin kalıntı dağılım düzgünlüğü açısından daha iyi sonuç verdiği söylenebilir. Bu çalışmadan elde edilen YÜ/YA değerleri Planas vd. (2002) tarafından elde edilen sonuca benzerlik göstermiştir. Planas vd. (2002), aksiyal fanlı yardımcı hava akımlı bir pülverizatörle elmada yaptığı denemelerde, yaprak üst ve alt yüzeylerinde toplanan kalıntı miktarları arasındaki farkın çok az olduğunu, 0-1.5 m örnekleme yüksekliğinde bu oranın 1.48 olduğunu, örnekleme yüksekliğinin 1.5 m' nin üzerinde olduğu durumda 0.33'e kadar düştüğünü belirtmiştir. Buna karşın Holownicki vd. (2000), yardımcı hava akımlı pülverizatörlerle meyve ağaçlarının ilaçlanmasında yaprakların üst yüzeyinde toplanan kalıntı miktarının alt yüzeyine göre 3-6 kat daha fazla olduğunu açıklamışlardır.

4.3 Konvansiyonel ve Düşük Sürüklenmeli Memelerle Çalışmada Pülverizatör İlerleme Hızının Ortalama Kalıntı Miktarı ve Dağılımına Etkisi

Pülverizatör hava akımı hızının 18 m/s ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu denemelerde, konvansiyonel Albuz ATR ve düşük sürüklenmeli Albuz TVI meme tipleriyle pülverizatörün 3 farklı ilerleme hızında bodur armut ağaçları üzerinde sağlanan ortalama kalıntı miktarı ve dağılımına ilişkin değerlendirme sonuçları çizelge 4.5’ te verilmiştir.

Çizelge 4.5 İlerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak ağaçlar üzerinde sağlanan ortalama kalıntı miktarları ve kalıntı dağılımlarına ait varyasyon katsayıları (Hava akımı hızı: 18 m/s, Basınç: 10 bar)

İlerleme Hızı (km/h)	Meme Tipi	Ortalama Kalıntı Miktarı ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	CV (%)
4.5	Konvansiyonel Albuz ATR	0.659	40
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI	0.931	25
7.4	Konvansiyonel Albuz ATR	0.872	16
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI	1.291	25
10.3	Konvansiyonel Albuz ATR	1.039	7
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI	1.391	27

Çizelge 4.5 incelendiğinde, her üç ilerleme hızında da armut ağaçlarında sağlanan en yüksek ortalama kalıntı miktarı değerlerinin düşük sürüklenmeli Albuz TVI memesiyle elde edildiği görülebilir. Pülverizatör ilerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda konvansiyonel meme ile sağlanan ortalama kalıntı miktarı $0.659 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ iken, düşük sürüklenmeli meme ile sağlanan ortalama kalıntı miktarı $0.931 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak belirlenmiştir. Pülverizatör ilerleme hızının 7.4 km/h olduğu koşulda konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle sağlanan ortalama kalıntı miktarları sırasıyla $0.872 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve $1.291 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, pülverizatör ilerleme hızının 10.3 km/h olduğu koşulda ise bu değerler sırasıyla $1.039 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve $1.391 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak belirlenmiştir. Konvansiyonel memede ilerleme hızının 4.5 km/h’ den 10.3 km/h’ e artmasıyla armut ağaçlarında sağlanan ortalama kalıntı miktarı % 57.7 daha yüksek bulunmuştur. Düşük sürüklenmeli memede ise ilerleme hızının 4.5 km/h’ den 10.3 km/h’ e artmasıyla armut ağaçlarında sağlanan ortalama kalıntı miktarı % 49.4 daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlar, her iki

meme tipinde de pülverizatör ilerleme hızının artmasıyla armut ağaçlarında sağlanan ortalama kalıntı miktarının arttığını, ancak konvansiyonel memede ilerleme hızıyla ortalama kalıntı miktarında sağlanan artış oranının daha yüksek olduğunu göstermektedir. Meme tipine göre değerlendirme yapıldığında; ilerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda konvansiyonel memeye göre düşük sürüklenmeli meme ile ortalama kalıntı miktarında sağlanan artış oranı % 41.3 iken, ilerleme hızının 7.4 km/h olduğu koşulda % 48.1 ve ilerleme hızının 10.3 km/h olduğu koşulda ise % 33.9 olarak belirlenmiştir.

Pülverizatör ilerleme hızının ve meme tipinin yapraklar üzerinde sağlanan kalıntı miktarlarına etkileri istatistik olarak da değerlendirilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda ilerleme hızı ve püskürtme memesi faktörlerinin seviye ortalamaları arasındaki farklar istatistik olarak önemli bulunmuş ($p<0.05$) olup, farklı grupların belirlenmesi amacıyla yapılan Duncan testi sonuçları sonuçlar çizelge 4.6’ da verilmiştir.

Çizelge 4.6 Pülverizatör ilerleme hızı ve meme tipinin yapraklar üzerinde sağlanan kalıntı miktarına etkilerine ilişkin istatistik değerlendirme sonuçları

İlerleme Hızı (km/h)	Meme Tipi		Genel Ortalama
	Konvansiyonel Albuz ATR	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI	
4.5	1.975±0.234	2.792±0.329	2.383±0.229B
7.4	2.615±0.188	3.872±0.465	3.244±0.305AB
10.3	3.119±0.345	4.173±0.719	3.656±0.412A
Genel Ortalama	2.570±0.183B	3.613±0.321A	

Aynı satırda ve aynı sütunda yer alan farklı harfler arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir.

İlerleme hızının artmasıyla yapraklar üzerinde toplanan kalıntı miktarının artmasına ilişkin sonuç, bazı araştırmacılar tarafından elde edilen sonuçlarla uyumludur. Pergher ve Gubiani (2006) ve Balsari vd. (2008), asmalar üzerinde yaptıkları çalışmalarda ilerleme hızı arttıkça asma üzerinde toplanan kalıntı miktarının arttığını bildirmişlerdir. Panneton ve Lacasse (2004) ve Landers (2011b) ise ilerleme hızı ile asmalar üzerinde toplanan kalıntı miktarları arasındaki ilişkinin istatistik olarak önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.5’ te armut ağaçlarının farklı bölgelerinde sağlanan kalıntı miktarı dağılım düzgünlüğünün bir göstergesi olan % CV değerleri incelendiğinde, pülverizatör ilerleme hızının artmasıyla konvansiyonel memeye ait % CV değerlerinin azaldığı yani kalıntı dağılım düzgünlüğünde iyileşme olduğu, buna karşın düşük sürüklenmeli memeye ait % CV değerlerinin hemen hemen aynı olduğu görülebilir. İlerleme hızının 4.5, 7.4 ve 10.3 km/h olduğu koşullarda konvansiyonel meme ile armut ağaçlarında sağlanan kalıntı dağılımına ait CV değerleri sırasıyla % 40, % 16 ve % 7 olarak hesaplanmış iken düşük sürüklenmeli memede CV değerleri sırasıyla % 25, % 25 ve % 27 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç, ilerleme hızının 4.5 km/h olduğu çalışma koşulunda düşük sürüklenmeli memenin armut ağaçları üzerinde daha düzgün bir kalıntı dağılımı sağladığını, ilerleme hızının 7.4 ve 10.3 km/h olduğu çalışma koşullarında ise konvansiyonel memenin armut ağaçları üzerinde daha düzgün bir kalıntı dağılımı sağladığını göstermiştir. İlerleme hızına bağlı olarak armut ağaçlarında sağlanan kalıntı dağılımlarına ait %CV değerlerindeki değişim bazı literatür verileriyle uyumlu iken bazılarıyla uyumsuzluk göstermiştir. Cerruto (2007a), bağlarda 0.9 m/s, 1.4 m/s ve 2.5 m/s olmak üzere 3 farklı ilerleme hızında sağlanan kalıntı dağılımlarına ait varyasyon katsayılarının (%CV) hemen hemen aynı olduğunu bildirmiştir. Loquet vd. (2009), konvansiyonel meme ile kalıntı dağılım düzgünlüğünün hava girişli memelere göre daha iyi olduğunu bildirmişlerdir. Sayıncı ve Bastaban (2011) ise farklı tip memelerle yaptıkları çalışmada hava girişli meme ile sağlanan dağılıma ait varyasyon katsayısının düşük olduğunu yani kalıntı dağılım düzgünlüğünün daha iyi olduğunu açıklamışlardır.

Pülverizatör hava akımı hızının 18 m/s ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu denemelerde, konvansiyonel Albuz ATR ve düşük sürüklenmeli Albuz TVI meme tipleri kullanılarak bodur armut ağaçlarının farklı bölgelerindeki yaprakların üst ve alt yüzeylerinde sağlanan ortalama kalıntı miktarları ve oranlarına (YÜ/YA) ilişkin sonuçlar çizelge 4.7’ de verilmiştir.

Çizelge 4.7 İlerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak armut ağaçlarının farklı bölgelerinde yaprak üstünde ve yaprak altında sağlanan ortalama kalıntı miktarları ve oranları (Hava akımı hızı: 18 m/s, Basınç: 10 bar)

İlerleme Hızı (km/h)	Meme Tipi	Ortalama Kalıntı Miktarı ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)		YÜ/YA
		Yaprak üstü	Yaprak altı	
4.5	Konvansiyonel Albuz ATR	0.805	0.512	1.57
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI	1.121	0.740	1.51
7.4	Konvansiyonel Albuz ATR	0.997	0.747	1.33
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI	1.470	1.112	1.32
10.3	Konvansiyonel Albuz ATR	1.055	1.026	1.03
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI	1.247	1.535	0.81

Çizelge 4.7 incelendiğinde, pülverizatörün üç farklı ilerleme hızında hem yaprak üstü hem de yaprak altı kalıntı miktarı açısından düşük sürüklenmeli meme ile elde edilen değerlerin konvansiyonel memeye göre daha yüksek olduğu görülebilir. İlerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda konvansiyonel meme ile sağlanan yaprak üstü kalıntı miktarı $0.805 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ iken, düşük sürüklenmeli meme ile sağlanan yaprak üstü kalıntı miktarı $1.121 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ dir. İlerleme hızının 7.4 km/h olduğu koşulda konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle yaprak üstünde sağlanan kalıntı miktarları sırasıyla $0.997 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve $1.470 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, ilerleme hızının 10.3 km/h olduğu çalışma koşulunda ise konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle yaprak üstünde sağlanan kalıntı miktarları sırasıyla $1.055 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve $1.247 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak saptanmıştır. İlerleme hızının 4.5 km/h olduğu durumda düşük sürüklenmeli meme ile sağlanan yaprak üstü kalıntı miktarı konvansiyonel memeye göre % 39.3 daha yüksek iken, 7.4 km/h ilerleme hızında % 47.4 daha yüksek ve 10.3 km/h ilerleme hızında ise % 18.2 daha yüksek bulunmuştur. Diğer taraftan ilerleme hızının artmasıyla hem konvansiyonel meme ile hem de düşük sürüklenmeli meme ile yaprak üstünde sağlanan kalıntı miktarı artmıştır. İlerleme hızının 4.5 km/h' den 10.3 km/h' e artmasıyla konvansiyonel memede yaprak üstü kalıntı miktarı % 31.1 oranında artarken, düşük sürüklenmeli memede bu artış oranı % 11.2 olarak bulunmuştur. İlerleme hızının artmasıyla asma üzerinde toplanan kalıntı miktarının artmasına ilişkin sonuç ile bazı araştırmacıların elde ettikleri sonuçlar arasında benzerlik bulunmaktadır. Pergher ve Gubiani (2006) ve Balsari vd. (2008), ilerleme hızı arttıkça asmalar üzerinde toplanan kalıntı miktarının arttığını bildirmişlerdir. Buna karşın Cerruto (2007a) ve Cerruto vd. (2008), asma bitkilerinin farklı gelişme dönemlerinde sağlanan

kalıntı miktarları açısından ilerleme hızının istatistiksel olarak önemli bir fark oluşturmadığını açıklamışlardır.

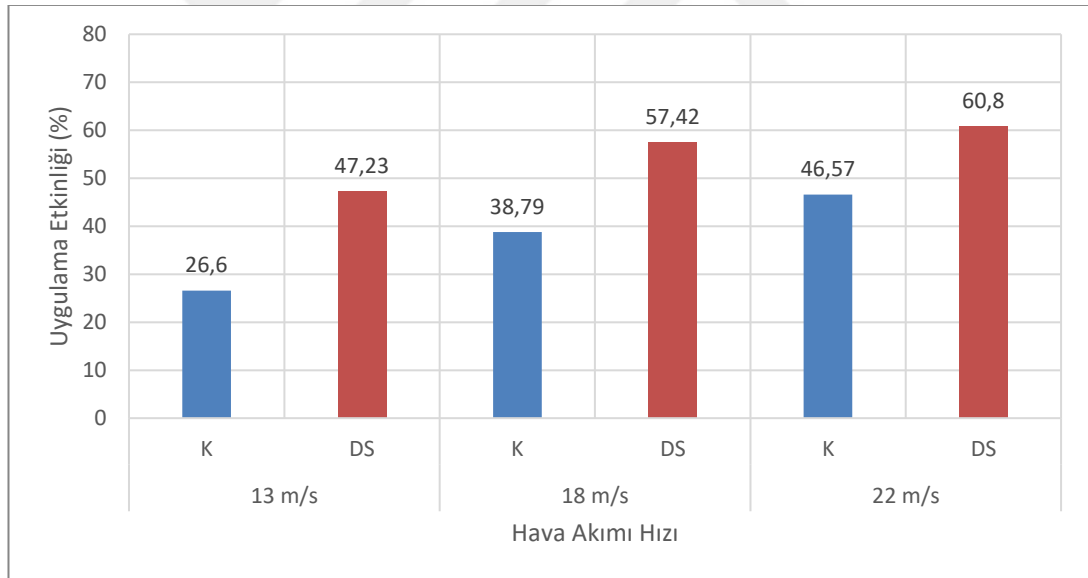
Çizelge 4.7’ de verilen yaprak altı kalıntı miktarları incelendiğinde, düşük sürüklenmeli memeye ait değerlerin daha yüksek olduğu görülebilir. İlerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda konvansiyonel meme ile sağlanan yaprak altı kalıntı miktarı $0.512 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ iken, düşük sürüklenmeli meme ile sağlanan yaprak altı kalıntı miktarı $0.740 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ’ dir. İlerleme hızının 7.4 km/h olduğu çalışma koşulunda konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle yaprak altında sağlanan kalıntı miktarları sırasıyla $0.747 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve $1.112 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, ilerleme hızının 10.3 km/h olduğu çalışma koşulunda ise konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle yaprak altında sağlanan kalıntı miktarları sırasıyla $1.535 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve $1.026 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak saptanmıştır. İlerleme hızının 4.5 km/h olduğu durumda düşük sürüklenmeli meme ile sağlanan yaprak altı kalıntı miktarı konvansiyonel memeye göre % 44.5 daha yüksek iken, 7.4 km/h ilerleme hızında % 48.9 ve 10.3 km/h ilerleme hızında ise % 49.6 oranında daha yüksek bulunmuştur. Aynı zamanda ilerleme hızının artmasıyla hem konvansiyonel meme ile hem de düşük sürüklenmeli meme ile yaprak altında sağlanan kalıntı miktarı artmıştır. İlerleme hızının 4.5 km/h’ den 10.3 km/h’ e artmasıyla konvansiyonel memede yaprak altı kalıntı miktarı % 100.4 oranında artarken, düşük sürüklenmeli memede % 107.5 oranında artmıştır.

Çizelge 4.7’ de verilen yaprak üstü ve yaprak altı kalıntı miktarı oranları (YÜ/YA) incelendiğinde, 10.3 km/h’ lik ilerleme hızında düşük sürüklenmeli meme hariç diğer koşullarda YÜ/YA değerlerinin 1’ in üzerinde olduğu görülebilir. YÜ/YA değeri hava akımı hızına ve meme tipine bağlı olarak 0.81 ile 1.57 arasında değişmiştir. İlerleme hızının 7.4 km/h olduğu koşulda konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerin YÜ/YA değerleri hemen hemen aynı iken, 4.5 km/h ilerleme hızında konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerin YÜ/YA değerleri birbirlerine oldukça yakın, 10.3 km/h’ lik ilerleme hızında ise konvansiyonel memeye ait YÜ/YA değeri düşük sürüklenmeli memeye ait YÜ/YA değerinden daha yüksek bulunmuştur. Varyans analizi sonuçlarına göre ilerleme hızı ve meme tipine bağlı olarak yaprak üst ve alt yüzeyleri üzerinde sağlanan kalıntı miktarları seviye ortalamaları arasındaki farklar istatistik olarak önemli bulunmuş ve yaprak üstündeki kalıntı miktarları seviye ortalamaları yaprak altına göre

daha yüksek bulunmuştur. YÜ/YA değerinin 1' e yaklaşmasıyla kalıntı dağılım düzgünlüğünün iyileştiği göz önüne alınırsa, ilerleme hızının artmasıyla hem konvansiyonel memenin hem de düşük sürüklenmeli memenin kalıntı dağılım düzgünlüğünde iyileşme olduğu söylenebilir.

4.4 Konvansiyonel ve Düşük Sürüklenmeli Memelerle Çalışmada Pülverizatör Hava Akımı Hızına ve İlerleme Hızına Göre Uygulama Etkinliği Sonuçları

Pülverizatör ilerleme hızının 7.4 km/h ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu denemelerde, 3 farklı hava akımı hızında konvansiyonel Albuz ATR ve düşük sürüklenmeli Albuz TVI meme tipleriyle bodur armut ağaçlarında uygulama etkinliğine ilişkin değerlendirmeler yapılmış olup elde edilen sonuçlar şekil 4.1' de verilmiştir.



Şekil 4.1 Konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle çalışmada hava akımı hızına bağlı olarak armut ağaçlarında sağlanan uygulama etkinliği sonuçları (İlerleme hızı: 7.4 km/h, Basınç: 10 bar)

Şekil 4.1 incelendiğinde hem konvansiyonel ve hem de düşük sürüklenmeli memelerde hava akımı hızının artmasıyla armut ağaçlarında uygulama etkinliği değerlerinin arttığı görülebilir. Hava akımı hızının 13 m/s olduğu koşulda konvansiyonel meme ile elde edilen uygulama etkinliği %26,6 iken hava akımı hızı 18 m/s olduğunda uygulama

etkinliği %38,79' a, hava akımı hızı 22 m/s olduğuunda ise uygulama etkinliği %46,57' ye yükselmiştir. Düşük sürüklenmeli memede ise hava akımı hızının 13, 18 ve 22 m/s'lik değerlerinde elde edilen uygulama etkinliği değerleri sırasıyla %47,23, %57,42 ve %60,80 olarak belirlenmiştir. Meme tipine bağlı olarak değerlendirme yapıldığında ise düşük sürüklenmeli meme ile sağlanan uygulama etkinliği değerlerinin konvansiyonel memeye göre daha yüksek olduğu söylenebilir. Hava akımı hızının 13 m/s olduğu koşulda düşük sürüklenmeli meme ile elde edilen uygulama etkinliği değeri %47,23 iken, bu değer konvansiyonel memede %26,6 olarak belirlenmiştir. Hava akımı hızının 18 m/s olduğu koşulda düşük sürüklenmeli ve konvansiyonel memelerde uygulama etkinliği değerleri sırasıyla %57,42 ve %38,79, hava akımı hızının 22 m/s olduğu koşulda ise bu değerler sırasıyla %60,80 ve %46,57 bulunmuştur. Düşük sürüklenmeli meme ile sağlanan uygulama etkinliği değerlerinin konvansiyonel memeye göre daha yüksek olmasına ilişkin bu sonuç McArtney ve Obermiller (2008) tarafından elde edilen sonuçla uyumludur. Araştırmacılar, elma bahçesinde konvansiyonel aksiyal fanlı bir pülverizatörün uygulama etkinliğini düşük sürüklenme sağlayan hava girişli memede %38, konvansiyonel memede %26 olarak bulduklarını açıklamışlardır. Diğer yandan çalışma kapsamında değişken faktörlere bağlı olarak elde edilen uygulama etkinliği değerlerinin bazı literatür verileriyle uyumlu olduğu söylenebilir. Pergher ve Petris (2007), bağda farklı tip pülverizatörlerle yaptıkları çalışmada uygulama etkinliğini %33,6 ile %82,3 arasında, Codis vd. (2013) bağda farklı pülverizatörlerle ilaçlamalar sonunda en iyi uygulama etkinliği değerinin %41 olduğunu, van de Zande vd. (2008a), ise elma ilaçlamada uygulama etkinliğinin % 50 olduğunu bildirmişlerdir.

Pülverizatör hava akımı hızının ve meme tipinin uygulama etkinliği üzerine etkileri istatistik olarak da değerlendirilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda hava akımı hızı püskürtme memesi interaksiyonu istatistik olarak önemli bulunmuş ($P<0.01$) olup, farklı grupların belirlenmesi amacıyla yapılan Duncan testi sonuçları sonuçlar çizelge 4.8' de verilmiştir. Çizelge 4.8' deki sonuçlara göre her hava akımı hızında konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle sağlanan uygulama etkinliği değerleri arasındaki farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca, her iki memede de farklı hava akımı hızlarında sağlanan uygulama etkinliği değerleri arasındaki farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur.

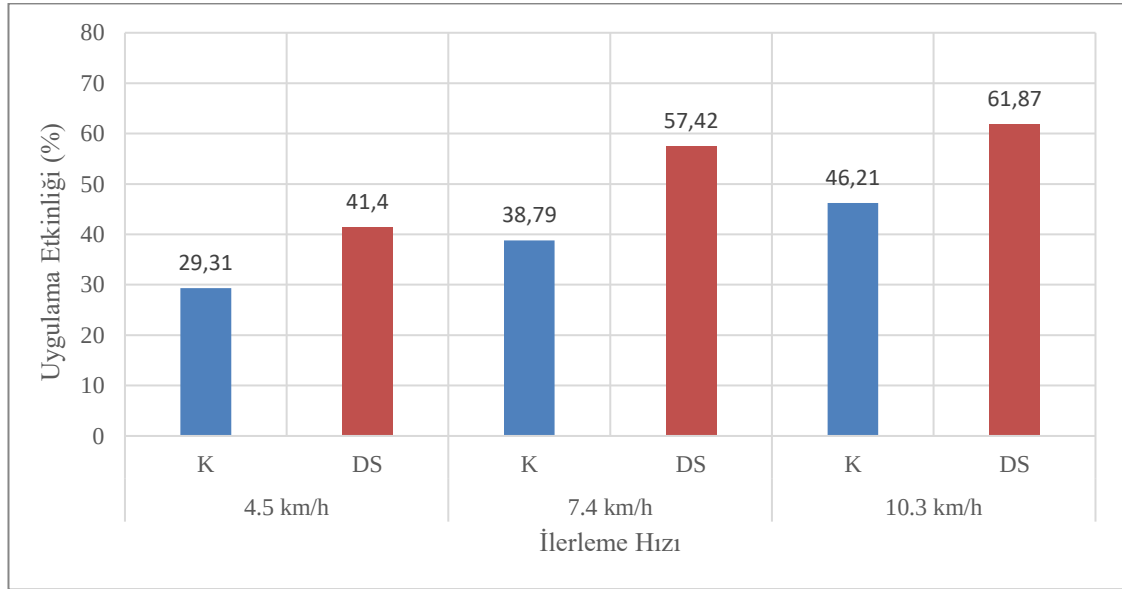
Çizelge 4.8 Pülverizatör hava akımı hızı ve meme tipinin uygulama etkinliği üzerine etkilerine ilişkin istatistik değerlendirme sonuçları

Hava Akımı Hızı (m/s)	Meme Tipi	
	Konvansiyonel Albuz ATR	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI
13	26.60±0.473bC	47.23±0.404aC
18	38.79±0.479bB	57.42±0.531aB
22	46.57±0.375bA	60.80±0.260aA

Aynı satırda yer alan farklı küçük harfler arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir.

Aynı sütunda yer alan farklı büyük harfler arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir.

Pülverizatör hava akımı hızının 18 m/s ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu denemelerde, 3 farklı ilerleme hızında konvansiyonel Albuz ATR ve düşük sürüklenmeli Albuz TVI meme tipleriyle bodur armut ağaçlarında sağlanan uygulama etkinliğine ilişkin değerlendirmeler yapılmış ve elde edilen sonuçlar şekil 4.2’ de verilmiştir.



Şekil 4.2 Konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle çalışmada pülverizatör ilerleme hızına bağlı olarak armut ağaçlarında elde edilen uygulama etkinliği değerleri (Hava akımı hızı: 18 m/s, Basınç: 10 bar)

Şekil 4.2 incelendiğinde hem konvansiyonel ve hem de düşük sürüklenmeli memelerde pülverizatör ilerleme hızının artmasıyla armut ağaçlarında uygulama etkinliği değerlerinin arttığı görülebilir. İlerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda konvansiyonel meme ile elde edilen uygulama etkinliği % 29.31 iken, ilerleme hızı 18 m/s olduğunda uygulama etkinliği % 38.79' a, ilerleme hızı 10.3km/h olduğunda ise uygulama etkinliği % 61.87' ye yükselmiştir. Düşük sürüklenmeli memede ise pülverizatör ilerleme hızının 4.5, 7.4 ve 10.3 km/h'lik değerlerinde elde edilen uygulama etkinliği değerleri sırasıyla % 41.40, % 57.42 ve % 61.87 olarak belirlenmiştir. Meme tipine bağlı olarak değerlendirme yapıldığında ise her üç ilerleme hızında da düşük sürüklenmeli meme ile sağlanan uygulama etkinliği değerlerinin konvansiyonel memeye göre daha yüksek olduğu söylenebilir. İlerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda düşük sürüklenmeli meme ile elde edilen uygulama etkinliği değeri % 41.40 iken bu değer konvansiyonel memede % 29.31 olarak belirlenmiştir. İlerleme hızının 7.4 km/h olduğu koşulda düşük sürüklenmeli ve konvansiyonel memelerde uygulama etkinliği değerleri sırasıyla % 57.42 ve % 38.79, ilerleme hızının 10.3 km/h olduğunda ise bu değerler sırasıyla % 61.87 ve % 46.21 olarak bulunmuştur.

Pülverizatör ilerleme hızının ve meme tipinin uygulama etkinliği üzerine etkileri istatistik olarak da değerlendirilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda ilerleme hızı püskürtme memesi interaksyonu istatistik olarak önemli bulunmuş ($P<0.05$) olup, farklı grupların belirlenmesi amacıyla yapılan Duncan testi sonuçları sonuçlar çizelge 4.9' da verilmiştir. Çizelge 4.9' daki sonuçlara göre her ilerleme hızında konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle sağlanan uygulama etkinliği değerleri arasındaki farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca, her iki memede de farklı ilerleme hızlarında sağlanan uygulama etkinliği değerleri arasındaki farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.9 Pülverizatör ilerleme hızı ve meme tipinin uygulama etkinliği üzerine etkilerine ilişkin istatistik değerlendirme sonuçları

İlerleme Hızı (km/h)	Meme Tipi	
	Konvansiyonel Albuz ATR	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI
4.5	29.31±0.889bC	41.40±1.04aC
7.4	38.79±1.130bB	57.42±0.981aB
10.3	46.21±1.280bA	61.87±0.935aA

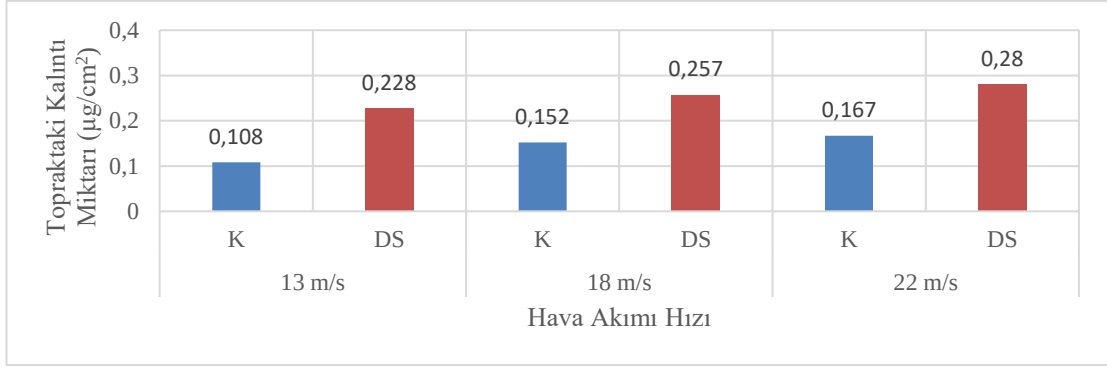
Aynı satırda yer alan farklı küçük harfler arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir.

Aynı sütunda yer alan farklı büyük harfler arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir.

4.5 Konvansiyonel ve Düşük Sürüklenmeli Memelerle Çalışmada Pülverizatör Hava Akımı Hızının ve İlerleme Hızının Toprağa İlaç (İz Maddesi) Kayıplarına Etkisi

Pülverizatör ilerleme hızının 7.4 km/h ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu denemelerde, 3 farklı hava akımı hızında konvansiyonel Albuz ATR ve düşük sürüklenmeli Albuz TVI meme tipleriyle bodur armut ağaçlarına yapılan uygulamalarda toprak yüzeyinde toplanan kalıntı miktarları yani toprağa olan ilaç kayıpları ölçülmüş olup elde edilen sonuçlar şekil 4.3’ de verilmiştir.

Şekil 4.3 incelendiğinde hem konvansiyonel ve hem de düşük sürüklenmeli memelerle çalışmada pülverizatör hava akımı hızının artmasıyla toprak yüzeyinde ölçülen kalıntı miktarının arttığı görülebilir. Konvansiyonel meme ile hava akımı hızının 13 m/s olduğu çalışma koşulunda toprak üzerinde ölçülen ortalama kalıntı miktarı 0.108 µg/cm² iken bu değer 18 m/s hava akımı hızında 0.152 µg/cm² değerine, 22 m/s hava akımı hızında ise 0.167 µg/cm² değerine yükselmiştir. Bu sonuçlar, hava akımı hızının 13 m/s’ den 22 m/s’ ye artmasıyla toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarının %54,6 oranında arttığını göstermektedir. Düşük sürüklenmeli meme ile hava akımı hızının 13 m/s olduğu çalışma koşulunda toprak üzerinde ölçülen ortalama kalıntı miktarı 0.228 µg/cm² iken bu değer 18 m/s hava akımı hızında 0.257 µg/cm² değerine, 22 m/s hava akımı hızında ise 0.280 µg/cm² değerine yükselmiştir. Bu sonuçlar, düşük sürüklenmeli meme ile çalışmada hava akımı hızının 13 m/s’ den 22 m/s’ ye artmasıyla toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarının %22,8 oranında arttığını göstermektedir.



Şekil 4.3 Konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle çalışmada pülverizatör hava akımı hızına bağlı olarak toprak yüzeyinde ölçülen kalıntı miktarları (İlerleme hızı: 7.4 km/h, Basınç: 10 bar)

Toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarları meme tipine göre değerlendirildiğinde, konvansiyonel memeye toprağa olan ilaç kayıplarının düşük sürüklenmeli memeye göre çok daha düşük olduğu belirlenmiştir. Hava akımı hızının 13 m/s olduğu koşulda düşük sürüklenmeli meme ile toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarı konvansiyonel memeye göre %111,1 daha yüksek iken, hava akımı hızının 18 m/s olduğu koşulda %69,1 daha yüksek, hava akımı hızının 22 m/s olduğu koşulda ise %67,7 daha yüksektir.

Toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarlarına hava akımı hızı ve meme tiplerinin etkileri istatistik olarak da değerlendirilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda hava akımı hızları ($P<0.05$) ve meme tipleri ($P<0.01$) arasındaki farklar istatistik olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.10).

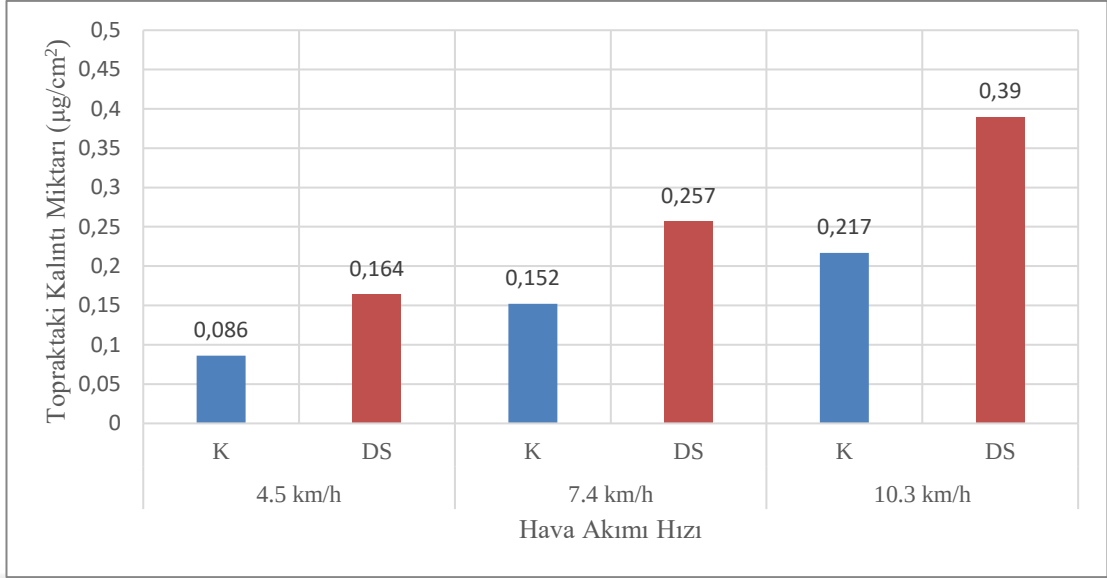
Çizelge 4.10 Hava akımı hızı ve püskürtme memesi tipinin toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarlarına etkilerine ilişkin istatistik değerlendirme sonuçları

Hava Akımı Hızı (m/s)	Meme Tipi		Genel Ortalama
	Konvansiyonel Albuz ATR	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI	
13	0.109±0.009	0.228±0.017	0.169±0.028B
18	0.152±0.011	0.257±0.018	0.205±0.025AB
22	0.167±0.012	0.280±0.038	0.224±0.031A
Genel Ortalama	0.143±0.010B	0.255±0.015A	

Aynı sütunda farklı harfler arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir.

Konvansiyonel meme ile toprağa ilaç kayıplarının düşük sürüklenmeli memeye göre daha düşük olmasına ilişkin sonuç bazı literatür verileriyle uyumlu, bazı literatür verileriyle uyumsuzdur. Caner (2007), olgunlaşma dönemindeki bağdadüşük sürüklenmeli hava girişli meme ve konvansiyonel konik hüzmeli memelerle yaptıkları çalışmada, ilaçlamanın yapıldığı son sıraya yakın mesafelerde hava girişli memelerle toprağa ilaç kayıplarının daha fazla olduğunu açıklamıştır. Derksen vd. (2005), ilaçlama yapılan sırada hava girişli memenin (TD02) toprak üzerinde oluşturduğu kalıntı miktarının konvansiyonel içi boş konik hüzmeli memeye (D4-25) göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Wenneker vd. (2009b) düşük sürüklenmeli memelerle ilaçlama yapılan son elma sırasına yakın mesafede toprağa ilaç kayıplarının konvansiyonel memelere göre daha yüksek olduğunu, bu durumun büyük çaplı damlaların sürüklenmeden hemen toprağa ulaşmasından kaynaklandığını açıklamışlardır. Jamar vd. (2010), bodur elmalarda konvansiyonel Albuz ATR ve düşük sürüklenmeli Albuz TVI memeleriyle yaptıkları çalışmada toprağa ilaç kayıplarının ağacın merkezinde sırasıyla $0.64 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve $0.69 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, ağacın 1.25 m uzaklığında ise sırasıyla $0.62 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve $0.91 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak ölçüldüğünü bildirmişlerdir. Balsari vd. (2013), hava girişli memenin konvansiyonel memeye göre ilaçlama yapılan bitki sırasına yakın mesafeye daha fazla ilaç kaybı oluşturduğunu açıklamışlardır. Buna karşın Balsari ve Marucco (2005), düşük sürüklenmeli memelerle toprağa ilaç kayıplarının konvansiyonel memelere göre daha düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Pülverizatör hava akımı hızının 7.4 km/h ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu denemelerde, üç farklı ilerleme hızında konvansiyonel Albuz ATR ve düşük sürüklenmeli Albuz TVI meme tipleriyle bodur armut ağaçlarına yapılan uygulamalarda toprak yüzeyinde toplanan kalıntı miktarları şekil 4.4' de verilmiştir.



Şekil 4.4 Konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle çalışmada pülverizatör ilerleme hızına bağlı olarak toprak yüzeyinde ölçülen kalıntı miktarları (Hava akımı hızı: 18 m/s, Basınç: 10 bar)

Şekil 4.4 incelendiğinde hem konvansiyonel ve hem de düşük sürüklenmeli memelerle çalışmada pülverizatör ilerleme hızının artmasıyla toprak yüzeyinde ölçülen kalıntı miktarının arttığı görülebilir. Konvansiyonel meme ile ilerleme hızının 4.5 km/h olduğu çalışma koşulunda toprak üzerinde ölçülen ortalama kalıntı miktarı 0.086 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ iken 7.4 km/h ilerleme hızında 0.152 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ değerine, 10.3 km/h ilerleme hızında ise 0.217 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ değerine yükselmiştir. İlerleme hızının 4.5 km/h' den 10.3 km/h' e artmasıyla toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarı % 152.3 oranında artmıştır. Düşük sürüklenmeli meme ile ilerleme hızının 4.5 km/h olduğu çalışma koşulunda toprak üzerinde ölçülen ortalama kalıntı miktarı 0.164 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ iken bu değer 7.4 km/h ilerleme hızında 0.257 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ değerine, 10.3 km/h ilerleme hızında ise 0.390 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ değerine yükselmiştir. Bu sonuçlar, düşük sürüklenmeli meme ile çalışmada hava akımı hızının 13 m/s' den 22 m/s' ye artmasıyla toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarının %137,8 oranında arttığını göstermektedir. Konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle çalışmada pülverizatör ilerleme hızının artmasıyla toprağa oluşan ilaç kayıplarının artmasına ilişkin sonuç bazı araştırmacıların elde ettikleri sonuçlarla benzerlik göstermiştir. Toy ve Dursun (2015), bağlarda farklı ilerleme hızlarında yaptıkları çalışmada hem konvansiyonel hem de düşük sürüklenmeli memelerle toprağa ilaç kayıplarının ilerleme hızının artmasıyla arttığını

bildirmişlerdir. Balsari vd. (2008), ilerleme hızının ve hava akımı hızının düşük olduğu koşulda toprağa ilaç kayıplarının daha az olduğunu, orta ve yüksek ilerleme hızlarında ise toprağa ilaç kayıplarının daha fazla olduğunu açıklamışlardır. Sehsah (2007), ilerleme hızının artmasıyla konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle toprağa sürüklenen kalıntı miktarının arttığını açıklamıştır.

Toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarları meme tipine göre değerlendirildiğinde, konvansiyonel memeye toprağa olan ilaç kayıplarının düşük sürüklenmeli memeye göre oldukça düşük olduğu belirlenmiştir. İlerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda düşük sürüklenmeli meme ile toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarı konvansiyonel memeye göre % 90.7 daha yüksek iken, ilerleme hızının 7.4 km/h olduğu koşulda % 69.1 daha yüksek, ilerleme hızının 10.3 km/h olduğu koşulda ise % 79.7 daha yüksek bulunmuştur.

Toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarlarına ilerleme hızı ve meme tiplerinin etkileri istatistik olarak da değerlendirilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda ilerleme hızları ve meme tipleri arasındaki farklar istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$) (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11 İlerleme hızı ve püskürtme memesi tipinin toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarlarına etkilerine ilişkin istatistik değerlendirme sonuçları

İlerleme Hızı (km/h)	Meme Tipi		Genel
	Konvansiyonel Albuz ATR	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI	
4.5	0.086±0.013	0.164±0.008	0.125±0.019B
7.4	0.152±0.011	0.257±0.018	0.205±0.025B
10.3	0.218±0.038	0.390±0.054	0.304±0.049A
Genel	0.152±0.022B	0.270±0.037A	

Aynı sütunda farklı harfler arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir.

Pülverizatör ilerleme hızının 7.4 km/h ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu denemelerde konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerde hava akımı hızına göre toprak üzerinde farklı örnekleme noktalarında ölçülen kalıntı miktarlarına ilişkin sonuçlar çizelge 4.12’ de verilmiştir. Bu çizelgedeki ağaç merkezinden uzaklık sütununda yer alan 2.5 m ve 0.3 m ölçüm noktaları ağaçların sağ tarafında, -2.5 m ve -0.3 m ölçüm noktaları ise ağaçların sol tarafındadır. Ayrıca, 2.5 m ve -2.5 m ölçüm noktaları sıra aralarında, 0.3 m ve -0.3 m ölçüm noktaları ise ağaç tacı altında kök bölgesine yakındır.

Çizelge 4.12 Konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle çalışmada hava akımı hızına göre toprak üzerinde farklı örnekleme noktalarında ölçülen kalıntı miktarları (İlerleme hızı: 7.4 km/h, Basınç 10 bar)

Hava akımı hızı (m/s)	Ağaç merkezinden uzaklık (m)	Toprak üzerindeki kalıntı miktarı ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	
		Konvansiyonel Albuz ATR	Düşük sürüklenmeli Albuz TVI
13	2.5	0.191	0.258
	0.3	0.110	0.413
	-0.3	0.100	0.218
	-2.5	0.033	0.024
18	2.5	0.071	0.224
	0.3	0.224	0.347
	-0.3	0.243	0.378
	-2.5	0.070	0.079
22	2.5	0.130	0.444
	0.3	0.168	0.288
	-0.3	0.180	0.198
	-2.5	0.190	0.198

Çizelge 4.12 incelendiğinde, 13 m/s hava akımı hızında ağaç merkezinden itibaren -2.5 m mesafedeki örnekleme noktası hariç tüm ölçüm noktalarında düşük sürüklenmeli memeye ait kalıntı miktarlarının konvansiyonel memeye göre daha yüksek olduğu görülebilir. Ağaç merkezine göre farklı ölçüm noktalarındaki kalıntı miktarları incelendiğinde, hem konvansiyonel hem de düşük sürüklenmeli memelerde hava akımı hızının artmasıyla ağaç merkezinden itibaren -2.5 m’ deki ölçüm noktasında toplanan kalıntı miktarında artış

olduğu söylenebilir. Diğer yandan 18 m/s hava akımı hızında hem konvansiyonel hem de düşük sürüklenmeli memelerde ağaç merkezine yakın ölçüm noktalarındaki (0.3 m ve -0.3 m) kalıntı miktarlarının ağaç merkezine uzak ölçüm noktalarındaki (2.5 m ve -2.5 m) kalıntı miktarlarına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

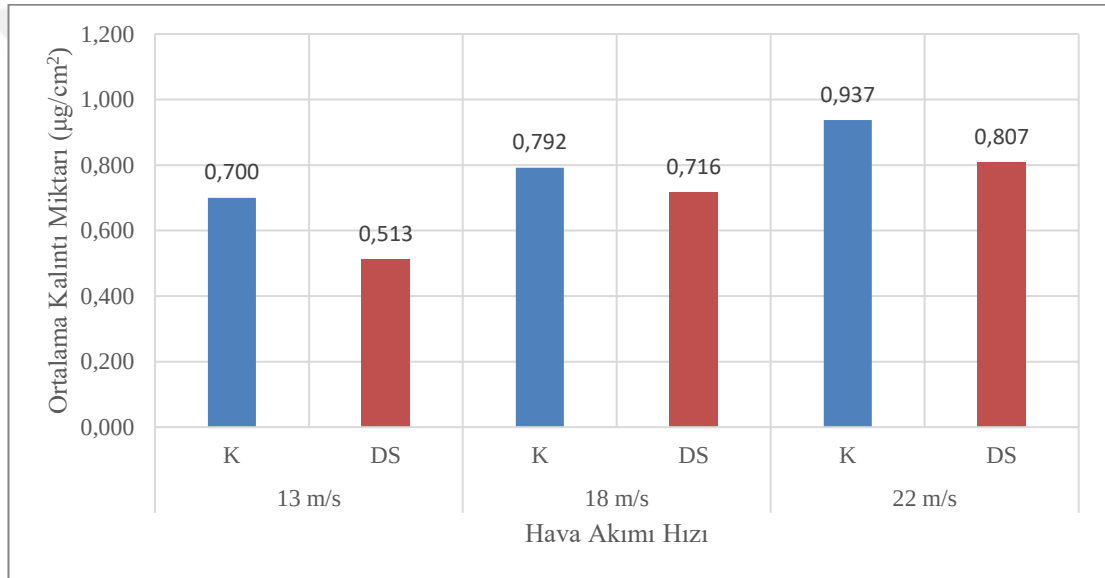
Pülverizatör hava akımı hızının 18 m/s ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu denemelerde konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerde pülverizatör ilerleme hızına göre toprak üzerinde farklı örnekleme noktalarında ölçülen kalıntı miktarlarına ilişkin sonuçlar Çizelge 4.13’ de verilmiştir. Çizelge 4.13 incelendiğinde, 4.5 km/h ilerleme hızında ağaç merkezinden 2.5 m uzaklıktaki ölçüm noktası ve 10.3 km/h ilerleme hızında ağaç merkezinden -2.5 m uzaklıktaki ölçüm noktasındaki kalıntı miktarları hariç tüm ölçüm noktalarında düşük sürüklenmeli memeye ait kalıntı miktarlarının konvansiyonel memeye göre daha yüksek olduğu görülebilir. Her iki meme tipinde de ağaç merkezinden itibaren farklı ölçüm noktalarındaki kalıntı miktarlarının ilerleme hızına göre değişimleri incelendiğinde, ilerleme hızının artmasıyla bazı ölçüm noktalarındaki kalıntı miktarlarının arttığı, bazılarının ise azaldığı söylenebilir.

Çizelge 4.13 Konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle çalışmada ilerleme hızına göre toprak üzerinde farklı örnekleme noktalarında ölçülen kalıntı miktarları (Hava akımı hızı: 18 m/s, Basınç 10 bar)

İlerleme hızı (km/h)	Ağaç merkezinden uzaklık (m)	Toprak üzerindeki kalıntı miktarı ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	
		Konvansiyonel Albuz ATR	Düşük sürüklenmeli Albuz TVI
4.5	2.5	0.099	0.017
	0.3	0.089	0.224
	-0.3	0.089	0.172
	-2.5	0.068	0.242
7.4	2.5	0.071	0.224
	0.3	0.224	0.347
	-0.3	0.243	0.378
	-2.5	0.070	0.079
10.3	2.5	0.234	0.586
	0.3	0.084	0.496
	-0.3	0.186	0.362
	-2.5	0.366	0.116

4.6 Konvansiyonel ve Düşük Sürüklenmeli Memelerle Çalışmada Pülverizatör Hava Akımı Hızının ve İlerleme Hızının Sürüklenmeyle İlaç Kayıplarına Etkisi

Pülverizatör ilerleme hızının 7.4 km/h ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu denemelerde, 3 farklı hava akımı hızında konvansiyonel Albuz ATR ve düşük sürüklenmeli Albuz TVI meme tipleriyle bodur armut ağaçlarına yapılan uygulamalarda hava örnekleme yapılan direklerde 6 farklı ölçme noktasında (yerden itibaren 1 m yükseklikte başlayarak ve 1 m aralıklarla) sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarları ölçülmüş ve elde edilen sonuçlar şekil 4.5’ de verilmiştir.



Şekil 4.5 Konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle çalışmada pülverizatör hava akımı hızına bağlı olarak sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarları (İlerleme hızı: 7.4km/h, Basınc: 10 bar)

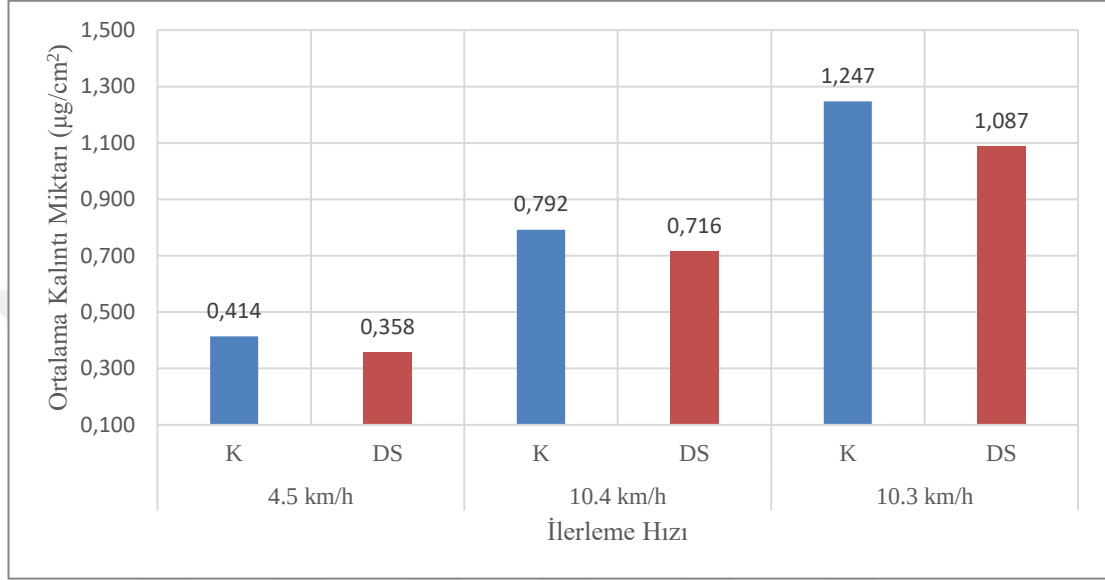
Şekil 4.5’ de görüldüğü gibi hava akımı hızının artmasıyla hem konvansiyonel ve hem de düşük sürüklenmeli memelerde havaya sürüklenme yoluyla oluşan kalıntı miktarları artış göstermiştir. Hava akımı hızının 13 m/s olduğu koşulda konvansiyonel memede sürüklenmeyle oluşan ortalama kalıntı miktarı $0.700 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olup bu değer 18 m/s hava akımı hızında $0.792 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve 22 m/s hava akımı hızında ise $0.937 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak ölçülmüştür. Hava akımı hızının 13 m/s’ den 22 m/s’ ye artmasıyla sürüklenen kalıntı miktarı %33,9 oranında artmıştır. Düşük sürüklenmeli memede hava akımı hızının 13 m/s

olduğu koşulda sürüklenen ortalama kalıntı miktarı $0.513 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olup bu değer 18 m/s hava akımı hızında $0.716 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve 22 m/s hava akımı hızında ise $0.807 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak ölçülmüştür. Hava akımı hızının 13 m/s' den 22 m/s' ye artmasıyla sürüklenen kalıntı miktarı %57,3 oranında artmıştır. Sürüklenen kalıntı miktarı meme tipine bağlı olarak değerlendirildiğinde, her üç hava akımı hızında da konvansiyonel meme ile oluşan sürüklenme kayıplarının düşük sürüklenmeli memeye göre daha fazla olduğu söylenebilir. Hava akımı hızının 13 m/s olduğu koşulda konvansiyonel memenin sürüklenmeyle oluşturduğu ortalama kalıntı miktarı düşük sürüklenmeli memeye göre %36,5 daha yüksek iken, hava akımı hızının 18 m/s olduğu koşulda %10,6 ve hava akımı hızının 22 m/s olduğu koşulda ise %16,1 daha yüksek bulunmuştur. Ancak, yapılan varyans analizi sonunda ne hava akımı hızı ve ne de meme tipi faktörlerinin seviye ortalamaları arasında istatistik olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Hava akımı hızının artmasıyla konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerde havaya sürüklenme yoluyla oluşan kalıntı miktarlarının artmasına ilişkin sonuç literatürle uyumludur. Doruchowski vd. (1996a ve 1996b), Cross vd. (1997), Pezzi ve Rondelli (2000), Landers (2011a ve 2011b), Balsari ve Marucco (2014) gibi araştırmacılar konvansiyonel aksiyal fanlı pülverizatörlerle yaptıkları çalışmalarda pülverizatör hava akımı hızının artmasıyla havaya sürüklenme kayıplarının arttığı açıklamışlardır.

Pülverizatör hava akımı hızının 18 m/s ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu denemelerde, pülverizatörle 3 farklı ilerleme hızında konvansiyonel Albuz ATR ve düşük sürüklenmeli Albuz TVI meme tipleriyle bodur armut ağaçlarına yapılan uygulamalarda hava örnekleme yapılan direklerde sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarları ölçülmüş ve elde edilen sonuçlar şekil 4.6' da verilmiştir.

Şekil 4.6' da görüldüğü gibi pülverizatör ilerleme hızının artmasıyla hem konvansiyonel ve hem de düşük sürüklenmeli memelerde havaya sürüklenme yoluyla oluşan kalıntı miktarları artış göstermiştir. İlerleme hızının 13 m/s olduğu koşulda konvansiyonel memede sürüklenmeyle oluşan ortalama kalıntı miktarı $0.414 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olup bu değer 18 m/s hava akımı hızında $0.792 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve 22 m/s hava akımı hızında ise $1.247 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak ölçülmüştür. İlerleme hızının 4.5 km/h' den 10.3 km/h' e artmasıyla sürüklenen kalıntı miktarı % 201.2 oranında artmıştır. Düşük sürüklenmeli memede ilerleme hızının

4.5 km/h olduğu koşulda sürüklenmeyle oluşan ortalama kalıntı miktarı $0.358 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olup, bu değer 7.4 km/h ilerleme hızında $0.716 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve 10.3 km/h ilerleme hızında ise $1.087 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak ölçülmüştür. İlerleme hızının 4.5 km/h' den 10.3 km/h' e artmasıyla sürüklenen kalıntı miktarı % 203.6 oranında artmıştır.



Şekil 4.6 Konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle çalışmada pülverizatör ilerleme hızına bağlı olarak sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarları (Hava akımı hızı: 18 m/s, Basınç: 10 bar)

Havaya sürüklenen kalıntı miktarı meme tipine bağlı olarak değerlendirildiğinde, her üç ilerleme hızında da konvansiyonel meme ile oluşan sürüklenme kayıplarının düşük sürüklenmeli memeye göre daha fazla olduğu söylenebilir. İlerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda konvansiyonel memenin sürüklenmeyle oluşturduğu ortalama kalıntı miktarı düşük sürüklenmeli memeye göre % 15.6 daha yüksek iken, ilerleme hızının 7.4 km/h' olduğu koşulda % 10.6 ve ilerleme hızının 10.3 km/h' olduğu koşulda ise % 14.7 daha yüksek bulunmuştur.

İlerleme hızı ve meme tipi faktörlerinin havaya sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarlarına etkileri istatistik olarak da değerlendirilmiştir. Yapılan varyans analizi sonunda sadece ilerleme hızı faktörünün seviye ortalamaları arasındaki farklar istatistik olarak önemli ($P<0.01$) bulunmuş olup Duncan testi sonuçları çizelge 4.14' de verilmiştir.

Çizelge 4.14 İlerleme hızının havaya sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarına etkisine ilişkin istatistik değerlendirme sonuçları

İlerleme Hızı (km/h)	Meme Tipi		Genel
	Konvansiyonel Albuz ATR	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI	
4.5	0.414±0.102	0.358±0.105	0.386±0.067b
7.4	0.792±0.040	0.715±0.150	0.754±0.072ab
10.3	1.247±0.208	1.087±0.371	1.167±0.193a

Aynı sütünde farklı harfler arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir.

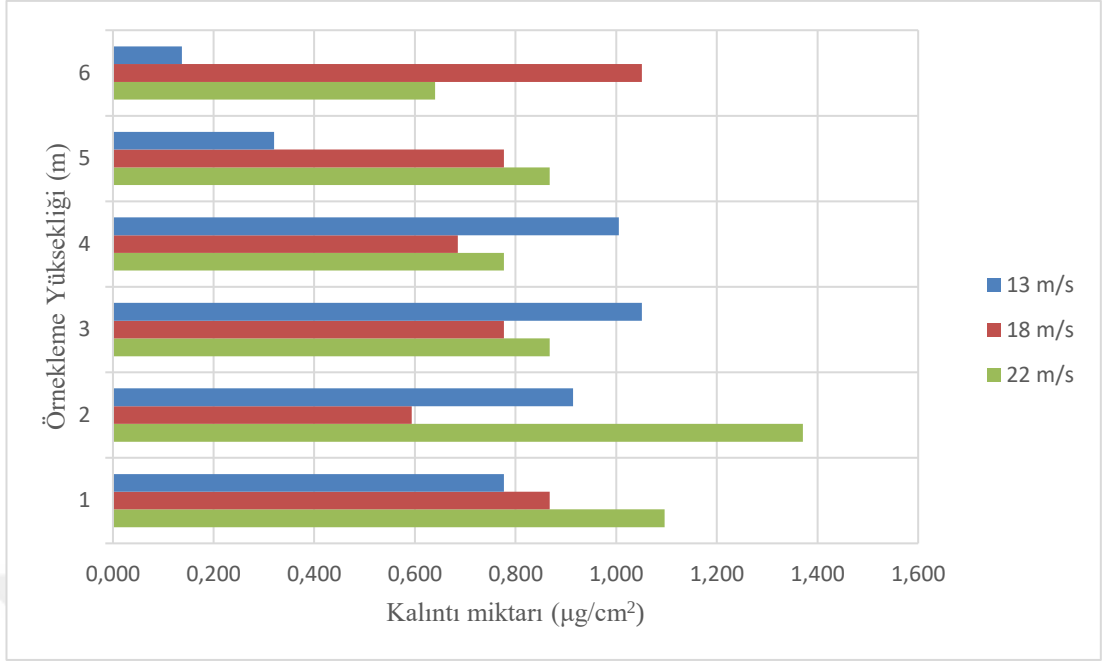
Pülverizatör ilerleme hızının artmasıyla hem konvansiyonel hem de düşük sürüklenmeli memelerde havaya sürüklenen kalıntı miktarının artmasına ilişkin sonuç bazı literatür verileriyle benzerlik gösterirken, bazılarıyla zıtlık göstermektedir. Salyani vd. (2009), ilerleme hızının en yüksek olduğu çalışma koşulunda havaya sürüklenen kalıntı miktarının daha fazla olduğunu açıklamışlardır. Douzals (2012), pülverizatör ilerleme hızının artmasıyla havaya sürüklenen kalıntı miktarının arttığını, farklı ilerleme hızlarında düşük sürüklenmeli memelerin sürüklenmeyle oluşturdukları kalıntı miktarının konvansiyonel memeye göre daha az olduğunu bildirmiştir. Buna karşın Landers (2011b), bitkilerin erken gelişme döneminde pülverizatör ilerleme hızındaki artışın havaya sürüklenen kalıntı miktarını azalttığını bildirmiştir. Salyani vd. (2009), turuncgillerde düşük ilerleme hızlarında yapılan ilaçlamalarda havaya sürüklenme potansiyelinin yüksek ilerleme hızına göre daha fazla olduğunu açıklamışlardır.

Pülverizatör ilerleme hızının 7.4 km/h ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu denemelerde, 3 farklı hava akımı hızında konvansiyonel Albuz ATR ve düşük sürüklenmeli Albuz TVI meme tipleriyle bodur armut ağaçlarına yapılan uygulamalarda hava örnekleme yapılan direklerde 6 farklı ölçme noktasında (yerden itibaren 1 m yükseklikte başlayarak ve 1 m aralıklarla) ölçülen kalıntı miktarları çizelge 4.15’ de verilmiştir.

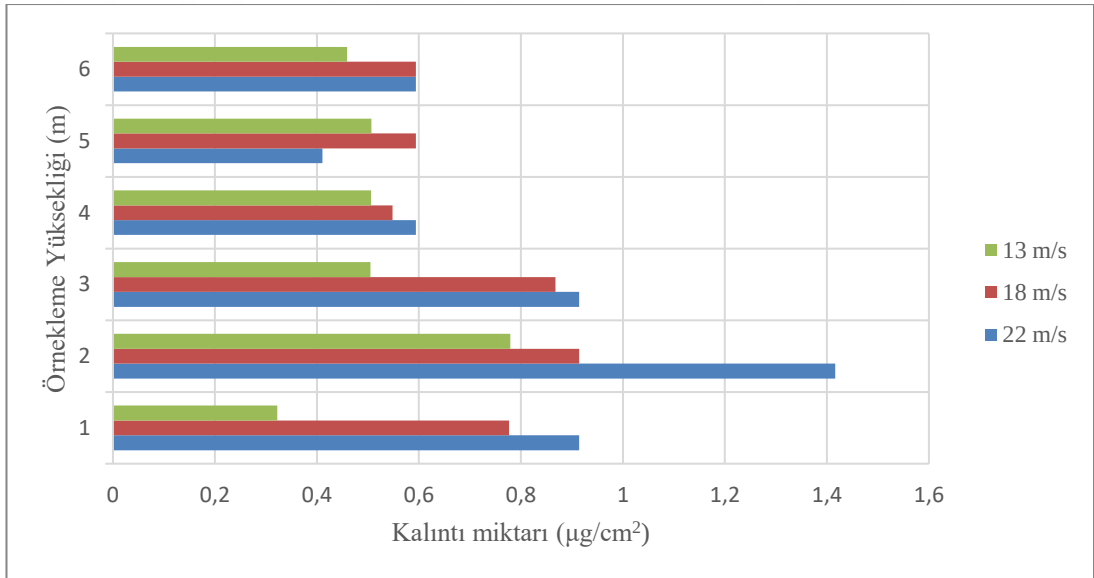
Çizelge 4.15 Konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle çalışmada farklı hava akımı hızlarında sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarlarının örnekleme yüksekliğine göre değişimi (İlerleme hızı: 7.4 km/h, Basınç: 10 bar)

Hava akımı hızı (m/s)	Meme tipi	Kalıntı miktarı ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)					
		1 m	2 m	3 m	4 m	5 m	6 m
13	Konvansiyonel Albuz ATR	0.777	0.914	1.051	1.005	0.320	0.137
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI	0.322	0.779	0.505	0.506	0.507	0.459
18	Konvansiyonel Albuz ATR	0.868	0.594	0.777	0.685	0.777	1.051
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI	0.777	0.914	0.868	0.548	0.594	0.594
22	Konvansiyonel Albuz ATR	1.096	1.371	0.868	0.777	0.868	0.640
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI	0.914	1.416	0.914	0.594	0.411	0.594

Çizelge 4.15 incelendiğinde, konvansiyonel memede sürüklenmeyle oluşan en düşük kalıntı miktarı 13 m/s hava akımı hızında $0.137 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ile 6. m' de, en yüksek kalıntı miktarı ise 22 m/s hava akımı hızında $1.096 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ile 1. m' de ölçülmüştür. Düşük sürüklenmeli memede ise sürüklenmeyle oluşan en düşük kalıntı miktarı 13 m/s hava akımı hızında $0.322 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ile 1. m' de, en yüksek kalıntı miktarı ise 22 m/s hava akımı hızında $1.416 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ile 2. m' de ölçülmüştür. Konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerde hava akımı hızına bağlı olarak farklı örnekleme yüksekliklerindeki kalıntı miktarı değişimlerinin belirli bir yönde olmadığı, yüksekliğe bağlı olarak bazen kalıntı miktarının azaldığı bazen arttığı söylenebilir. Bu durum Şekil 4.7 ve Şekil 4.8 incelendiğinde de açıkça görülebilir. Ancak özellikle düşük sürüklenmeli meme ile çalışmada örnekleme yüksekliğinin 4., 5. ve 6. m' lerinde sürüklenme yoluyla oluşan kalıntı miktarlarının genellikle daha düşük olduğu söylenebilir (Şekil 4.8).



Şekil 4.7 Konvansiyonel meme ile çalışmada farklı hava akımı hızlarında sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarlarının örnekleme yüksekliğine göre değişimi (İlerleme hızı: 7.4 km/h, Basınç: 10 bar)



Şekil 4.8 Düşük sürüklenmeli meme ile çalışmada farklı hava akımı hızlarında sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarlarının örnekleme yüksekliğine göre değişimi (İlerleme hızı: 7.4 km/h, Basınç: 10 bar)

Pülverizatör hava akımı hızının 18 m/s ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu denemelerde, pülverizatörle 3 farklı ilerleme hızında konvansiyonel Albuz ATR ve düşük sürüklenmeli Albuz TVI meme tipleriyle bodur armut ağaçlarına yapılan uygulamalarda hava örnekleme yapılan direklerde 6 farklı ölçme noktasında sürüklenme yoluyla oluşan kalıntı miktarlarına ilişkin sonuçlar çizelge 4.16’ da verilmiştir.

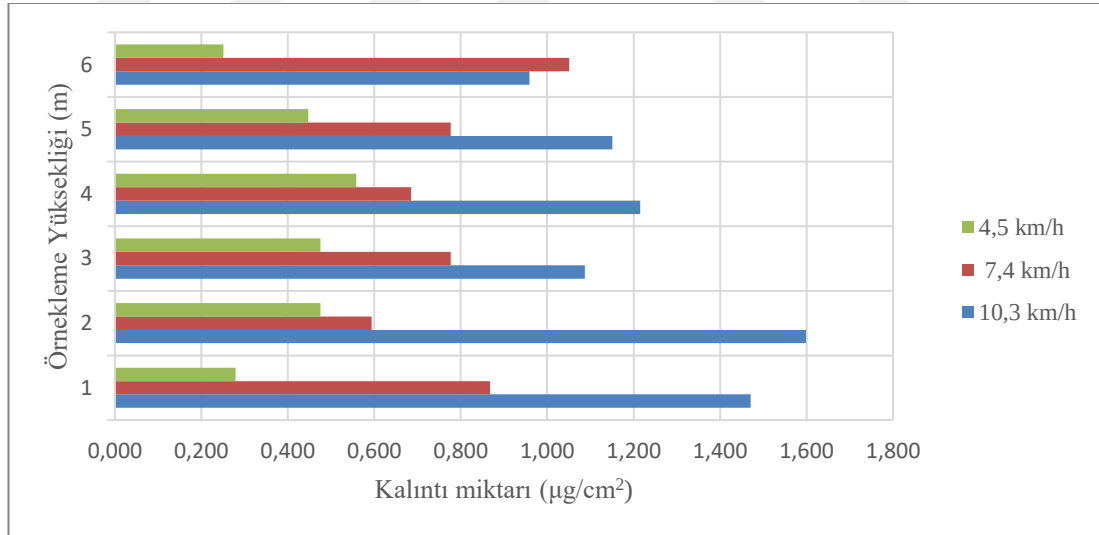
Çizelge 4.16 Konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle çalışmada farklı ilerleme hızlarında sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarlarının örnekleme yüksekliğine göre değişimi

İlerleme hızı (km/h)	Meme tipi	Kalıntı miktarı ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)					
		1 m	2 m	3 m	4 m	5 m	6 m
4.5	Konvansiyonel Albuz ATR	0.279	0.475	0.475	0.558	0.447	0.251
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI	0.363	0.279	0.363	0.363	0.530	0.251
7.4	Konvansiyonel Albuz ATR	0.868	0.594	0.777	0.685	0.777	1.051
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI	0.777	0.914	0.868	0.548	0.594	0.594
10.3	Konvansiyonel Albuz ATR	1.471	1.599	1.087	1.215	1.151	0.959
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI	1.599	1.215	1.343	0.767	0.959	0.640

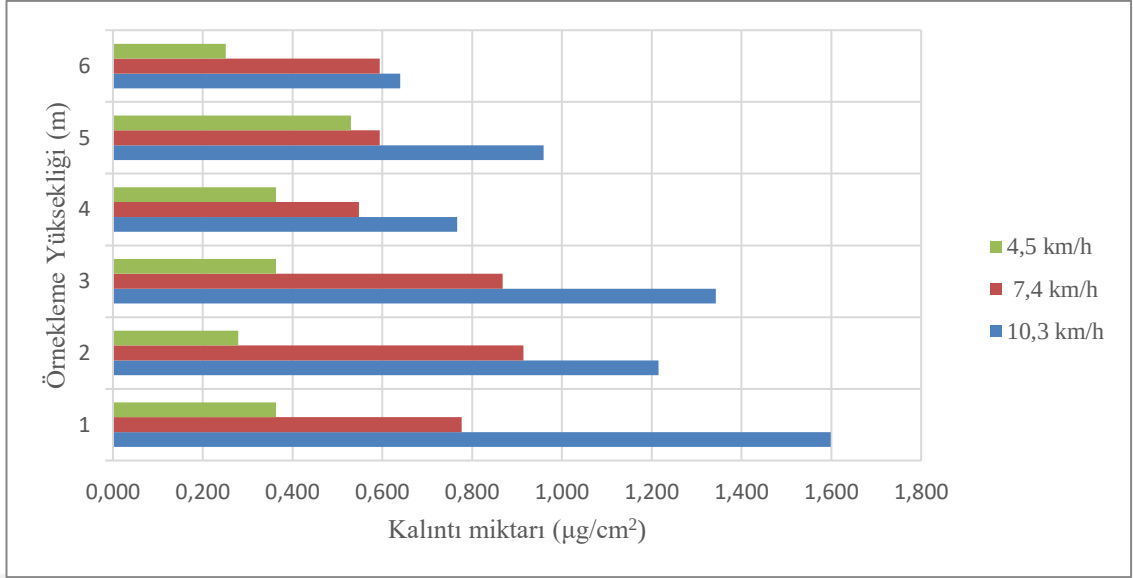
Çizelge 4.16 incelendiğinde, tüm ilerleme hızlarında bazı örnekleme yüksekliklerinde konvansiyonel memeye ait kalıntı miktarı düşük sürüklenmeli memeye göre daha yüksek iken bazı örnekleme yüksekliklerinde bu durumun tersi olduğu görülebilir. Konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerde ilerleme hızının artmasıyla farklı örnekleme yüksekliklerindeki kalıntı miktarları artış göstermiştir. Ancak örnekleme yüksekliği boyunca kalıntı miktarları incelendiğinde, yerden itibaren 1. m’ den başlayarak 6. m’ ye kadar kalıntı miktarının artma veya azalma şeklinde değiştiği görülmektedir. İlerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda konvansiyonel memede en düşük kalıntı miktarı 6. m’ de $0.251 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, en yüksek kalıntı miktarı 4. m’ de $0.558 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak ölçülmüştür. Düşük sürüklenmeli memede en düşük kalıntı miktarı yine 6. m’ de $0.251 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, en yüksek kalıntı miktarı 5. m’ de $0.530 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak ölçülmüştür. İlerleme hızının 7.4 km/h olduğu koşulda konvansiyonel memede en düşük kalıntı miktarı 2. m’ de $0.594 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, en yüksek kalıntı miktarı 6. m’ de $1.051 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak ölçülmüştür. Düşük sürüklenmeli memede en düşük kalıntı miktarı 5. ve 6. m’ de $0.594 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, en yüksek kalıntı miktarı 2. m’ de $0.914 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak ölçülmüştür. İlerleme hızının 10.3

km/h olduğu koşulda konvansiyonel memede en düşük kalıntı miktarı 6. m' de 0.959 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, en yüksek kalıntı miktarı 2. m' de 1.599 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak ölçülmüştür. Düşük sürüklenmeli memede en düşük kalıntı miktarı 6. m' de 0.640 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, en yüksek kalıntı miktarı 1. m' de 1.599 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak ölçülmüştür.

Şekil 4.9 ve şekil 4.10' da ise sırasıyla konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerde sürüklenme yoluyla oluşan kalıntı miktarları ayrı ayrı verilmiştir. Şekil 4.9 incelendiğinde, konvansiyonel meme ile çalışmada 6. m yükseklikteki örnekleme noktası hariç diğer tüm yüksekliklerde en yüksek ilerleme hızı olan 10.3 km/h' de ölçülen kalıntı miktarlarının en yüksek olduğu görülebilir. Tüm örnekleme noktalarında en düşük kalıntı miktarları ise 4.5 km/h' lik ilerleme hızında yapılan uygulamalardan elde edilmiştir. Şekil 4.10' da düşük sürüklenmeli meme ile çalışmada elde edilen sonuçlar incelendiğinde, tüm örnekleme yüksekliklerinde ilerleme hızının artmasıyla ölçülen kalıntı miktarlarının arttığı görülebilir. Tüm örnekleme noktalarında en düşük kalıntı miktarları ise 4.5 km/h' lik ilerleme hızında yapılan uygulamalardan elde edilmiştir.



Şekil 4.9 Konvansiyonel meme ile çalışmada farklı ilerleme hızlarında sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarlarının örnekleme yüksekliğine göre değişimi (Hava akımı hızı: 18 m/s, Basınç: 10 bar)



Şekil 4.10 Düşük sürüklenmeli meme ile çalışmada farklı ilerleme hızlarında sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarlarının örnekleme yüksekliğine göre değişimi (Hava akımı hızı: 18 m/s, Basınç: 10 bar)

4.7 Konvansiyonel ve Düşük Sürüklenmeli Memelerle Çalışmada Pülverizatör Hava Akımı Hızının Kaplama Oranına Etkisi

Konvansiyonel meme ile 3 farklı hava akımı hızında bodur armut ağaçlarının farklı bölgelerinde sağlanan kaplama oranı değerleri çizelge 4.17’ de verilmiştir. Çizelge 4.17 incelendiğinde, her üç hava akımı hızında da en yüksek kaplama oranları armut ağaçlarının alt bölgelerinde, en düşük kaplama oranları ise armut ağaçlarının üst bölgelerinde elde edilmiştir. Pülverizatör hava akımı hızının artmasıyla tüm bölgelerde kaplama oranı değerleri artmıştır. En düşük kaplama oranı %24,18 ile 13 m/s hava akımı hızında üst bölgede, en yüksek kaplama oranı %37,89 ile 22 m/s hava akımı hızında alt bölgede elde edilmiştir. Hava akımı hızının 13 m/s’ den 22 m/s’ ye artmasıyla üst bölgede sağlanan kaplama oranı %24,18’ den %31,76’ ya, orta bölgede sağlanan kaplama oranı %24,26’ dan %34,84’ e, alt bölgede sağlanan kaplama oranı ise %30,16’ dan %37,89’ a yükselmiştir.

Çizelge 4.17 Konvansiyonel memelerle çalışmada farklı hava akımı hızlarında armut ağaçlarında sağlanan kaplama oranları (%) (İlerleme hızı: 7.4 km/h, Basınç: 10 bar)

Bölge	Hava Akımı Hızı (m/s)		
	13	18	22
Üst	24.18	26.29	31.76
Orta	24.26	27.07	34.84
Alt	30.16	35.38	37.89

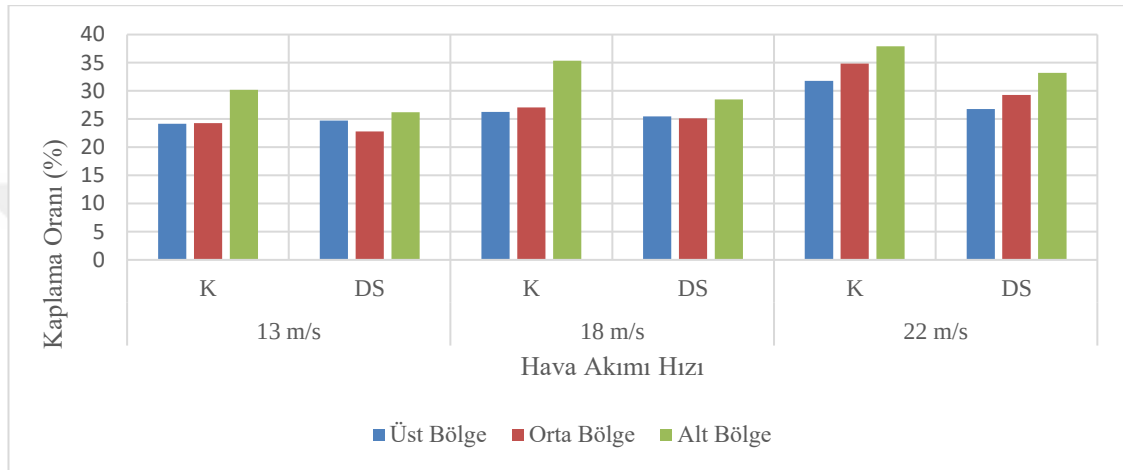
Düşük sürüklenmeli meme ile 3 farklı hava akımı hızında bodur armut ağaçlarının farklı bölgelerinde sağlanan kaplama oranı değerleri Çizelge 4.18’ de verilmiştir. Çizelge 4.18 incelendiğinde, her üç hava akımı hızında da en yüksek kaplama oranlarının armut ağaçlarının alt bölgelerinde elde edildiği görülebilir. Hava akımı hızına göre en düşük kaplama oranları üst bölgelerde ya da orta bölgelerde elde edilmiştir. Konvansiyonel memede olduğu gibi düşük sürüklenmeli memede de pülverizatör hava akımı hızının artmasıyla tüm bölgelerde kaplama oranı değerleri artmıştır. En düşük kaplama oranı %22,79 ile 13 m/s hava akımı hızında orta bölgede, en yüksek kaplama oranı %33,18 ile 22 m/s hava akımı hızında alt bölgede elde edilmiştir. Hava akımı hızının 13 m/s’ den 22 m/s’ ye artmasıyla üst bölgede sağlanan kaplama oranı %24,74’ den %26,75’ e, orta bölgede sağlanan kaplama oranı %22,79’ dan %29,27’ ye, alt bölgede sağlanan kaplama oranı ise %26,21’ den %33,18’ e yükselmiştir.

Çizelge 4.18 Düşük sürüklenmeli memelerle çalışmada farklı hava akımı hızlarında armut ağaçlarında sağlanan kaplama oranları (%) (İlerleme hızı: 7.4 km/h, Basınç: 10 bar)

Bölge	Hava Akımı Hızı (m/s)		
	13	18	22
Üst	24.74	25.46	26.75
Orta	22.79	25.15	29.27
Alt	26.21	28.48	33.18

Farklı hava akımı hızlarında konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle armut ağaçlarının üst, orta ve alt bölgelerinde sağlanan kaplama oranları Şekil 4.11’ de karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Şekil 4.11 incelendiğinde, üç hava akımı hızında da hem konvansiyonel ve hem de düşük sürüklenmeli memelerde en fazla kaplama oranının

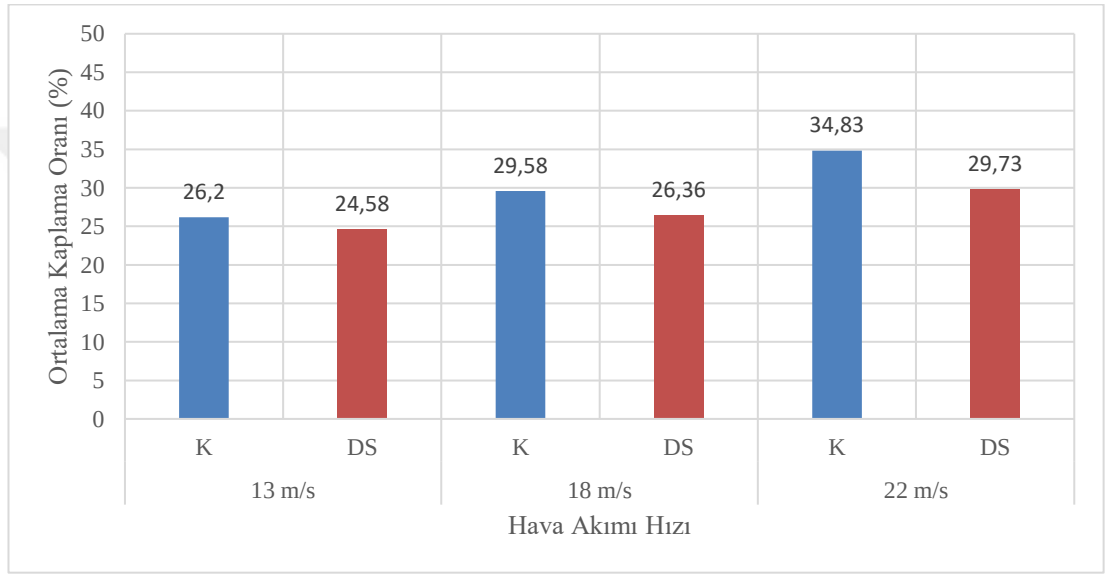
ağaçların alt bölgesinde elde edildiği görülebilir. Ağaçların orta ve alt bölgelerinde sağlanan kaplama oranları 13 m/s ve 18 m/s hava akımı hızlarında birbirine oldukça yakın iken, 22 m/s hava akımı hızında her iki meme tipinde de üst bölgede sağlanan kaplama oranı orta bölgeye göre daha düşük bulunmuştur. Meme tipine bağlı olarak değerlendirme yapıldığında ise genellikle konvansiyonel meme ile sağlanan kaplama oranı değerlerinin düşük sürüklenmeli memelere göre daha yüksek olduğu söylenebilir.



Şekil 4.11 Konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle hava akımı hızına göre ağaçların farklı bölgelerinde sağlanan kaplama oranları (Hava Akımı Hızı: 7.4 km/h, Basınç: 10 bar)

Farklı hava akımı hızlarında konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle armut ağaçlarında sağlanan ortalama kaplama oranları şekil 4.12’ de verilmiştir. Şekil 4.12 incelendiğinde, hava akımı hızının artmasıyla hem konvansiyonel ve hem de düşük sürüklenmeli memelerde kaplama oranı değerlerinin arttığı görülebilir. Diğer yandan, her üç hava akımı hızında da konvansiyonel meme ile armut ağaçlarında sağlanan ortalama kaplama oranı değerleri düşük sürüklenmeli meme ile sağlanan ortalama kaplama oranı değerlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Hava akımı hızının 13 m/s olduğu koşulda, konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle sağlanan ortalama kaplama oranları sırasıyla %26,2 ve %24,58 iken, 18 m/s hava akımı hızında sırasıyla %29,58 ve %26,36, 22 m/s hava akımı hızında ise sırasıyla %34,83 ve %29,73 olarak belirlenmiştir.

Konvansiyonel meme ile armut ağaçlarında sağlanan ortalama kaplama oranlarının düşük sürüklenmeli memeye göre daha yüksek bulunmasına ilişkin sonuç literatürle uyumludur. Derksen vd. (2005), yarı bodur elmada yaptıkları çalışmada düşük sürüklenmeli memelerle sağlanan kaplama oranlarının konvansiyonel memelere göre daha düşük olduğunu, Jamar vd. (2010) ise konvansiyonel Albuz ATR ve düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme tipleriyle sağlanan kaplama oranlarının sırasıyla %44,9 ve %33,7 olarak bulunduğunu açıklamışlardır.



Şekil 4.12 Konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle hava akımı hızına göre armut ağaçlarında sağlanan ortalama kaplama oranları (İlerleme hızı: 7.4 km/h, Basınç: 10 bar)

Hava akımı hızı ve püskürtme memesi tipine bağlı olarak yapraklar üzerinde sağlanan kaplama oranları istatistik olarak da değerlendirilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda hava akımı hızıxpüskürtme memesi interaksyonu istatistik olarak önemli bulunmuş ($P<0.01$) olup, farklı grupların belirlenmesinde Duncan testi kullanılmış ve elde edilen sonuçlar çizelge 19’ da verilmiştir.

Çizelge 4.19 Hava akımı hızıxpüskürtme memesi interaksiyonunun kaplama oranına etkisine ilişkin istatistik değerlendirme sonuçları

Hava Akımı Hızı (m/s)	Meme Tipi	
	Konvansiyonel Albuz ATR	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI
13	26.20±0.520aC	24.58±0.416aC
18	29.58±0.046aB	26.36±0.277bB
22	34.83±0.624aA	29.73±0.225bA

Aynı satırda yer alan farklı küçük harfler arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir.

Aynı sütunda yer alan farklı büyük harfler arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir.

4.8 Konvansiyonel ve Düşük Sürüklenmeli Memelerle Çalışmada Pülverizatör İlerleme Hızının Kapsama Oranına Etkisi

Pülverizatör ilerleme hızının kaplama oranına etkisini belirlemek için üç farklı ilerleme hızında çalışılmış olup konvansiyonel meme ile bodur armut ağaçlarının farklı bölgelerinde sağlanan kaplama oranı değerleri çizelge 4.20’ de verilmiştir. Çizelge 4.20 incelendiğinde, tüm ilerleme hızlarında en yüksek kaplama oranlarının armut ağaçlarının alt bölgelerinde, en düşük kaplama oranlarının üst bölgelerinde elde edildiği görülebilir. Pülverizatör ilerleme hızının artmasıyla tüm bölgelerde kaplama oranı değerleri azalmıştır. En düşük kaplama oranı %18,98 ile 10.3 km/h ilerleme hızında üst bölgede, en yüksek kaplama oranı % 40.62 ile 4.5 km/h ilerleme hızında alt bölgede elde edilmiştir. Pülverizatör ilerleme hızının artmasıyla armut ağaçlarının üst, orta ve alt bölgelerinde sağlanan kaplama oranı değerleri azalmıştır. İlerleme hızının 4.5 km/h’ den 10.3 km/h’ e artmasıyla üst bölgede sağlanan kaplama oranı % 33.31’ den % 18.98’ e, orta bölgede sağlanan kaplama oranı % 36.70’ den % 23.63’ e, alt bölgede sağlanan kaplama oranı ise % 40.62’ den % 25.93’ e düşmüştür.

Çizelge 4.20 Konvansiyonel memelerle üç farklı pülverizatör ilerleme hızında çalışmada armut ağaçlarında sağlanan kaplama oranları (%) (Hava akımı hızı: 18 m/s, Basınç: 10 bar)

Bölge	Pülverizatör İlerleme Hızı (km/h)		
	4.5	7.4	10.3
Üst	33.31	26.29	18.98
Orta	36.70	27.07	23.63
Alt	40.62	35.38	25.93

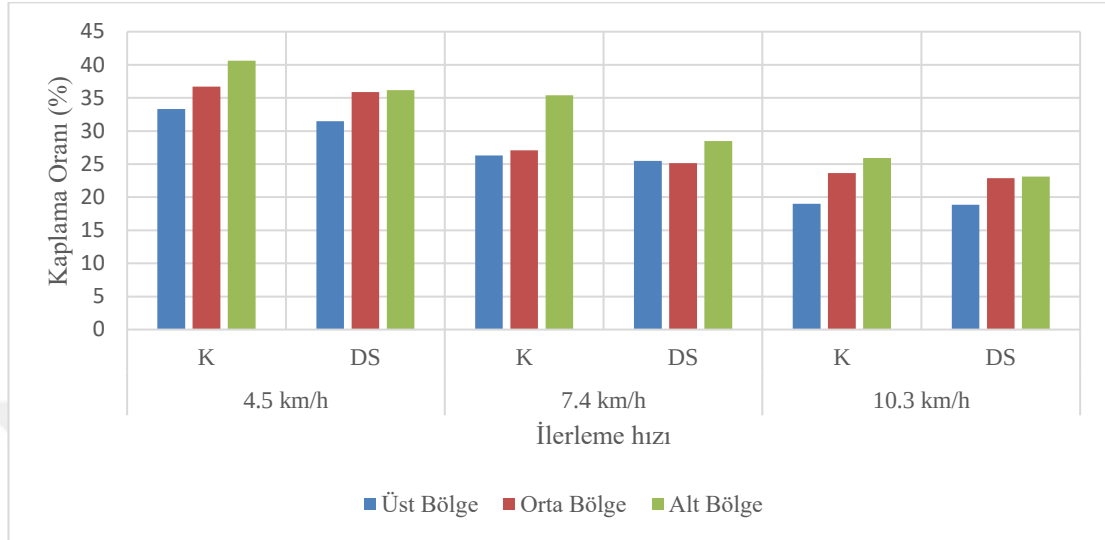
Düşük sürüklenmeli meme ile üç farklı ilerleme hızında armut ağaçlarının farklı bölgelerinde sağlanan kaplama oranı değerleri ise çizelge 4.21’ de verilmiştir. Çizelge 4.21’ de görüldüğü gibi tüm ilerleme hızlarında en yüksek kaplama oranları armut ağaçlarının alt bölgelerinde, en düşük kaplama oranları ise üst bölgelerinde (7.4 km/h hariç) elde edilmiştir. En düşük kaplama oranı %18,85 ile 10.3 km/h ilerleme hızında üst bölgede, en yüksek kaplama oranı % 36.17 ile 4.5 km/h ilerleme hızında alt bölgede elde edilmiştir. Konvansiyonel memede olduğu gibi pülverizatör ilerleme hızının artmasıyla armut ağaçlarının üst, orta ve alt bölgelerinde sağlanan kaplama oranı değerleri azalmıştır. İlerleme hızının 4.5 km/h’ den 10.3 km/h’ e artmasıyla üst bölgede sağlanan kaplama oranı % 31.48’ den % 18.85’ e, orta bölgede sağlanan kaplama oranı % 35.87’ den % 22.88’ e, alt bölgede sağlanan kaplama oranı ise % 36.17’ den % 23.10’ a düşmüştür.

Çizelge 4.21 Düşük sürüklenmeli memelerle 3 farklı pülverizatör ilerleme hızında çalışmada armut ağaçlarında sağlanan kaplama oranları (%) (Hava akımı hızı: 18 m/s, Basınç: 10 bar)

Bölge	Pülverizatör İlerleme Hızı (km/h)		
	4.5	7.4	10.3
Üst	31.48	25.46	18.85
Orta	35.87	25.15	22.88
Alt	36.17	28.48	23.10

Pülverizatörün farklı ilerleme hızlarında konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle armut ağaçlarının üst, orta ve alt bölgelerinde sağlanan kaplama oranları şekil 4.13’ de karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Şekil 4.13 incelendiğinde, her üç ilerleme hızında da hem konvansiyonel hem de düşük sürüklenmeli memelerde en fazla kaplama oranının genellikle ağaçların alt bölgesinde elde edildiği görülebilir. İlerleme hızının 4.5 km/h ve 10.3 km/h olduğu koşulda üst bölgede sağlanan kaplama oranlarının alt bölgeye göre daha düşük olduğu, 7.4 km/h ilerleme hızında ise üst ve orta bölgede sağlanan kaplama oranlarının hemen hemen aynı olduğu görülebilir. İlerleme hızının artmasıyla her iki memede de kaplama oranı değerlerinin azaldığı görülmüştür. Meme tipine bağlı olarak değerlendirme yapıldığında, 4.5 km/h ve 7.4 km/h ilerleme hızlarında genellikle

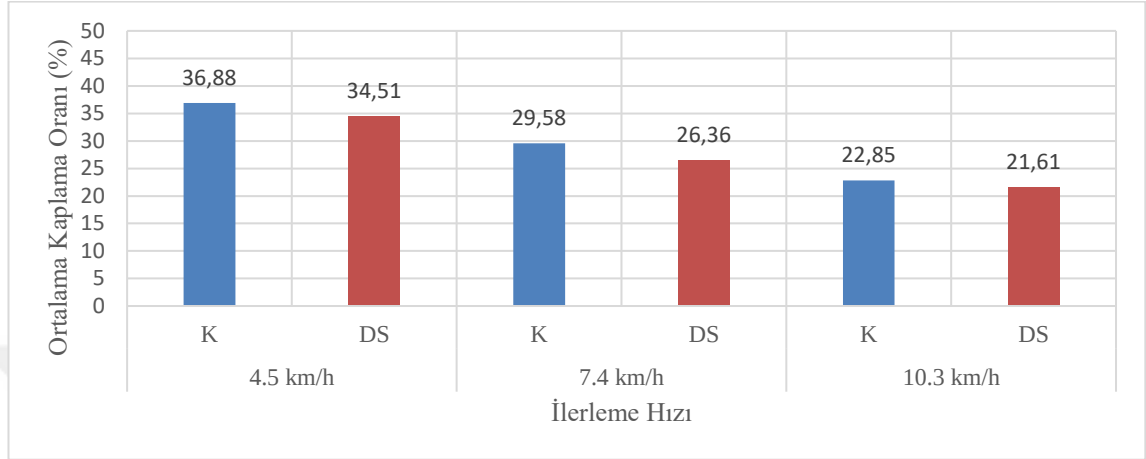
konvansiyonel meme ile sağlanan kaplama oranı değerlerinin düşük sürüklenmeli memelere göre daha yüksek olduğu söylenebilir.



Şekil 4.13 Konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle ilerleme hızına göre ağaçların farklı bölgelerinde sağlanan kaplama oranları (Hava akımı hızı: 18 m/s, Basınç: 10 bar)

Pülverizatörün üç farklı ilerleme hızında konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle armut ağaçlarında sağlanan ortalama kaplama oranları Şekil 4.14’ de verilmiştir. Şekil 4.14 incelendiğinde, pülverizatör ilerleme hızının artmasıyla hem konvansiyonel ve hem de düşük sürüklenmeli memelerde kaplama oranı değerlerinin azaldığı görülebilir. Ayrıca, her üç ilerleme hızında konvansiyonel meme ile armut ağaçlarında sağlanan ortalama kaplama oranı değerleri, düşük sürüklenmeli meme ile sağlanan ortalama kaplama oranı değerlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Pülverizatör ilerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda, konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle sağlanan ortalama kaplama oranları sırasıyla % 36.88 ve % 34.51 iken 7.4 km/h ilerleme hızında sırasıyla % 29.58 ve % 26.36, 10.3 km/h ilerleme hızında ise sırasıyla % 22.85 ve % 21.61 olarak belirlenmiştir. İlerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak armut ağaçlarında sağlanan kaplama oranlarına ilişkin sonuçlar literatürle kısmen uyumlu, kısmen uyumsuzdur. Panneton ve Lacasse (2004), ilerleme hızı ile kaplama oranı arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişki olduğunu açıklamışlardır. Caner (2007), asmalarda düşük sürüklenme potansiyeline sahip hava girişli memenin konvansiyonel

memeye göre daha fazla kaplama oranı sağladığını, Toy ve Dursun (2015), düşük ilerleme hızında düşük sürüklenmeli memenin konvansiyonel memeye göre asma yapraklarında sağladığı kaplama oranının daha yüksek olduğunu açıklamışlardır.



Şekil 4.14 Konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle pülverizatör ilerleme hızına göre armut ağaçlarında sağlanan ortalama kaplama oranları (Hava akımı hızı: 18 m/s, Basınç: 10 bar)

İlerleme hızı ve püskürtme memesi tipine bağlı olarak yapraklar üzerinde sağlanan kaplama oranları istatistik olarak da değerlendirilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda sadece ilerleme hızı ve püskürtme memesi faktörlerinin seviye ortalamaları arasındaki farklar istatistik olarak önemli ($P<0.01$) bulunmuş olup, farklı grupların belirlenmesinde Duncan testi kullanılmış ve elde edilen sonuçlar çizelge 22’ de verilmiştir.

Çizelge 4.22 İlerleme hızı ve meme tipi faktörlerinin kaplama oranına etkisine ilişkin istatistik değerlendirme sonuçları

İlerleme Hızı (km/h)	Meme Tipi		Genel
	Konvansiyonel Albuz ATR	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI	
4.5	36.88±0.658	34.51±0.433	35.70±0.636a
7.4	29.58±0.144	26.36±0.439	27.97±0.749b
10.3	22.85±0.329	21.61±0.381	22.23±0.357c
Genel	29.77±2.04a	27.49±1.89b	

Aynı sütunda yer alan farklı küçük harfler arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir.

5. SONUÇ

Pülverizatörle sabit ilerleme hızı (7.5 km/h) ve çalışma basıncında (10 bar) 3 farklı hava akımı hızında (13, 18 ve 22 m/s) yapılan denemelerde konvansiyonel Albuz ATR memesiyle armut ağaçlarında sağlanan ortalama kalıntı miktarı düşük sürüklenmeli Albuz TVI memesine göre daha yüksek bulunmuştur. Konvansiyonel memeye göre düşük sürüklenmeli meme ile ortalama kalıntı miktarında sağlanan artış; hava akımı hızının 13 m/s olduğu koşulda % 77.6 iken, hava akımı hızının 18 m/s olduğu koşulda % 48.1, hava akımı hızının 22 m/s olduğu koşulda ise % 30.6 olarak belirlenmiştir. Ayrıca, her iki meme tipinde de hava akımı hızının artmasıyla armut ağaçlarında sağlanan ortalama kalıntı miktarı artmıştır. Konvansiyonel memede hava akımı hızının 13 m/s' den 22 m/s' ye artmasıyla armut ağaçlarında sağlanan ortalama kalıntı miktarı % 75,1 daha yüksek bulunmuş iken, düşük sürüklenmeli memede hava akımı hızının 13 m/s' den 22 m/s' ye artmasıyla armut ağaçlarında sağlanan ortalama kalıntı miktarı % 28.7 daha yüksek bulunmuştur.

Konvansiyonel memede hava akımı hızının artmasıyla % CV değerinde bir düşüş olduğu yani kalıntı dağılım düzgünlüğünde bir iyileşme olduğu, düşük sürüklenmeli memede ise % CV değerlerinin birbirine yakın olduğu ve kalıntı dağılım düzgünlüğü açısından belirgin bir değişim olmadığı belirlenmiştir. Diğer yandan tüm hava akımı hızlarında konvansiyonel memeye ait % CV değerlerinin düşük sürüklenmeli memeye göre daha düşük olduğu, konvansiyonel memenin armut ağaçlarında sağlanan kalıntı dağılım düzgünlüğü açısından daha iyi sonuç verdiği belirlenmiştir.

Tüm hava akımı hızlarında hem yaprak üstü kalıntı miktarı hem de yaprak altı kalıntı miktarı açısından düşük sürüklenmeli meme ile elde edilen değerler konvansiyonel memeye göre daha yüksek bulunmuştur. Aynı zamanda hava akımı hızının artmasıyla hem konvansiyonel meme ile hem de düşük sürüklenmeli meme ile yaprak üstünde sağlanan kalıntı miktarı artmıştır. Hava akımı hızının 13 m/s' den 22 m/s' ye artmasıyla konvansiyonel memede yaprak üstü kalıntı miktarı % 85.2 oranında artarken, düşük sürüklenmeli memede bu artış oranı % 29.2 olarak bulunmuştur. Hava akımı hızının artmasıyla hem konvansiyonel meme ile hem de düşük sürüklenmeli meme ile yaprak

altında sağlanan kalıntı miktarı artmıştır. Hava akımı hızının 13 m/s' den 22 m/s' ye artmasıyla konvansiyonel memede yaprak üstü kalıntı miktarı % 65.3 oranında artarken, düşük sürüklenmeli memede bu artış oranı % 21.4 olarak bulunmuştur.

Yaprak üstü ve yaprak altı kalıntı oranları (YÜ/YA) hava akımı hızına ve meme tipine bağlı olarak 0.94 ile 1.39 arasında değişmiş olup, kalıntı dağılım düzgünlüğü açısından konvansiyonel memenin düşük sürüklenmeli memeye göre daha iyi sonuç verdiği saptanmıştır.

Pülverizatör hava akımı hızının 18 m/s ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu denemelerde, konvansiyonel Albuz ATR ve düşük sürüklenmeli Albuz TVI meme tipleriyle pülverizatörün 3 farklı ilerleme hızında elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, her üç ilerleme hızında da armut ağaçlarında sağlanan en yüksek ortalama kalıntı miktarlarının düşük sürüklenmeli Albuz TVI memesiyle elde edildiği görülmüştür. Ayrıca, her iki meme tipinde de pülverizatör ilerleme hızının artmasıyla armut ağaçlarında sağlanan ortalama kalıntı miktarı artmıştır. Konvansiyonel memede ilerleme hızının 4.5 km/h' den 10.3 km/h' e artmasıyla armut ağaçlarında sağlanan ortalama kalıntı miktarı % 57.7 daha yüksek bulunmuştur. Düşük sürüklenmeli memede ise ilerleme hızının 4.5 km/h' den 10.3 km/h' e artmasıyla armut ağaçlarında sağlanan ortalama kalıntı miktarı % 49.4 oranında artmıştır.

Pülverizatör ilerleme hızının artmasıyla konvansiyonel memeye ait % CV değerlerinin azaldığı yani kalıntı dağılım düzgünlüğünde iyileşme olduğu, buna karşın düşük sürüklenmeli memeye ait % CV değerlerinin hemen hemen aynı olduğu belirlenmiştir. İlerleme hızının 4.5, 7.4 ve 10.3 km/h olduğu koşullarda konvansiyonel meme ile armut ağaçlarında sağlanan kalıntı dağılımına ait CV değerleri sırasıyla % 40, % 16 ve % 7 olarak hesaplanmış iken, düşük sürüklenmeli memede CV değerleri sırasıyla % 25, % 25 ve % 27 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç, ilerleme hızının 4.5 km/h olduğu çalışma koşulunda düşük sürüklenmeli memenin armut ağaçları üzerinde daha düzgün bir kalıntı dağılımı sağladığını, ilerleme hızının 7.4 ve 10.3 km/h olduğu çalışma koşullarında ise konvansiyonel memenin armut ağaçları üzerinde daha düzgün bir kalıntı dağılımı sağladığını göstermiştir.

Denemelerin yürütüldüğü üç pülverizatör ilerleme hızında da hem yaprak üstü hem de yaprak altı kalıntı miktarı açısından düşük sürüklenmeli meme ile elde edilen değerler daha yüksek bulunmuştur. Diğer taraftan ilerleme hızının artmasıyla hem konvansiyonel meme ile hem de düşük sürüklenmeli meme ile yaprak üstünde sağlanan kalıntı miktarı artmıştır. İlerleme hızının 4.5 km/h' den 10.3 km/h' e artmasıyla konvansiyonel memede yaprak üstü kalıntı miktarı % 31.1 oranında artarken, düşük sürüklenmeli memede bu artış oranı % 11.2 olarak bulunmuştur. İlerleme hızının artmasıyla hem konvansiyonel meme hem de düşük sürüklenmeli meme ile yaprak altında sağlanan kalıntı miktarı da artmıştır. İlerleme hızının 4.5 km/h' den 10.3 km/h' e artmasıyla konvansiyonel memede yaprak üstü kalıntı miktarı % 100.4 oranında artarken, düşük sürüklenmeli memede bu artış oranı % 107.5 oranında artmıştır.

Yaprak üstü ve yaprak altı kalıntı oranları (YÜ/YA) açısından incelendiğinde, ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak 0.81 ile 1.57 arasında değiştiği görülmüştür. İlerleme hızının artmasıyla hem konvansiyonel memenin hem de düşük sürüklenmeli memenin kalıntı dağılım düzgünlüğünde iyileşme olduğu söylenebilir.

Pülverizatör ilerleme hızının 7.4 km/h ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu denemelerde, hava akımı hızının artmasıyla hem konvansiyonel hem de düşük sürüklenmeli memelerle armut ağaçlarına ilaç uygulama etkinliğinin arttığı görülmüştür. Hava akımı hızının 13 m/s olduğu koşulda konvansiyonel meme ile elde edilen uygulama etkinliği % 26.6 iken, hava akımı hızı 18 m/s olduğunda uygulama etkinliği % 38.79' a, hava akımı hızı 22 m/s olduğunda ise uygulama etkinliği % 46.57' ye yükselmiştir. Düşük sürüklenmeli memede ise hava akımı hızının 13, 18 ve 22 m/s'lik değerlerinde elde edilen uygulama etkinliği değerleri sırasıyla % 47.23, % 57.42 ve % 60.80 olarak belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlar meme tipine bağlı olarak değerlendirildiğinde ise düşük sürüklenmeli meme ile sağlanan uygulama etkinliği değerlerinin konvansiyonel memeye göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Pülverizatör hava akımı hızının 18 m/s ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu denemelerde, pülverizatör ilerleme hızının artmasıyla hem konvansiyonel ve hem de düşük sürüklenmeli memelerde armut ağaçlarında uygulama etkinliği değerlerinin arttığı

görülmüştür. İlerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda konvansiyonel meme ile sağlanan uygulama etkinliği % 29.31 iken, ilerleme hızı 7.4 km/h olduğunda uygulama etkinliği % 38.79' a, ilerleme hızı 10.3 km/h olduğunda ise uygulama etkinliği % 61.87' ye yükselmiştir. Düşük sürüklenmeli memede ise pülverizatör ilerleme hızının 4.5, 7.4 ve 10.3 km/h' lik değerlerinde elde edilen uygulama etkinliği değerleri sırasıyla % 41.40, % 57.42 ve % 61.87 olarak belirlenmiştir. Ayrıca, bu sonuçlardan anlaşılabileceği gibi her üç ilerleme hızında da düşük sürüklenmeli meme ile sağlanan uygulama etkinliği değerleri konvansiyonel memeye göre daha yüksektir.

Pülverizatör ilerleme hızının 7.4 km/h ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu denemelerde, hava akımı hızının artmasıyla hem konvansiyonel hem de düşük sürüklenmeli memelerin toprak yüzeyinde oluşturduğu kalıntı miktarının arttığı saptanmıştır. Konvansiyonel meme ile çalışmada hava akımı hızının 13 m/s' den 22 m/s' ye artmasıyla toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarı % 54.6 oranında artmış, düşük sürüklenmeli meme ile çalışmada ise % 22.8 oranında artmıştır. Ayrıca, düşük sürüklenmeli memeye toprağa olan ilaç kayıplarının konvansiyonel memeye göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Hava akımı hızının 13 m/s olduğu koşulda düşük sürüklenmeli meme ile toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarı konvansiyonel memeye göre % 111.1 daha yüksek iken, hava akımı hızının 18 m/s olduğu koşulda % 69.1 daha yüksek, hava akımı hızının 22 m/s olduğu koşulda ise % 67.7 daha yüksektir.

Pülverizatör ilerleme hızının 7.4 km/h ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu denemelerde, ilerleme hızının artmasıyla hem konvansiyonel hem de düşük sürüklenmeli memelerin toprak yüzeyinde oluşturduğu kalıntı miktarı artmıştır. Konvansiyonel memede ilerleme hızının 4.5 km/h' den 10.3 km/h' e artmasıyla toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarı % 152.3 oranında artmış iken, düşük sürüklenmeli meme ile çalışmada % 137.8 oranında artmıştır. Farklı ilerleme hızlarında toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarları yani toprağa ilaç kayıpları meme tipine göre değerlendirildiğinde, konvansiyonel memeye toprağa ilaç kayıpları düşük sürüklenmeli memeye göre oldukça düşüktür. İlerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda düşük sürüklenmeli meme ile toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarı konvansiyonel memeye göre % 90.7 daha yüksek iken,

ilerleme hızının 7.4 km/h olduğu koşulda % 69.1 daha yüksek, ilerleme hızının 10.3 km/h olduğu koşulda ise % 79.7 daha yüksek bulunmuştur.

Pülverizatör ilerleme hızının 7.4 km/h ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu denemelerde, hava akımı hızının artmasıyla hem konvansiyonel hem de düşük sürüklenmeli memelerde havaya sürüklenme yoluyla oluşan kalıntı miktarları artmıştır. Hava akımı hızının 13 m/s' den 22 m/s' ye artmasıyla konvansiyonel memede havaya sürüklenen kalıntı miktarı % 33.9 oranında artmış iken, düşük sürüklenmeli memede % 57.3 oranında artmıştır. Diğer taraftan, her üç hava akımı hızında da konvansiyonel meme ile oluşan sürüklenme kayıplarının düşük sürüklenmeli memeye göre daha fazla olduğu saptanmıştır. Hava akımı hızının 13 m/s olduğu koşulda konvansiyonel memenin havaya sürüklenmeyle oluşturduğu kalıntı miktarı düşük sürüklenmeli memeye göre % 36.5 daha yüksek iken, hava akımı hızının 18 m/s olduğu koşulda % 10.6 ve hava akımı hızının 22 m/s olduğu koşulda ise % 16.1 daha yüksek bulunmuştur.

Pülverizatör hava akımı hızının 18 m/s ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu denemelerde, pülverizatör ilerleme hızının artmasıyla hem konvansiyonel hem de düşük sürüklenmeli memelerde havaya sürüklenme yoluyla oluşan kalıntı miktarları artmıştır. İlerleme hızının 4.5 km/h' den 10.3 km/h' e artmasıyla havaya sürüklenen kalıntı miktarı konvansiyonel memede % 201.2 oranında artmış, düşük sürüklenmeli meme ile çalışmada ise % 203.6 oranında artmıştır. Ayrıca, her üç ilerleme hızında da konvansiyonel meme ile havaya sürüklenme kayıplarının düşük sürüklenmeli memeye göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. İlerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda konvansiyonel memenin havaya sürüklenmeyle oluşturduğu kalıntı miktarı düşük sürüklenmeli memeye göre % 15.6, ilerleme hızının 7.4 km/h' olduğu koşulda % 10.6 ve ilerleme hızının 10.3 km/h' olduğu koşulda ise % 14.7 daha yüksek bulunmuştur.

Konvansiyonel meme ile 3 farklı hava akımı hızında yapılan denemelerde, yapraklar üzerinde en yüksek kaplama oranları armut ağaçlarının alt bölgelerinde, en düşük kaplama oranları ise üst bölgelerinde elde edilmiştir. Pülverizatör hava akımı hızının artmasıyla tüm bölgelerde kaplama oranı değerleri artmıştır. Hava akımı hızının 13 m/s' den 22 m/s' ye artmasıyla üst bölgede sağlanan kaplama oranı % 24.18' den % 31.76' ya,

orta bölgede sağlanan kaplama oranı % 24.26' dan % 34.84' e, alt bölgede sağlanan kaplama oranı ise % 30.16' dan % 37.89' a yükselmiştir. Konvansiyonel memede olduğu gibi düşük sürüklenmeli memede de pülverizatör hava akımı hızının artmasıyla tüm bölgelerde kaplama oranı değerleri artmıştır. Hava akımı hızının 13 m/s' den 22 m/s' ye artmasıyla üst bölgede sağlanan kaplama oranı % 24.74' den % 26.75' e, orta bölgede sağlanan kaplama oranı % 22.79' dan % 29.27' ye, alt bölgede sağlanan kaplama oranı ise % 26.21' den % 33.18' e yükselmiştir.

Meme tipine bağlı olarak değerlendirme yapıldığında, genellikle konvansiyonel meme ile sağlanan kaplama oranlarının düşük sürüklenmeli memelere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Pülverizatör hava akımı hızının artmasıyla hem konvansiyonel hem de düşük sürüklenmeli memelerle armut ağaçlarında ortalama kaplama oranı değerlerinin arttığı görülmüştür. Diğer yandan, her üç hava akımı hızında da konvansiyonel meme ile armut ağaçlarında sağlanan ortalama kaplama oranı değerleri düşük sürüklenmeli meme ile sağlanan ortalama kaplama oranı değerlerine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Pülverizatör ilerleme hızının artmasıyla hem konvansiyonel hem de düşük sürüklenmeli memelerle armut ağaçlarının üst, orta ve alt bölgelerinde sağlanan kaplama oranları azalmıştır. Konvansiyonel meme ile çalışmada ilerleme hızının 4.5 km/h' den 10.3 km/h' e artmasıyla üst bölgede sağlanan kaplama oranı % 33.31' den % 18.98' e, orta bölgede sağlanan kaplama oranı % 36.70' den % 23.63' e, alt bölgede sağlanan kaplama oranı ise % 36.88' den % 22.85' e düşmüştür. Düşük sürüklenmeli meme ile çalışmada ise ilerleme hızının 4.5 km/h' den 10.3 km/h' e artmasıyla üst bölgede sağlanan kaplama oranı % 31.48' den % 18.85' e, orta bölgede sağlanan kaplama oranı % 35.87' den % 22.88' e, alt bölgede sağlanan kaplama oranı ise % 36.17' den % 21.61' e düşmüştür.

Pülverizatör ilerleme hızının artmasıyla hem konvansiyonel hem de düşük sürüklenmeli memelerle armut ağaçlarında sağlanan ortalama kaplama oranları azalmıştır. Ayrıca, üç ilerleme hızında da konvansiyonel meme ile armut ağaçlarında sağlanan ortalama kaplama oranları, düşük sürüklenmeli memeye göre daha yüksek bulunmuştur. Pülverizatör ilerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda, konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle sağlanan ortalama kaplama oranları % 36.88 ve % 34.51 iken

7.4 km/h ilerleme hızında sırasıyla % 29.58 ve % 26.36, 10.3 km/h ilerleme hızında ise sırasıyla % 22.85 ve % 21.61 olarak belirlenmiştir.



KAYNAKLAR

Akçay M.E, Yücer M.M. 2008. Armut. Hasad Yayıncılık, 95 s İstanbul.

Anonymous 2010(b). AVI 800 AirInduction Anti-DriftNozzle. <http://www.albuz.saint-gobain.com/en/avi-80-buses-nozzles-boquillas.html>.Erişim Tarihi: 07.06.2024.

Anonim 2020. İstatistik Veri Portalı.<https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1-> (ErişimTarihi: 03.03.2024)

Anonim. 2021a.Tarım Ürünleri Piyasaları.<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/belgeler/Armut/Rapor.pdf>(Erişim Tarihi: 13.12.2023)

Anonim. 2021b.Armu Yetiştiriciliği. https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/ozturka/66653/Armut_Yeti%C5%9Ftiricili%C4%9Fi.pdf(Erişim Tarihi: 04.03.2024)

Aydar, A., Zeki, C., Sabahoğlu, Y., & Atlamaz, M. İ. (2010). Elma bahçelerinde elma içkurdu *Cydia pomonella* (L.)(Lepidoptera: Tortricidae) mücadelesinde yardımcı hava akımlı hidrolik bahçe pülverizatörünün biyolojik performansının belirlenmesi. *Bitki Koruma Bülteni*, 50(2), 51-63.

Balsari, P., Marucco, P. And Oggero, G., 2002. Spray Applications in Italian Apple Orchards: Target Coverage, Ground Losses and Drift, ASAE Paper No: 021002, pp: 1-12.

Balsari, P., Marucco, P. and Tamagnone, M. 2005. Study of a “Self-calibrating” Sprayer for Pesticide Application in Vineyard. Information and Technology for Sustainable Fruit and Vegetable Production, FRUTIC 05, 12-16 September 2005, Montpellier, France.

Balsari, P. and Marucco, P. 2005. Sprayer Adjustment and Vine Canopy Parameters Affecting Spray Drift: The Italian Experience. Proceeding, International Conference on Pesticide Application for Drift Management, Washington, 109-115.

Balsari, P., Narucco, P., Oggero, G. and Tamagnone, M. 2008. Reduction of the Pesticide Losses and the Improvement of Spray Deposit Through the Study of Sprayer Optimal Air Velocities in Vineyard. Innovation Technology to Empower Safety, Health and Welfare in Agriculture and Agro-food System International Conference, September 15-17, 2008 Ragusa, Italy.

- Balsari, P., Marucco, P. and Tamagnone, M. 2013. Proposal of a Methodology for Assessing Spray Drift From Air-Assisted Sprayers to Enable Their Classification According to Drift Risk. 12th Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing (SuproFruit 2013) 26-28 June 2013 Valencia, Spain.
- Balsari, P. and Marucco, P. 2014. Making the Most Efficient Use of Pesticide Applications in Vineyard – Experiences From Europe. <http://www.aab.org.uk/images/BALSARI.pdf> ErişimTarihi: 06.05.2024.
- Bao, L, Chen K, Zhang, D, Li, X, Yuanwen T. 2008. An assessment of genetic variability and relationships within Asian pears based on AFLP (amplified fragment length polymorphism) markers. *Scientia Horticulturae*, 116: 374-380.
- Butar, S. 2014. Armut yetiştiriciliği. Meyvecilik Araştırma Enstitüsü, Yayın No:60, 1-15.
- Büyükyılmaz, M. 1993. Armut Çeşit Kataloğu. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Yayın No: 360/19: 47 s, Ankara.
- Caner, Ö.K. 2007. Yardımcı Hava Akımlı Hidrolik Pülverizatörle Bağ İlaçlamasında Toprak Yüzeyine Sürüklenmeyi Azaltmaya Yönelik En Uygun Kullanım Koşullarının Belirlenmesi. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 187, İzmir.
- Cerruto, E. 2007a. Influence of airflow rate and forward speed on the spray deposit in vineyards. *Journal of Agricultural Engineering-Riv. di Ing. Agr.* 1,7-14.
- Cerruto, E. 2007b. Further studies on the variation on spray deposits in vineyards with airflow rate and volume rate. *The Journal of Agricultural Engineering*. Vol 38 (1).
- Cerruto, E., Emma G. and Manetto, G. 2008. Study of a new model of sprayer for applications in tendone vineyards. *Journal of Agricultural Engineering-Riv. di Ing. Agr.* 1,41-48.
- Condator, F., Wolf, S. and Wohlhauser, R. 2013. Product Deposition and Citrus from Application with Different Equipment and the Effect of Air and Water Volumes, 12th Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing (SuproFruit 2013), 26-28 June 2013-Valencia, Spain.
- Codis, S., Bonicel, J.F., Diouloufer, G., Douzals, J.P., Hebrard, O., Montegano, P., Ruelle, B., Ribeyrolles, X. and Verges, A. 2013. EvaSpray Viti: A New Tool for Sprayer's Agro-Environmental Performance Assessment. 12th Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing (SuproFruit 2013). 26-28 Haziran 2013, Valencia, Spain.

- Cross, J.V., Ridout, M.S. and Walklate, P.J. 1997. Adjustment of axial fan sprayers to orchard structure. Bulletin OILB/SROP, 20(9):86-94.
- Cross, J.V., Walklate, P.J., Murray, R.A. and Richardson, G.M., 2001. Spray deposits and losses in different sized apple trees from an axial fan orchard sprayer: 2. effects of spray quality. Crop Protection, 20 (4), 333-343.
- Çilingir, İ., Dursun, E. 2018. Bitki Koruma Makinaları (3.Baskı). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1531, Ders Kitabı: 484, Ankara.
- Derksen, R.C. and Gray, R.L., 1995. Deposition and Air Speed Patterns of Air-Carrier Apple Orchard Sprayers. Transactions of the ASAE, 38(1), 5-11.
- Doğar, L., ve Armağan, E. (2014). Bizans döneminde Prousa (Bursa) ve çevresinde gündelik beslenme üzerine bir deneme. Sanat Tarihi Dergisi, 23(2), 13-48.
- Dolera, L., Verchr, R., Garcera, C., Soler, J.M. and Val, L. 2012. Spraying Citrus Orchards with Antidrift Nozzles. International Conference of Agricultural Engineering July 8-12, Valencia, Spain.
- Douzals, J.P. 2012. Asymmetric Classification of Drift Reducing Nozzles Considering Frontal or Lateral Wind Conditions. International Conference Agricultural Engineering July 8-12, Valencia, Spain.
- Doruchowski, G., Holownicki, R. and Godyn, A. 1996a. Deposit and loss of spray in orchard as affected by spray discharge system and air-jet setting. IOBC wprs Bulletin, 19(4), 383-384.
- Doruchowski, G., Holownicki, R. and Godyn, A. 1996b. Air-Jet Setting Effect on Spray Deposition Within Apple Tree Canopy and Loss of Spray in Orchard. International Conference on Agricultural Engineering AgEng 96-Madrid, 1996 Paper no. 96A139.
- Duga, A.T., Ruysen, K., Dekeyser, D., Nuyttens, D., Bylemans, D., Nicolai, B., Verboven, P., 2015. Spray deposition profiles in pome fruit trees: Effects of sprayer design, training system and tree canopy characteristics. Crop Protection, 67: 200-213.
- Dursun, E. 1994. Tarla Pülverizatörlerinde İlaçlama Özelliklerinin İyileştirilmesi Olanakları. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Doktora Tezi (Yayımlanmamış), 148, Ankara.
- Dursun, E. (2000). Meme Aşınmasının Pülverizasyon Karakteristiklerine Etkileri. Ekin Dergisi, Yıl: 4, Sayı: 12. Ankara.

- Dursun, E., Çilingir, İ., Aydar, A., Sabahoglu, Y., Zeki, C. ve Şenöz, B. 2008. Elma İçkurdu (Cydia Pomonella L.) Mücadelesinde Yardımcı Hava Akımlı İki Bahçe Pülverizatörünün İlaç Uygulama Etkinliğinin Belirlenmesi. Tübitak Projesi (Proje No: 104O412) Sonuç Raporu, 178, Ankara.
- Escola, A., Camp, F., Solanellas, F., Planas, S., Gracia, F., Rosel, J.R., Gil, E., Val, L., 2006. Spray Application Volume Test in Apple and Pear Orchards in Catalonia (Spain) and Variable Rate Technology for Dose Adjustment, ASABE International Meeting, Portland, Oregon, USA, pp:1-9.
- Gül, M., ve Akpınar, M. G. (2006). Dünya ve Türkiye meyve üretimindeki gelişmelerin incelenmesi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(1), 15-27.
- Güler, H. (2002). Değişik Hava Akımı ve İlaç Püskürtme Yönlerinin Tele Alınmış Bağlarda İlaç Dağılım Düzgünlüğüne Olan Etkileri. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir.
- Güler, H. ve Tozan, M. 2004. Farklı basınç ve hava debisi değerlerinde hava akımı ve püskürtme yönlerinin pülverizasyon karakteristiklerine etkileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 41(1): 117-126. ISSN 1018-8851.
- Hogmire, H.W. and Peterson, D.L., 1997. Pest Control on Dwarf Apples With a Tunnel Sprayer. Crop Protection, 16(4), 365-369.
- Holownicki, R., Doruchowski, G., Godyn, A. And Swiechowski, W., 2000. Effect of Air Adjustment on Spray Losses in Orchard, Aspects of Applied Biology 57, 293-300.
- Jamar, L., Mostade, O., Huyghebaert, B., Pigeon, O. and Lateur, M. 2010. Comparative performance of recycling tunnel and conventional sprayers using standard and drift-mitigating nozzles in dwarf apple orchards. Crop Protection 29 (2010), 561-566.
- Kesik, A. (2021). Tescilli bazı ayva anaçlarının, williams, beurrehardy ve passe-crassane armut çeşitlerinde genç ağaçların vejetatif ve generatif gelişimleri üzerine etkileri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Knewitz, H., Weisser, P. and Koch, H. 2002. Drift-reduction spray application in orchards and biological efficacy of pesticides. Aspect of Applied Biology 66, 231-236.
- Landers, A. and Farooq, M. 2004b. Reducing spray drift from orchards: a successful case study. New York Furit Vol 2, No:3,
- Landers, A. 2008. Improving Spraying Efficiency. Workshop October 2008, Australia.

- Landers, A. 2011a. Improving spray deposition and reducing drift airflow adjustment is the answer. New York Quarterly, Vol 19, No.4, Winter 2011.
- Landers, A. 2011b. Improving Spray Deposition with Engineering Innovation-What a Difference a Decade Makes. Research Focus 2011-1 Cornell Viticulture and Enology.
- Loquet, B., Siham, M., Zavagli, F. and Gleizer, B. 2009. Reducing Drift Spray Application in Orchard: Efficiency of Nozzles. SuproFruit 2009 10th Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing, 30 September - 2 October 2009, Wageningen, The Netherlands.
- Matthews, G.A., Bateman, R., Miller, P., 2014. Pesticide Application Methods. Fourth Edition, WileyBlackwell, 517 p.
- McArtney, S.J. and Obermiller, J.D. 2008. Comparative performance of air-induction and conventional nozzles on an axial fan sprayer in medium density apple orchards. HortTechnology 18(3), 365-371.
- Michielsen, J.M.G.P., van de Zande, J.C. and Wenneker, M. 2009. Nozzle Classification for Drift Reduction in Orchard Spraying: Effect of NozzleType in a Dormant Stage Orchards. SuproFruit 2009 10th Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing, 30 September-October 2009. Wageningen, The Netherlands.
- Necas, T., Wolf, J., Kiss, T., Göttingerova, M., Ondrasek, I., Venuta, R., Lanar, L. and Letocha, T. 2020. Improving the quality of nursery apple and pear trees with the use of different plant growth regulators. European Journal of Horticultural Science, 85(6); 430-438.
- Öztürk, O., Başar, A., Özgümüş, A., Katkat, A., Altınel, B. 1996. Bursa yöresinde şeftali ağaçlarında görülen mikro besin maddeleri noksanlıklarının teşhisi ve tedavisi. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müd. Eskişehir Araştırma Ens. Müd. Yayınları Genel Yayın No:239, Rapor Seri No:187, Eskişehir.
- Panneton, B. and Lacasse, B. 2004. Effect of air-assistance configuration on spray recovery and target coverage for an vineyard sprayer. Canadian Biosystems Engineering, Vol 46, 213-218
- Panneton, B., Piche, M., Phillion, V. and Chouinard, G. 2011. Leaf Deposition with Fixed Sprinklers Low Drift and Conventional Nozzles in Apple Orchard. American Society of Agricultural and Biological Engineers.

- Pergher, G., Gubiani, R. and Tonetto, G. 1997. Foliar deposition and pesticide losses from three air- assisted sprayers in a hedgerow vineyard. *Crop Protection*, 16 (1), 25-33.
- Pergher, G. and Gubiani, R. 2006. Spray application in vineyard: air flow rate and forward speed. *Giornate Fitopatologiche Vol Primo 2006*, 493-498.
- Pergher, G. and Petris, R. 2007. Canopy structure and deposition efficiency of vineyard sprayers. *The Journal of Agricultural Engineering*, No: 2, 31-38.
- Pergher, G. and Petris, R. 2008a. The effect of air flow rate on spray deposition in a guyot-trained vineyard. *Agricultural Engineering International. Manuscript ALNARP 08 010 Vol.X*.
- Pezzi, F. and Rondelli, V. 2000. The performance of an air-assisted sprayer operating in vines. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 76:331-340.
- Planas, S., Solanellas, F. and Fillat, A. 2002. Assessment of recycling tunnel sprayers in mediterranean vineyards and apple orchards. *Biosystems Engineering*, 82(1): 45-52.
- Planas, S., Solanelles, F., Torrent, X., Camp, F., Gregorio, E. and Rosel, J.R. 2013. Comparing Standardized Methods of Potential Drift Assessment, 12th Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing (SuproFruit 2013) 26-28 June 2013, Valencia, Spain.
- Salyani, M. and Cromwell, R.P., 1992. Spray Drift from Ground and Aerial Applications. *Transactions of the ASAE*, 35(4), 1113-1120.
- Salyani, M. and Hoffman, W.C., 1996. Air and Spray Distribution From an Air-Carrier Sprayer. *Transactions of the ASAE*, 12(5), 539-545.
- Salyani, M., 2000. Optimization of Deposition Efficiency for Airblast Sprayers. *Transactions of the ASAE*, 43(2), 247-253.
- Salyani, M., Miller, D.R. and Farooq, M. 2009. Effects of Spraying on Drift of Citrus Air-Carrier Sprayers. *SuproFruit 2009 10th Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing*, 30 September - 2 October 2009, Wageningen, Netherlands.
- Sanchez-Hermosilla, J., Rincon, V.J., Paez, F. and Fernandez, M. 2012. Comparative spray deposits by manually pulled trolley sprayer and a spray gun in greenhouse tomato crops. *Crop Protection*, 31(1), 119-124.

- Sayıncı, B., Demir, B., & Nuri, A. (2019). Pülverizatör memelerinde damla sıklığı ve pülverizasyon karakteristiklerinin tahminlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi (Journal of Agricultural Sciences), 29(3), 458-465.
- Sayıncı, B., and Bastaban, S. 2011. Spray distribution uniformity of different types of nozzles and it's spray deposition in potato plant. African Journal of Agricultural Research, 6(2), 352-362.
- Seçkin, S. (2021). Mustafa Kemal Paşa ilçesinde armut yetiştiriciliği yapılan bazı bahçelerin beslenme durumlarının toprak, bitki ve meyve analizleri ile belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Sehsah, E.M.E. 2007. Study effect of forward speed and nozzles types on the spray characteristic of air assistance hydraulic sprayer. Misr.J.Ag.Eng., 24(1), 75-78.
- Svensson, S.A., Brazee, R.D., Fox, R.D. and Williams, K.A., 2003. Air Jet Velocities in and Beyond Apple Trees From a Two-Fan Cross-Flow Sprayer. Transactions of the ASAE, 46(3), 611-621.
- Stallinga, H., van de Zande, J.C., Michielsen, J.M.G.P., van der Lans, A.M., van Velde, P. and Massink, G. 2009. Spray Drift Caused by a Mast Sprayer Adapted to High Trees. SuproFruit 2009 10th Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing, September 30-October 2, 2009, Wageningen, The Netherlands.
- Silva, J.E.R., Alves, G.S. and Cunha, J.P.A.R. 2013. Spray Deposition on Coffe Crop (Coffea arabia L.): Influence of Nozzle Type. 12th Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing (SuproFruit 2013) 26-28 June 2013, Valencia, Spain.
- Tamagnone, M., Balsari, P., Marucco, P. and Ogger, G. 2009. Homogenisation of Air Flow Generated by Axial Fans Used on Orchard Sprayers. SuproFruit 2009 10th Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing., 30 September-2 October 2009, Wageningen, The Netherlands.
- Toy, M., Dursun, E. (2014). Bağlarda Konvansiyonel ve Düşük Sürüklenmeli Meme Tiplerinin Kalıntı Miktarı ve Dağılım Düzgünlüğü Yönünden Karşılaştırılması. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science), 11(3):201-208.
- Turgut, E. (2021). Farklı hava emişli meme tiplerinin bazı pülverizasyon karakteristiklerinin belirlenmesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.

- Urkan, E., Tozan, M., ve Güler, H. (2012). Bağ ilaçlamasında kullanılan bazı meme tiplerinin kontrollü koşullar altındaki etkilerinin karşılaştırılması. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 8(1), 75-82.
- van de Zande, J. C., Holterman ,H.J. and Wenneker, M. 2008a. Nozzle classification for drift reduction in orchard spraying: identification of drift reduction class threshold nozzles. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*, Manuscript ALNAP 080013. Vol. X.
- van de Zande, J.C., Wenneker, M., Stallinga, H., Michielsen, J.M.G.P., van Velde, P. and Nieuwenhuizen, A.T. 2013. Spray Drift and Spray Drift Reduction of the KWH Three-Row Orchard Sprayer Effect of Variable Levels of Air Assistance and Nozzle Type. 12th Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing (SuproFruit 2013), 26-28 June 2013, Valencia, Spain.
- Vercruyse, F., Steurbaut, W., Drieghe, S. andDejonckheere, W., 1999. OffTargetGroundDepositsFromSpraying a Semi-DwarfOrchard.CropProtection, 18(9), 565-570.
- Zhu, H., Güler, H., Derksen, R. C., ve Ozkan, H. E. (2005). Comparison of airborne and ground spray deposits with hollow cone nozzle, low drift nozzle and drift retardant. In *Proceedings of 9th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture*, Izmir, Turkey (pp. 27-29).
- Walklate P.J. Richardson G.M. and Cross J.V. 1996. Measurement of theeffect of airvolumetricflow rate andsprayerspeed on driftandleafdepositdistributionfrom an air-assistedsprayer in an appleorchard. *Proceeding of theAgriculturalEngineering 96 Conference*, 23-26th Sept., Paper 96A-13.1.
- Wenneker, M., van de Zande, J.C., Stallinga, H., Michielsen, J.M.G.P. and Joosten, N. 2009b. Comparison of Spray Drift Between an Axial Fan and a Cross Flow Sprayer. *SuproFruit 2009 10th Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing*, 30 September- 2 October 2009. Wageningen, The Netherlands.