

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**BODUR ELMA BAHÇESİNDE KONVANSİYONEL VE KULE TİP
PÜLVERİZATÖRLERİN İLAÇ UYGULAMA ETKİNLİKLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Süleyman Safa ARSLAN

**TARIM MAKİNALARI VE TEKNOLOJİLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM
DALI**

**ANKARA
2025**

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

BODUR ELMA BAHÇESİNDE KONVANSİYONEL VE KULE TİP PÜLVERİZATÖRLERİN İLAÇ UYGULAMA ETKİNLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Süleyman Safa ARSLAN

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

Danışman: Prof. Dr. Ergin DURSUN

Bu çalışmada, bodur elma bahçelerinde kullanılan konvansiyonel aksiyal fanlı ve kule tip pülverizatörlerin ilaçlama performansları incelenmiştir. Uygulamalarda, konvansiyonel (Albuz ATR, Lechler TR) ve düşük sürüklenmeli (Albuz TVI ISO, Lechler ITR) konik hüzmeli memeler üç farklı hava akım hızı (12.6, 17.7, 22.3 m/s) ve ilerleme hızında (4.5, 7.36, 10.32 km/h) denenmiştir. Etkinlik değerlendirmeleri; yaprak yüzeyinde biriken kalıntı miktarı, taç içi dağılımın düzgünlüğü, kaplama oranları ve ilaç kayıpları üzerinden yapılmıştır. Kalıntı ve kayıpların ölçümü için filtre kâğıtları, kaplama oranlarının belirlenmesi için ise suya duyarlı kartlar kullanılmıştır. İlaç yerine suda çözünebilen Tartrazine (E102) gıda boyası uygulanmış; filtre kağıtlarındaki kalıntı kolorimetrik yöntemle, kartlardaki kaplama ise ImageJ yazılımı ile analiz edilmiştir. Araştırma bulguları, düşük sürüklenmeli memelerin bodur elma ağaçlarında konvansiyonel memelere kıyasla daha yüksek kalıntı sağladığını ortaya koymuştur. Hava akımı hızına bağlı olarak, düşük sürüklenmeli memelerle elde edilen yaprak kalıntı miktarları konvansiyonel memelere göre %26 ile %32,1 oranında daha yüksek bulunmuştur. Tüm meme tiplerinde, hava akımı ve ilerleme hızındaki artış, yapraklarda ortalama kalıntı miktarının artmasına neden olmuştur. İlerleme hızındaki artışın etkisi konvansiyonel Albuz ATR memede %26,04, Lechler TR memede %22,30, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memede %8 ve Lechler ITR memede %13,92 oranında kalıntı artışı olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte hem konvansiyonel hem de düşük sürüklenmeli memelerde hava akımı ve ilerleme hızının artışı, toprak yüzeyinde oluşan kalıntı miktarını artırmıştır. Ayrıca, düşük sürüklenmeli memelerin toprak kayıpları konvansiyonel memelere kıyasla daha yüksek bulunmuştur. İlerleme hızı ve hava akım hızı artışına bağlı olarak tüm pülverizatör ve meme tiplerinde toprağa olan kayıplar artış göstermiştir. Benzer şekilde, hava akımı ve ilerleme hızındaki artış konvansiyonel pülverizatörde her meme tipinde havaya sürüklenme miktarını artırmıştır. Kule tip pülverizatörde iki hava hızında elde edilen sonuçlar, konvansiyonel pülverizatör ile benzerlik göstermiş ve ilerleme hızı arttıkça sürüklenme miktarı da yükselmiştir. Öte yandan, hava akımı hızının artmasıyla hem konvansiyonel hem de düşük sürüklenmeli memelerle yaprak yüzeylerinde kaplama oranlarının arttığı; ilerleme hızının artmasıyla ise hem konvansiyonel hem de kule tip pülverizatörlerde kaplama oranlarının azaldığı belirlenmiştir. Genel olarak, konvansiyonel memeler yaprak yüzeylerinde düşük sürüklenmeli memelere kıyasla daha yüksek kaplama oranı sağlamıştır.

Ekim 2025, 158 sayfa

Anahtar Kelimeler: Konvansiyonel Meme, Düşük Sürüklenmeli Meme, Sürüklenme, İlaç Kalıntısı, İlaç Dağılım Düzgünlüğü, Kaplama Oranı

ABSTRACT

Doktora Tezi

COMPARISON OF SPRAY APPLICATION EFFICIENCIES OF CONVENTIONAL AND TOWER SPRAYERS IN DWARF APPLE ORCHARD

Süleyman Safa ARSLAN

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

Supervisor: Prof. Dr. Ergin DURSUN

This study evaluated the spray performance of conventional axial-fan air-assisted and tower-type sprayers in dwarf apple orchards. Conventional hollow-cone nozzles (Albuz ATR, Lechler TR) and low-drift hollow-cone nozzles (Albuz TVI ISO, Lechler ITR) were tested under three air flow rates (12.6, 17.7, and 22.3 m/s) and three forward speeds (4.5, 7.36, and 10.32 km/h). Spray performance was assessed in terms of deposit amount on leaves, uniformity of distribution within the canopy, coverage rates, and spray losses. Filter papers were used to quantify deposits and losses, while water-sensitive papers were employed to determine coverage. Instead of pesticides, a water-soluble food dye (Tartrazine, E102) was used as tracer; deposit amounts on filter papers were determined by colorimetric analysis, and coverage was analyzed using ImageJ software. The results revealed that low-drift nozzles produced higher average spray deposits on apple leaves compared to conventional nozzles, with increases ranging from 26% to 32.1% depending on air flow rate. For all nozzle types, higher air flow and forward speed resulted in increased leaf deposits. The effect of forward speed on deposit increase was 26.04% for the conventional Albuz ATR, 22.30% for Lechler TR, 8% for Albuz TVI ISO, and 13.92% for Lechler ITR. Both conventional and low-drift nozzles showed higher ground losses with increasing air flow and forward speeds, with low-drift nozzles generally causing greater ground losses than conventional ones. Similarly, spray drift into the air increased under higher air flow and forward speeds, particularly with the conventional sprayer. Tower-type sprayer results obtained at two air flow levels were similar to those of the conventional sprayer, with drift increasing as forward speed increased. Moreover, leaf coverage improved with increasing air flow rate for both nozzle types, whereas higher forward speeds reduced coverage in both sprayer types. Overall, conventional nozzles provided better leaf coverage compared to low-drift nozzles.

Ekim 2025, 158 pages

Keywords: Conventional Nozzle, Low Drift Nozzle, Drift, Pesticide Residue, Pesticide Distribution Uniformity, Coverage Rate

TEŞEKKÜR

Tez konusunun seçilmesi, çalışmanın planlanması ve yürütülmesi, değerlendirilmesi ve sonuçlandırılması aşamalarında yardımlarını esirgemeyen çok kıymetli danışman hocam Prof. Dr. Ergin DURSUN' a, Tez İzleme Komitesinde bulunan ve çalışmamın her aşamasında değerli katkılarını esirgemeyen değerli hocalarım Prof. Dr. İbrahim ÇİLİNGİR ve Prof. Dr. Hüseyin GÜLER'e (Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü), tez çalışmam süresince bölüm olanaklarının kullanılmasına izin veren Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölüm Başkanı Prof. Dr. Ahmet ÇOLAK' a, denemelerin araştırma ve uygulama bahçesinde yürütülmesi için kolaylık sağlayan Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölüm Başkanı Prof. Dr. Hatice DUMANOĞLU' na, suya duyarlı kağıtların görüntü analizlerinin gerçekleştirilmesinde yardımcı olan Prof. Dr. Abdullah BEYAZ'a ve tezden elde edilen sonuçların istatistik değerlendirilmesinde yardımlarını esirgemeyen Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünden Prof. Dr. Cengiz SANCAK' a teşekkürü borç bilirim. Ayrıca, arazide yürütülen denemeler sırasında yardımlarını esirgemeyen Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümünden Makine Mühendisi Emrullah KARACA' ya, tekniker personeller Yücel YAYLA ve Abdullah İĞDİ'ye ve son sınıf öğrencisi Merve SERİN' e sonsuz şükran ve teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim hayatımızda tünelin sonundaki ışığı görene kadar gitmemizi öğütleyen Matematik Öğretmeni babam Cafer ARSLAN' a, ilkokuldan itibaren yanımda beni sürekli destekleyen Turizm Öğretmeni annem Asuman ARSLAN' a ve eğitim hayatımda önümde meşaleyi taşıyan gittiği yeri aydınlatan ablam Doç. Dr. Emine Seda ÖRÜCÜ ve sıkıştığımızda fikirleriyle yardımımıza koşan Doç. Dr. Ömer Kâmil ÖRÜCÜ' ye teşekkür ederim. Son olarak tez çalışmamın yürütülmesi süresince gösterdikleri sabır ve destekleri için çok kıymetli eşim Dr. Gülben Meryem ARSLAN' a ve biricik oğlum Onur ARSLAN' a teşekkür ederim.

Süleyman Safa ARSLAN
Ankara, Ekim 2025

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI

ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1.GİRİŞ	1
1.1 Ülkemizde ve Dünya’da Elma Üretimi	1
1.2 Ülkemizde Elma Yetiştiriciliği ve Ekolojik İstekleri	3
1.3 Elma’da Hastalık ve Zararlılara Yönelik Bitki Koruma Uygulamaları.....	4
1.4 Yapılan Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	8
2. KAYNAK ÖZETLERİ	10
3.MATERYAL ve YÖNTEM.....	33
3.1 Materyal.....	33
3.1.1 Deneme traktörü	33
3.1.2 Denemelerde kullanılan pülverizatörler	33
3.1.2.1 Yardımcı hava akımlı konvansiyonel pülverizatör	33
3.1.2.2 Kule tip pülverizatör	34
3.1.3 Denemelerde kullanılan meme tipleri	35
3.1.3.1 Konvansiyonel memeler	35
3.1.3.2 Düşük sürüklenmeli memeler	36
3.1.4 Denemelerde kullanılan cihaz ve malzemeler	38
3.1.4.1 Spektrofotometre.....	38
3.1.4.2 Damla çapı ölçme sistemi	39
3.1.4.3 Pülverizatör hava akım hızı ve denemeler sırasında meteorolojik verilerin ölçümünde kullanılan cihaz.....	40
3.1.4.4 İz Maddesi ve Hassas Terazisi.....	41
3.1.4.5 Kalıntı miktarı ve kaplama oranının belirlenmesinde kullanılan örnekleme yüzeyleri	42

3.1.4.6 Denemelerin yürütüldüğü bodur elma bahçesi	43
3.2 Yöntem	44
3.2.1 Denemelerde kullanılan pülverizatörlerin işletme karakteristiklerinin belirlenmesi.....	44
3.2.1.1 Meme debisi ölçümleri.....	44
3.2.1.2 İlerleme hızı ölçümleri	45
3.2.1.3 İlaç normunun belirlenmesi	46
3.2.1.4 Damla çapı ölçümü.....	48
3.2.1.5 Pülverizatör hava hızlarının ölçülmesi.....	48
3.2.2 Deneme planı ve pülverizatörlerin çalışma koşulları	50
3.2.3 Kalıntı miktarı ve kaplama oranının belirlenmesinde kullanılan örnekleme tekniği.....	52
3.2.4 Toprağa ve havaya ilaç kayıplarının belirlenmesinde örnekleme tekniği	53
3.2.5 Kalıntı miktarı analizlerinin yapılması.....	54
3.2.6 Kalıntı dağılım düzgünlüğünün belirlenmesi.....	56
3.2.7 İlaç uygulama etkinliğinin belirlenmesi	57
3.2.8 Kapsama oranının belirlenmesi	58
3.2.9 İstatistiksel analiz.....	60
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	61
4.1 Pülverizatörlerle Yapılan Denemeler Sırasında Ölçülen Meteorolojik Veriler .	61
4.2 Konvansiyonel Pülverizatörle Çalışmada Meme Tipi ve Pülverizatör Hava Akım Hızının Ortalama Kalıntı Miktarı ve Dağılımına Etkisi	62
4.3 Konvansiyonel ve Kule Tip Pülverizatörlerle Çalışmada İlerleme Hızı ve Meme Tipinin Ortalama Kalıntı Miktarı ve Dağılımına Etkisi	70
4.4 Konvansiyonel ve Kule Tip Pülverizatörlerle Çalışmada Meme Tipi, Pülverizatör Hava Akım Hızı ve İlerleme Hızına Bağlı Olarak Uygulama Etkinliği Sonuçları	88
4.5 Konvansiyonel ve Kule Tip Pülverizatörlerle Çalışmada Meme Tipinin, Pülverizatör Hava Akım Hızının ve İlerleme Hızının Toprağa İlaç Kayıplarına Etkisi.....	97
4.6 Konvansiyonel ve Kule Tip Pülverizatörlerle Çalışmada Meme Tipinin, Hava Akım Hızının ve İlerleme Hızının Sürüklenmeyle Nedeniyle Gerçekleşen İlaç Kayıplarına Etkisi.....	111
4.7 Konvansiyonel ve Kule Tip Pülverizatörlerle Çalışmada Meme Tipi, Pülverizatör Hava Akım Hızı ve İlerleme Hızının Kapsama Oranına Etkisi	129
5. SONUÇ.....	138
5.1 Kalıntı Miktarı, Dağılım Düzgünlüğü ve Uygulama Etkinliği.....	138

5.2 Toprağa İlaç (İz Maddesi) Kayıpları.....	144
5.3 Sürüklenmeyle Oluşan İlaç Kayıpları.....	147
5.4 Kaplama Oranı.....	149
KAYNAKLAR.....	151
ÖZGEÇMİŞ.....	158

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

A	Örnekleme yüzeyi (filtre kâğıdı) 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 konvansiyonel yardımcı hava akımlı pülverizatör....	34
Şekil 3.2 Denemelerde kullanılan kule tip pülverizatör.....	35
Şekil 3.3 Denemelerde kullanılan konvansiyonel Lechler TR 80-02 meme	36
Şekil 3.4 Denemelerde kullanılan konvansiyonel Albuz ATR-80 meme.....	36
Şekil 3.5 Denemelerde kullanılan düşük sürüklenmeli Lechler ITR meme	37
Şekil 3.6 Denemelerde kullanılan düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme	38
Şekil 3.7 Kalıntı analizlerinde kullanılan Shimadzu UV-VIS 1700 spektrofotometre ...	39
Şekil 3.8 Damla çapı ölçüm sistemi.....	40
Şekil 3.9 Pülverizatör hava akım hızı ve meteorolojik verilerin ölçülmesinde kullanılan Testo 400 ölçüm cihazı.....	41
Şekil 3.10 Hassas terazi.....	42
Şekil 3.11 Denemelerde kullanılan suya duyarlı kart ve filtre kağıtları.....	43
Şekil 3.12 Denemelerin yürütüldüğü bodur elma bahçesi	43
Şekil 3.13 Filtre kağıtları ve suya duyarlı kartların yerleştirildiği örnekleme bölgeleri .	53
Şekil 3.14 Havaya sürüklenme ölçümlerinde kullanılan örnekleme direği	54
Şekil 3.15 Standart serinin konsantrasyon değerleri ve spektrofotometre değerleri arasındaki ilişki	56
Şekil 3.16 Farklı kaplama oranına sahip suya duyarlı kartlar	59
Şekil 3.17 ImageJ programı başlangıç penceresi	59
Şekil 4.1 Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada hava akım hızı ve meme tipine bağlı olarak bodur elma ağaçlarında sağlanan uygulama etkinliği sonuçları (İlerleme hızı: 7.36 km/h, Basınç: 10 Bar).....	89
Şekil 4.2 Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada pülverizatör ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak bodur elma ağaçlarında elde edilen uygulama etkinliği değerleri (Hava akımı hızı: 17.7 m/s, Basınç: 10 bar)	91
Şekil 4.3 Kule tip pülverizatörle çalışmada pülverizatör ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak bodur elma ağaçlarında elde edilen uygulama etkinliği değerleri (Hava akımı hızı: 19.95 m/s, Basınç: 10 bar).....	94
Şekil 4.4 Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada pülverizatör hava akımı hızına ve meme tipine bağlı olarak toprak yüzeyinde ölçülen kalıntı miktarları (İlerleme hızı: 7.36 km/h, Basınç: 10 bar).....	98
Şekil 4.5 Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarları (Hava akım hızı:17.7 m/s, Basınç:10 Bar).....	101

Şekil 4.6 Kule tip pülverizatörle çalışmada konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle pülverizatör ilerleme hızına bağlı olarak toprak örneklerinde ölçülen kalıntı miktarları (Hava akım hızı:19.95 m/s, Basınç:10 Bar)	104
Şekil 4.7 Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada hava akım hızına ve meme tipine bağlı olarak sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarları (İlerleme hızı:7.36 km/h, Basınç:10 bar)	112
Şekil 4.8 Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada pülverizatör ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak sürüklenmeyle oluşan ortalama kalıntı miktarları (Hava akımı hızı: 17.7 m/s, Basınç:10 bar)	114
Şekil 4.9 Kule tip pülverizatörle çalışmada ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak havaya sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarları (Hava akımı hızı: 19.95 m/s, Basınç:10 bar)	116
Şekil 4.10 Konvansiyonel pülverizatörde konvansiyonel Albuz ATR meme ile farklı hava akım hızlarında sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarlarının örnekleme yüksekliğine göre değişimi (İlerleme Hızı:7.36 km/h, Basınç:10 Bar)	119
Şekil 4.11 Konvansiyonel pülverizatörde düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile farklı hava akım hızlarında çalışmada sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarlarının örnekleme yüksekliğine göre değişimi (İlerleme Hızı:7.36 km/h, Basınç:10 Bar).....	120
Şekil 4.12 Konvansiyonel pülverizatör ve konvansiyonel Albuz ATR meme ile çalışmada farklı ilerleme hızlarında sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarlarının örnekleme yüksekliğine göre değişimi (Hava akım hızı: 17.7 m/s, Basınç:10 Bar).....	124
Şekil 4.13 Konvansiyonel pülverizatör ve konvansiyonel Lechler TR meme ile çalışmada farklı ilerleme hızlarında sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarlarının örnekleme yüksekliğine göre değişimi (Hava akım hızı: 17.7 m/s, Basınç:10 Bar).....	124
Şekil 4.14 Konvansiyonel pülverizatör ve düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile çalışmada farklı ilerleme hızlarında sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarlarının örnekleme yüksekliğine göre değişimi (Hava akım hızı: 17.7 m/s, Basınç: 10 Bar).....	125
Şekil 4.15 Konvansiyonel pülverizatör ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR meme ile çalışmada farklı ilerleme hızlarında sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarlarının örnekleme yüksekliğine göre değişimi (Hava akım hızı: 17.7 m/s, Basınç: 10 Bar).....	125
Şekil 4.16 Kule tip pülverizatör ve konvansiyonel Albuz ATR meme ile çalışmada farklı ilerleme hızlarında sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarlarının örnekleme yüksekliğine göre değişimi (Hava akım hızı: 19.95 m/s, Basınç:10 Bar)...	126
Şekil 4.17 Kule tip pülverizatör ve konvansiyonel Lechler TR meme ile çalışmada farklı ilerleme hızlarında sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarlarının örnekleme yüksekliğine göre değişimi (Hava akım hızı: 19.95 m/s, Basınç:10 Bar)...	127
Şekil 4.18 Kule tip pülverizatör ve düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile çalışmada farklı ilerleme hızlarında sürüklenmeyle oluşan kalıntı	

miktarlarının örnekleme yüksekliğine göre değişimi (Hava akım hızı: 19.95 m/s, Basınç: 10 Bar).....	127
Şekil 4.19 Kule tip pülverizatör ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR meme ile çalışmada farklı ilerleme hızlarında sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarlarının örnekleme yüksekliğine göre değişimi (Hava akım hızı: 19.95 m/s, Basınç: 10 Bar).....	128
Şekil 4.20 Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada hava akım hızına ve meme tipine göre bodur elma ağaçlarında sağlanan ortalama kaplama oranları (İlerleme Hızı:7.36 km/h, Basınç:10 Bar)	131
Şekil 4.21 Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada meme tipine ve ilerleme hızına göre elma ağaçlarında sağlanan ortalama kaplama oranları (Hava Akım Hızı:17.7 m/s, Basınç:10 Bar).....	133
Şekil 4.22 Kule tip pülverizatörle çalışmada meme tipine ve ilerleme hızına göre elma ağaçlarında sağlanan ortalama kaplama oranları (Hava Akım Hızı:19.95 m/s, Basınç:10 Bar).....	135

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 Ülkemizin yıllara göre elma üretim alanları ve üretim miktarları	2
Çizelge 1.2 Ülkelere göre dünya elma üretimi 2021.....	2
Çizelge 1.3 Dünya’da, Ülkemizde ve Avrupa Birliğinde toplam pestisit kullanımı	6
Çizelge 1.4 Ülkemizde yıllara göre toplam pestisit kullanımı	6
Çizelge 3.1 Konvansiyonel yardımcı hava akımlı pülverizatörle çalışmada meme debisi ölçüm sonuçları.....	44
Çizelge 3.2 Kule tip yardımcı hava akımlı pülverizatörle çalışmada meme debisi ölçüm sonuçları.....	45
Çizelge 3.3 İlerleme hızı ölçüm sonuçları	46
Çizelge 3.4 Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada meme debisi ve ilerleme hızına göre ilaç normu değerleri	47
Çizelge 3.5 Kule tip pülverizatörle çalışmada meme debisi ve ilerleme hızına göre ilaç normu değerleri.....	47
Çizelge 3.6 Denemelerde kullanılan konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerin damla analiz sonuçları (Çalışma basıncı: 10 bar).....	48
Çizelge 3.7 Konvansiyonel pülverizatörün hava akım hızı ölçüm sonuçları.....	49
Çizelge 3.8 Kule tip pülverizatörün hava akım hızı ölçüm sonuçları	49
Çizelge 3.9 Konvansiyonel yardımcı hava akımlı pülverizatörün çalışma koşulları.....	50
Çizelge 3.10 Kule tipi yardımcı hava akımlı pülverizatörle ilerleme hızının ve meme tipinin etkisinin araştırıldığı denemelere ait çalışma koşulları.....	51
Çizelge 4.1 Konvansiyonel yardımcı akımlı pülverizatörle yapılan denemeler sırasında ölçülen meteorolojik veriler.....	61
Çizelge 4.2 Kule tip yardımcı akımlı pülverizatörle yapılan denemeler sırasında ölçülen meteorolojik veriler	62
Çizelge 4.3 Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada hava akım hızı ve meme tipine bağlı olarak ağaçlarda sağlanan ortalama kalıntı miktarları ve kalıntı dağılımlarına ait varyasyon katsayıları (İlerleme hızı 7.36 km/h, Basınç:10 bar).....	63
Çizelge 4.4 Hava akım hızı ile meme tipinin kalıntı miktarına etkisine ilişkin gerçekleştirilen varyans analizi	64
Çizelge 4.5 Meme tipinin yapraklar üzerindeki kalıntı miktarına etkilerine ilişkin istatistiksel değerlendirme sonuçları	65
Çizelge 4.6 Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada hava akımı hızına bağlı olarak konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle elma ağaçlarının farklı bölgelerindeki yaprakların üstünde ve altında sağlanan ortalama kalıntı miktarları ve oranları (İlerleme hızı: 7.36 km/h, Basınç: 10 bar).....	67

Çizelge 4.7 Konvansiyonel pülverizatörle ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak ağaçlar üzerinde sağlanan ortalama kalıntı miktarları ve kalıntı dağılımlarına ait varyasyon katsayıları (Hava akımı hızı:17.7 m/s, Basınç: 10 bar).....	71
Çizelge 4.8 Konvansiyonel pülverizatörde ilerleme hızı ve meme tipinin ortalama kalıntı miktarına etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	73
Çizelge 4.9 Konvansiyonel pülverizatörde ilerleme hızı ve meme tipinin yapraklar üzerinde sağlanan kalıntı miktarına etkilerine ilişkin LSD testi sonuçları	74
Çizelge 4.10 Kule tip pülverizatörle çalışmada ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak ağaçlar üzerinde sağlanan ortalama kalıntı miktarları ve kalıntı dağılımlarına ait varyasyon katsayıları (Hava akımı hızı:19.95 m/s, Basınç: 10 bar).....	74
Çizelge 4.11 Kule tip pülverizatörle çalışmada ilerleme hızı ve meme tipinin ortalama kalıntı miktarına etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	76
Çizelge 4.12 Kule tip pülverizatörde ilerleme hızı ve meme tipinin yapraklar üzerinde sağlanan kalıntı miktarına etkilerine ilişkin LSD testi sonuçları.....	77
Çizelge 4.13 Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak elma ağaçlarının farklı bölgelerinde yaprak üstünde ve yaprak altında sağlanan ortalama kalıntı miktarları ve oranları (Hava hızı:17.7 m/s, Basınç: 10 bar).....	79
Çizelge 4.14 Kule tip pülverizatörle ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak bodur elma ağaçlarının yaprak üst ve altlarında sağlanan ortalama kalıntı miktarları ve oranları (Hava hızı:19.95 m/s, Basınç: 10 bar)	83
Çizelge 4.15 Konvansiyonel ve kule tip pülverizatörlerle çalışmada ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak ağaçlar üzerinde sağlanan ortalama kalıntı miktarları ve kalıntı dağılımlarına ait varyasyon katsayılarının karşılaştırılması.....	87
Çizelge 4.16 Konvansiyonel pülverizatörde hava akım hızı ve meme tipinin uygulama etkinliği üzerine olan etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçları	90
Çizelge 4.17 Konvansiyonel pülverizatörde meme tipine göre uygulama etkinliği değerleri arasındaki farklılıkları gösteren LSD testi sonuçları	91
Çizelge 4.18 Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada ilerleme hızı ve meme tipinin uygulama etkinliği üzerine olan etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçları	93
Çizelge 4.19 Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada meme tipine göre sağlanan uygulama etkinliği değerleri arasındaki farklılıkları gösteren LSD testi sonuçları.....	93
Çizelge 4.20 Kule tip pülverizatörle çalışmada ilerleme hızı ve meme tipinin uygulama etkinliği üzerine olan etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları	95

Çizelge 4.21	Kule tip pülverizatörde ilerleme hızı ve meme tipine göre sağlanan uygulama etkinliği değerleri arasındaki farklılıkları gösteren LSD testi sonuçları.....	96
Çizelge 4.22	Konvansiyonel ve kule tip pülverizatörlerle çalışmada ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak uygulama etkinliği değerlerinin karşılaştırılması	97
Çizelge 4.23	Pülverizatör hava akım hızı ve meme tipinin toprak üzerinde oluşturduğu kalıntı miktarına etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçları	99
Çizelge 4.24	Toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarına meme tipinin etkisine ilişkin gruplar arasındaki farklılıkları gösteren LSD testi sonuçları.....	100
Çizelge 4.25	Konvansiyonel pülverizatörde ilerleme hızı ve meme tipinin toprak üzerindeki kalıntı miktarına etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları	103
Çizelge 4.26	Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada ilerleme hızı ve meme tipinin toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarına etkilerine ilişkin gruplar arasındaki farklılıkları gösteren LSD testi sonuçları	103
Çizelge 4.27	Kule tip pülverizatörde toprak üzerindeki kalıntı miktarına ilerleme hızı ve meme tipinin etkilerini gösteren varyans analizi sonuçları	106
Çizelge 4.28	Kule tip pülverizatörle çalışmada toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarına etkili olan ilerleme hızı ve meme tipi grupları arasındaki farklılıkları gösteren LSD testi sonuçları.....	106
Çizelge 4.29	Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada hava akımı hızına ve meme tipine göre toprak üzerindeki farklı örnekleme noktalarında ölçülen kalıntı miktarları (İlerleme hızı:7.36 km, Basınç: 10 Bar)	107
Çizelge 4.30	Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak toprak üzerinde farklı örnekleme noktalarında ölçülen kalıntı miktarları (Hava akım hızı:17.7 m/s, Basınç:10 bar)	109
Çizelge 4.31	Kule tip pülverizatörle çalışmada ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak toprak üzerinde farklı örnekleme noktalarında ölçülen kalıntı miktarları (Hava akım hızı:19.95 m/s, Basınç:10 bar)	110
Çizelge 4.32	Konvansiyonel ve kule tip pülverizatörlerle çalışmada ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarlarının karşılaştırılması.....	111
Çizelge 4.33	Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada hava akım hızına ve meme tipine göre sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarının örnekleme yüksekliğine göre değişimi (İlerleme hızı 7.36 km/h, Basınç:10 Bar)	118
Çizelge 4.34	Hava akım hızı ve meme tipinin havaya olan sürüklenmeye olan etkilerini gösteren varyans analiz tablosu	120
Çizelge 4.35	Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarlarının örnekleme yüksekliğine göre değişimi (Hava hızı:17.7 m/s, Basınç:10 Bar)	121

Çizelge 4.36	Kule tip pülverizatörle çalışmada ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarlarının örnekleme yüksekliğine göre değişimi (Hava hızı:17.7 m/s, Basınç:10 Bar).....	122
Çizelge 4.37	Konvansiyonel pülverizatörde havaya olan sürüklenen kalıntı miktarına ilerleme hızı ve meme tipinin etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçları	126
Çizelge 4.38	Kule tip pülverizatörde havaya sürüklenen kalıntı miktarına ilerleme hızı ve meme tipinin etkilerini gösteren varyans analizi sonuçları	128
Çizelge 4.39	Konvansiyonel ve kule tip pülverizatörlerle çalışmada ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarlarının karşılaştırılması.....	129
Çizelge 4.40	Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada hava akım hızı ve meme tipinin kaplama oranına olan etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları.....	132
Çizelge 4.41	Konvansiyonel pülverizatörde ilerleme hızı ve meme tipinin uygulama etkinliğine olan etkilerini gösteren varyans analiz tablosu.....	134
Çizelge 4.42	Konvansiyonel pülverizatörde ilerleme hızı faktörünün kaplama oranına etkisine ilişkin LSD testi sonuçları	134
Çizelge 4.43	Kule tip pülverizatörde ilerleme hızı ve meme tipinin kaplama oranına etkilerini gösteren varyans analizi sonuçları	136
Çizelge 4.44	İlerleme hızı ve meme tipine ait faktörlerin kaplama oranına etkisine ilişkin LSD testi sonuçları	136
Çizelge 4.45	Konvansiyonel ve kule tip pülverizatörlerle çalışmada ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak yaprak yüzeylerinde sağlanan kaplama oranlarının karşılaştırılması	137

1.GİRİŞ

1.1 Ülkemizde ve Dünya’da Elma Üretimi

Dünya genelinde yaş sebze-meyve üretiminde 42 milyon ton ile Türkiye önemli bir yere sahiptir. Elma, ülkemizde geleneksel olarak üretilen meyvelerden biridir. Ülkemizde 450’nin üzerinde elma çeşidi yetişmekte olup, en yaygın çeşitler ise Starking, Golden, Starkrimson ve Amasya elmasıdır. Elma, besleyici değeri yüksek bir meyve olduğu gibi endüstriyel gıda üretiminde çok önemli bir yer tutmaktadır (Bayramoğlu vd., 2009).

Rosaceae familyasının Malus cinsine ait olan elma (Malus Domestica) Dünya’da çok geniş bir anavatana sahiptir. Doğu Asya, Orta Asya, Batı Asya-Avrupa ve Kuzey Amerika bölgelerinde kültüre alınmadan yetişen 30 kadar elma türü bulunmaktadır. Toroslar ve Karadeniz’in iç kesimleri elmanın ülkemizdeki doğal yayılım alanlarıdır. Dünya’da elma üretiminin büyük çoğunluğunu Asya kıtası karşılamaktadır. Asya kıtasında üretim yaklaşık 66 milyon tondur. Elmanın bu miktarda üretiminin olması ve kültüre alınabilmesi, ekolojisinin her iklime uygun olabilmesi sayesinde. Elma, çok yönlü bir meyve olup taze tüketiminin yanı sıra meyve suyu, reçel, sirke, marmelat, konserve ve kurutulmuş meyve olarak da tüketilebilmektedir (Anonim, 2017).

Dünya genelinde elma üretimi son 60 yılda 4 katına yakın artış göstermiştir. Bu artış hem meyve bahçelerinin verimlerinin artması hem de elma üretim alanlarının artmasıyla gerçekleşmiştir. Örneğin, en çok elma üretiminin yapıldığı Çin Halk Cumhuriyeti’nde 1965 yılında 318 bin ton üretim yapılırken günümüzde yaklaşık 50 milyon ton üretime yaklaşmıştır. Ülkemizde de benzer bir gelişme yaşanmış olup, 1961 yılında 485330 dekar alanda 583 kg/da verimle toplam 283 bin ton olan üretimimiz FAO verilerine göre 2023 yılında 4.6 milyon tona ulaşmıştır (Özçatalbaş vd., 2009).

Ülkemizde yıllara göre elma üretim alanları ve üretim miktarları Çizelge 1.1’ de, ülkelere göre dünya elma üretiminin durumu (üretim miktarı, üretim alanı ve verim) Çizelge 1.2’de verilmiştir.

Çizelge 1.1 Ülkemizin yıllara göre elma üretim alanları ve üretim miktarları (FAOSTAT, 2024. FAO İstatistik Bölümü <https://www.fao.org/> (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2024)

Yıl	Üretim Alanı (da)	Üretim Miktarı (Ton)
2013	1.730.950	3.128.450
2014	1.714.170	2.480.444
2015	1.714.100	2.569.759
2016	1.733.940	2.925.828
2017	1.753.570	3.032.164
2018	1.746.900	3.625.960
2019	1.744.390	3.618.752
2020	1.709.030	4.300.486
2021	1.688.110	4.493.264
2022	1.709.410	4.817.500

Çizelge 1.2 Ülkelere göre dünya elma üretimi 2021 (Anonim, 2024)

Ülke	Üretim (Ton)	Üretim Alanı (ha)	Verim (kg/ha)
Çin	45.984.858	2.092.512	21.975,9
Türkiye	4.493.264	168.811	26.617,1
ABD	4.467.206	117.441	38.037,9
Polonya	4.067.400	161.900	25.122,9
Hindistan	2.276.000	313.000	7.271,6
İran	2.241.100	131.815	17.001,8
Rusya	2.216.200	225.256	9.838,6
İtalya	2.211.740	54.470	40.604,7
Fransa	1.633.080	54.210	30.125,1
Şili	1.556.805	30.967	50.272,5
Brezilya	1.297.424	32.879	39.460,6
Ukrayna	1.278.870	84.400	15.152,5
Özbekistan	1.238.188	111.575	11.097,4
Güney Afrika	1.148.771	27.840	41.263,6
Almanya	1.004.630	33.980	29.565,3
Fas	889.736	52.550	16.931,2
Kuzey Kore	807.170	70.528	11.444,6
Mısır	793.299	33.942	23.372,2
Japonya	733.056	34.694	21.129
Pakistan	697.220	75.230	9.267,8
Birleşik Krallık	463.592	14.779	31.368,8
Meksika	631.766	55.874	11.307

1.2 Ülkemizde Elma Yetiştiriciliği ve Ekolojik İstekleri

Elma, soğuk ılıman iklimde kış soğuklarına dayanıklı bir meyve türüdür. Elma ağacının gövdesi -35°C hatta -40°C 'ye kadar dayanabilmekte olup, 1 yaşındaki dalların -20°C 'ye kadar dayanıklı olması hemen hemen her iklime dayanıklı olduğunu göstermektedir. Çiçek açma zamanı tomurcuk kapalıyken soğuğa dayanımı düşer (-3.9°C). Çiçek açtığında -2.3°C , küçük meyveler ise -1.7°C 'ye ancak yarım saat süreyle dayanabilir. Olgun meyveler -2 ve -3.5°C de zarar görürler. Elma $+9^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta çiçek açmaya başlar ve bu noktadan sonra ilkbahar erken donlarından zarar görmesi olasılığı düşer. Yaz dönemi yüksek sıcaklık derecelerinden hoşlanmaz ve gelişme dönemi boyunca $13-18^{\circ}\text{C}$ aralığını sever. Soğuklama isteği ise $+7^{\circ}\text{C}$ 'nin altında 2300-2700 saat aralığındadır. (Ağaoğlu vd., 2001)

Ticari çeşit olarak sayılabilecek 10-12 adet elma çeşidi olmasına rağmen 6000 adedi geçen sayıda çeşit olduğu değerlendirilmektedir. Bu çeşitlerin büyük bir kısmı tesadüf eseri doğada oluşurken, bazıları kontrollü melezleme işlemi sonucunda ortaya çıkarılmıştır. Her yıl yeni elma çeşidi adayları tescil edilerek ulusal ve uluslararası kataloğlara eklenmektedir (Atay vd., 2018). Elma üretimi için bahçe tesis ederken diğer meyvelerde olduğu gibi fidan seçimi oldukça önemlidir. Entansif üretimde pazar isteği hem ülkemizde hem de dünya genelinde öne çıkmaktadır. Üretilen ürünün pazarda kendine yer bulabilmesi ve üreticinin ürünü ne için ürettiği çok önemlidir. Örneğin, sofralık olarak üretilen bir ürünün meyve suyu sanayisinde kendine yer bulması üreticinin zararına olacaktır. Bu açıdan bakıldığında çeşit seçimi ve bahçe tesisi çok önemlidir.

Entansif meyvecilik kavramı daha yüksek kalitede, yüksek hacimde ürün elde edilmesini sağlayan ziraat biliminden yoğun bir biçimde tüm yönlerinden yararlanılan üretim modeli olarak tanımlanabilir. Ağaçlarda budama işlemi sonucu ağaçların aldıkları şekle göre verilen isim terbiyedir. Bu işlem sonunda bitki beslemesi, bahçe temizliği ve ilaç uygulama işlemlerinin ne şekilde yapılabileceği ortaya çıkmaktadır. Entansif meyve üretiminde birim alana düşen verimi artırmak için kaliteli anaç seçimi, kültürel uygulamalar, doğru tozlayıcı seçimi, fizyolojik olgunluk süresini çabuklaştırıcı işlemler olarak sıralanabilir (Güleryüz, 1993; Akçay ve Balcı, 2011). Entansif meyvecilikte, birim

alandaki ağaç sayısını, meyve kalitesini artırmak ve üretim maliyetini düşürmek gibi işlemler faydayı artıracaktır (Öz vd., 1995; Akçay ve Balcı, 2011). Sağlıklı ve kaliteli fidan seçimi daha erken meyve vermeyi ve daha uzun yıllar boyunca tesis edilen bahçenin normal verim döneminde kalmasını yani ekonomik olarak ömrünün uzamasını sağladığı gibi, ayrıca hastalık ve zararlı kontrolünün daha kolay olmasını mümkün kılar (Kesik, 2021)

Bahçenin tesis edileceği yer önemli bir ekolojik faktördür. Hava sıcaklığı, teorik olarak yükseklik her 100 m arttığında 0.6-1 °C arasında düşer. Elma, Akdeniz sahil şeridi olarak anılan bölgelerde ancak Toros dağlarının yüksek kesimlerinde yetiştirilebilmektedir. Yer belirlenirken eğimli, kısmen eğimli veya düz alanlar tercih edilebilir. Eğimi yüksek olan alanlar teraslama ile değerlendirilebilirler. Kil oranı %50 üzerinde olan topraklar killi topraklar olarak değerlendirilirler. Bu topraklar çok küçük gözenek ve parça yapısına sahip olup, gerekli organik madde ile dengelenmedikçe yetiştiriciliğe uygun değildirler. Elma ise yüzlek köklü yapısı ile bu topraklarla uyumludur (Ağaoğlu vd., 2001).

1.3 Elma'da Hastalık ve Zararlılara Yönelik Bitki Koruma Uygulamaları

Elmada ana zararlı elma içkurdu (*Cydia pomonella* L.) ve ana hastalık elma karalekesi (*Venturia inaequalis* (Cke.) Wint.)'dir. Elma içkurdu mücadelesinde, her dölle ait larva çıkışı süresi boyunca ağaçları ilaçlı bulundurmak ve meyve içerisine erginlerin girmesini engellemek ana amaçtır. Elma içkurdu nedeniyle %2 kadar ürün zararı normal olarak değerlendirilebilir. Bu sebeple içkurdu popülasyonunun doğru izlenmesi oldukça önemlidir. Elma içkurduna karşı ilk dölle 2 kez, ikinci dölle 1 kez ilaçlama yapılması yeterli olarak değerlendirilmektedir. Elma içkurdu diğer böceklerde olduğu gibi belirli sıcaklığın üzerinde gelişim gösterir (Anonim, 2011).

Elmada ana hastalık karaleke hastalığıdır. Karaleke hastalığının, parazitik ve saprofitik olmak üzere iki dönemi bulunmaktadır. Parazitik evre, mantar dokunun canlı dokulara yapışarak varlığını devam ettirdiği süreçtir. Saprofitik evre ise sonbaharda dökülen ölü yapraklarda başlamakta, ilkbaharda pseudotesyum oluşumuna kadar devam etmektedir. Pseudotesyumlardan küre ve yarı küre şeklinde aksporların yapraklara fırlatılmasıyla

uygun koşullar altında çimlenme gerçekleşmekte ve kütiküladan penetre olarak primer enfeksiyonu oluşturmaktadırlar. Enfeksiyonun oluşmasıyla birlikte ilk iki haftada yapraklarda kadife lekeler oluşur. Yağışlı havalarda diğer yapraklara ve meyvelere taşınım gerçekleşmekte ve bu enfeksiyonlar yağışlı geçen yaz ayları boyunca devam etmektedir. Sonbaharda yere düşen hastalıklı yapraklar ve meyveler döngünün tekrarlanmasına sebep olmaktadır (Anonim, 2011).

Ülkemizde tahmin ve erken uyarı sistemi olan bölgelerde gerekli bilgiler (biyolojik, meteorolojik ve fenolojik) incelenerek en uygun ilaç uygulama zamanı belirlenmektedir. Erken uyarı sistemi olmayan bölgelerde ise çiçek gözleri kabardığında (veya dallarda kabarcıklar görülüyorsa 3-5 gün önce), pembe çiçek tomurcuğu döneminde ve çiçek taç yaprakları %70-80 oranında dökülünce ilaçlama yapılmaktadır. İlaçlama yapıldıktan sonra hastalık etmeni hala ilerleme gösteriyorsa, ilaç etki süresi ve enfeksiyon oluşum süresi göz önüne alınarak yeniden ilaçlama yapılması gerekmektedir. İçkurdu ve kara leke gibi ana etmenlerden başka elmada verim ve kalite kayıplarına neden olan farklı etmenler bulunmaktadır. Bu etmenler; kurtlar, akarlar, altın kelebek, bakla zınnı, koşniller, kabuklu bitler, yaprak bitleri, yaprak bükenler, yaprak galeri güveleri, yazıcı böcekler ve yabancı otlar şeklinde sıralanabilir (Anonim, 2011).

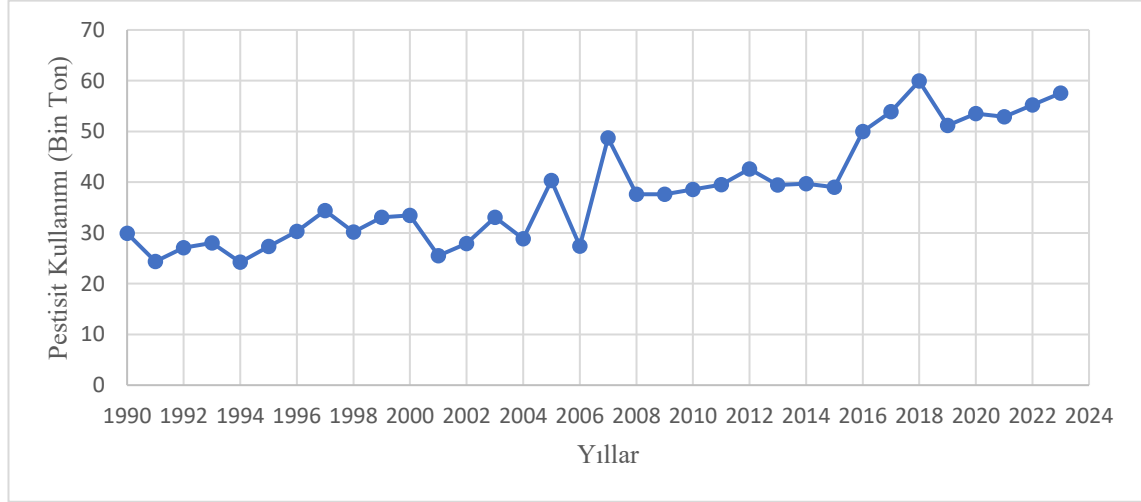
Meyve yetiştiriciliğinde; en kaliteli anaç, en doğru coğrafi konum seçilse ve en kaliteli gübre kullanılsa bile hastalık ve zararlı tehdidi her zaman olmaktadır. Elmada hastalık ve zararlılara karşı yapılacak en önemli bitki koruma uygulamalarından biri pestisit uygulamalarıdır. Pestisitler, kısa vadede tarımsal üretimde verimi artırarak gıda güvenliği, ürün kalitesi ve ekonomik kazanç sağlar. Örneğin, yıllık 10 milyar dolarlık pestisit yatırımının yaklaşık 40 milyar dolarlık ürün kaybını önlediği bildirilmektedir. Ancak uzun vadede pestisit kullanımı; toprak verimliliğinin azalması, pestisit direnci, doğal denge bozulmaları, bal arısı kayıpları, yeraltı sularının kirlenmesi ve insan sağlığı üzerinde immünotoksisite, kanser riski ve zehirlenme gibi ciddi olumsuz etkiler yaratmaktadır. Dolayısıyla pestisit kullanımı, tarımsal faydaları ile çevresel ve sağlık riskleri arasında bir denge arayışı gerektirmektedir. Yeni nesil mikrobiyal pestisitler, düşük toksisiteye sahip bileşikler ve hassas uygulama teknikleri bu olumsuzlukları azaltabilecek alternatifler olarak önerilmektedir (Anonim, 2025).

Çizelge 1.3’de 2018-2022 yılları arasında dünya’da, ülkemizde ve Avrupa Birliğinde toplam pestisit kullanımı verilmiştir. Çizelge 1.3 incelendiğinde, yıllara göre dünyada pestisit tüketimi yaklaşık olarak 3.399.000- 3.691.000 ton arasında, Avrupa birliğinde 321.000 – 378.000 ton arasında, ülkemizde ise 53.000 – 60.000 ton arasında değişmektedir. Çizelge 1.4’ de ise 1990-2022 yılları arasında ülkemizde kullanılan pestisit miktarları görülmektedir. Bu çizelgeden görüleceği üzere, 90’lı yıllarda 25.000 tonlarda olan pestisit tüketimi her geçen yıl artış göstererek son yıllarda 60.000 tonlu seviyelere ulaşmıştır.

Çizelge 1.3 Dünya’da, Ülkemizde ve Avrupa Birliğinde toplam pestisit kullanımı (FAOSTAT, 2024. FAO İstatistik Bölümü <https://www.fao.org/> (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2024)

Pestisit Kullanımı	Tüketim Miktarları (Ton)				
	2018	2019	2020	2021	2022
Avrupa Birliği (27)	378.1760	333.3167	354.9293	355.5464	320.9406
Türkiye	59.9219	51.1904	53.4900	52.8756	52.9630
Dünya	3.399.053,04	3.481.209,57	3.447.760,94	3.566.063,70	3.690.934,71

Çizelge 1.4 Ülkemizde yıllara göre toplam pestisit kullanımı (FAOSTAT, 2024. FAO İstatistik Bölümü <https://www.fao.org/> (Erişim Tarihi: 17 Aralık 2024)



Dünyada tarımsal savaşım mekanizasyonu alanında her geçen gün teknolojik gelişmeler meydana gelmektedir. Bu gelişmelerin temel amacı tarladan, bahçeden veya kapalı üretim alanlarından doğrudan sofraya veya gıda endüstrisine giden tarımsal ürünlerin kaliteli olması, verim yönünden üreticisini memnun etmesi ve pestisit kalıntılarının minimum

düzeyde olması sağlanarak insanlar tarafından güvenle tüketilebilmesini sağlamaktır. Tarımsal savaşım mekanizasyonunda pestisitlerin doğru doz ve uygulama normunda kullanımı ve hedef dışı alanlara gitmesinin olabildiğince önlenmesi üzerine çalışılmaktadır. Kanopi tanımlayıcı sistemler, ilaç geri dönüşümlü sistemler, yardımcı hava akımlı pülverizatörler, tünel pülverizatörler, ağaç taç yapısına göre özel tasarımı püskürtme sistemleri, düşük sürüklenme sağlayan memeler, elektrostatik yükleme tekniği vb. gibi son teknoloji sistemler ilaç sürüklenmesini minimuma düşürmekte, bitki kanopisi üzerinde tutunan pestisit miktarını artırarak hastalık ve zararlılara karşı biyolojik etkinliği artırmaktadır (Dursun vd., 2015). Günümüzde birçok araştırmacı uygulanan ilacın kanopi üzerinde daha fazla toplanması ve kanopi üzerinde dağılım düzgünlüğünün iyileştirilmesi için çalışmalar yürütmektedir.

Ülkemizde, bağ-bahçelerde pestisit uygulamalarında traktöre asılır ve çekilir tip geleneksel aksiyal fanlı yardımcı hava akımlı pülverizatörler en yaygın kullanılan pülverizatörlerdir. Bunların dışında traktöre asılır ve çekilir tip hidrolik (basınç enerjili) pülverizatörlerle püskürtme tabancaları kullanılarak pestisit uygulamaları yapıldığı gibi, arabalı tip üzerindeki motordan (elektrik motoru veya içten yanmalı motor) hareket alarak püskürtme tabancası ile ilaçlama ve sırt tipi pülverizatörlerle pestisit uygulamaları yapılmaktadır. Ancak ağaç çeşidi, taç yapısı ve boyutları, ilaçlama yapılan dönemdeki yaprak alan indeksi, pülverizatörün tipi, çalışma (işletme) koşulları ve hava koşulları gibi faktörlere bağlı olarak kullanılan pülverizatörlerin ilaç uygulama etkinlikleri farklılıklar göstermektedir. Bu nedenlerle, geleneksel (konvansiyonel) pülverizatörlerle birlikte kule tip pülverizatör gibi farklı püskürtme sistemi tasarımına sahip pülverizatörlerin de ilaç uygulama etkinliklerinin farklı ürünler üzerinde araştırılması gereklidir. Diğer yandan konvansiyonel pülverizatörlerde konvansiyonel hidrolik (basınç enerjili) konik ve yelpaze hüzmeli memeler kullanılmaktadır. Bu memeler ise sürüklenme potansiyeli yüksek damlacıklar üretmektedirler. Ancak, dünyada özellikle 2000'li yıllardan itibaren farklı meme üreticileri tarafından düşük sürüklenmeli memeler üretilmiş olup pestisit uygulamalarında her geçen gün daha fazla kullanılmaya başlamıştır. Düşük sürüklenmeli hava emişli konik veya yelpaze hüzmeli memeler, ilacı havayla karıştırarak damla çapını büyütmede ve sürüklenmeyi azaltabilmektedir (Çilingir ve Dursun, 2018). Günümüzde ve gelecekte entansif üretimin sürdürülebilirliği için pestisit uygulamaları yapılmaya

devam edecektir. Ancak insan sağlığı ve evre bilinci daima ön planda tutulmalıdır. Bu sebeple ilaç uygulama etkinliğinin olabildiğince artırılması gerekmektedir. Böylece, pestisit kayıplarının önlenerek hedef bitki yüzeylerine ulaştırılması, sürüklenmenin önlenerek evre kirliliğinin düşürülmesi ve ilaçlama maliyetlerinin düşürülmesi sağlanabilir.

Yardımcı hava akımlı pülverizatörlerle yapılan uygulamalarda bitki kanopisine ve gelişme dönemine göre ilaç normu ayarlanması gerekmektedir. Bu duruma bağlı olarak pülverizatörün hava akım hızı ve debisi, memelerin konumu, büyüklüğü ve tipi ile ilerleme hızının değiştirilmesi gerekmektedir. Bu faktörler, ilaç uygulama başarisını etkilemekte olup ilaçlama öncesinde doğru seçimler yapılmaması durumunda kanopi üzerinde tutunan ilaç miktarı azalmakta ve ilaç dağılım düzgünlüğü bozulmakta, ilaç kayıpları artmakta ve ilaç uygulama etkinliği düşmektedir (ilingir ve Dursun, 2018). Elma ağaçlarına ilaç uygulamalarında pülverizatör tiplerinin ve çalışma koşullarının etkilerini araştırmak amacıyla çok sayıda araştırma yürütülmüştür (Cross, 1991; Raisigl, 1991; Fox vd., 1993; Cross ve Berrie, 1995; Derksen ve Gray, 1995; Doruchowski vd., 1996; Hogmire ve Peterson, 1997; Vercruysee vd., 1999; Holownicki vd., 2000; Balsari vd., 2002; Svensson, 2003; Escola vd., 2006). Bu araştırmaların temelinde ilaç uygulama etkinliğinin (başarisının) artırılması yatmaktadır. İlaç uygulama başarısı arttığında, hedef yüzeylere püskürtülen ilacın bitki kanopisinde tutunma oranı artmakta ve kanopideki dağılımı daha homojen hale gelmekte yani ilaç dağılım düzgünlüğü iyileşmektedir. Bu sayede, toprağa ve havaya sürüklenen ilaç miktarı ve dolayısıyla ilaç kayıpları azalmaktadır. İlaç uygulama etkinliğinin yüksek olması, ilacın biyolojik etkinliğini artıracadığı için tekrar ilaçlama gerekmeyecektir. Bu sayede hem ilaçlama maliyeti düşecek hem de evre kirliliği azalacaktır.

1.4 Yapılan alışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu tez çalışmasının amacı, konvansiyonel aksiyal fanlı yardımcı hava akımlı bahçe pülverizatörü ve kule tipi yardımcı hava akımlı bahçe pülverizatörü ile bodur elma ağaçlarına ilaç uygulaması yapılarak ilaç uygulama etkinliklerinin karşılaştırılmasıdır. Bu amaçla her iki pülverizatörle farklı çalışma koşullarında denemeler yapılarak bodur elma

ağaçları üzerinde toplanan ilaç kalıntı miktarları, ilacın kanopideki dağılım düzgünlüğü, yaprak yüzeylerinde sağlanan kaplama oranları, toprağa ve havaya ilaç kayıpları belirlenmiştir. Bu tez çalışması kapsamında, her iki pülverizatörle 3 farklı ilerleme hızında ve 4 farklı meme (2 adet konvansiyonel konik hüzmeli, 2 adet düşük sürüklenmeli konik hüzmeli) kullanılarak denemeler yürütülmüştür. Ayrıca, konvansiyonel yardımcı hava akımlı pülverizatörün hava hızı değiştirilebildiği için seçilen çalışma koşullarında 3 farklı hava hızında denemeler yürütülmüştür. Böylece pülverizatörlerle çalışmada ilerleme hızına, meme tipine ve hava akımı hızına göre değerlendirmeler yapılarak en etkin çalışma koşullarının ve pülverizatör tipinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Sonuç olarak; bodur elma ağaçları üzerinde toplanan ilaç kalıntı miktarını ve kaplama oranını artıran, ilacın dağılım düzgünlüğünü iyileştiren, havaya ve toprağa ilaç kayıplarını azaltan pülverizatör tipi ve çalışma koşullarının belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu hedefe ulaşılması, insan sağlığı ve çevrenin korunması, ürün verimi ve kalitesinin artırılması, ilaçlama maliyetinin azaltılması açısından çok önemli faydalar sağlayacaktır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Ade ve Pezzi (2001), geri dönüşümlü ve hava sirkülasyonlu tünel tipi bir pülverizatör prototipi ile birlikte konvansiyonel aksiyal fanlı yardımcı hava akımlı bir pülverizatörü şeftali bahçesinde iki farklı dönemde test ederek performanslarını karşılaştırmışlardır. Konvansiyonel aksiyal fanlı yardımcı hava akımlı pülverizatöre kıyasla tünel tipi pülverizatörün iyi bir dikey ilaç dağılım homojenliği ve ağaç kanopisi içerisine iyi bir penetrasyon düzeyi sağladığını, toprak üzerinde oluşan ilaç kalıntısını yani yere olan ilaç kayıplarını %50-60 oranında azalttığını açıklamışlardır. Prototip tünel pülverizatörün, bitkiler üzerine püskürtülen ancak bitki üzerinde toplanamayan ilacın yaklaşık %20-30' luk kısmını toplayarak geri kazanabildiğini, ancak ağaç kanopisinin iki tarafında farklı kalıntı miktarı oluşturması nedeniyle ilaç dağılım asimetrisinin iyileştirilmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Amaya ve Bayat (2023), elektrostatik yükleme tekniğiyle ilaçlamanın çevreyi koruma noktasında önemli olduğunu vurgulamışlardır. Meyve ağaçlarının ilaçlanmasında, istenilen başarının elde edilmesi ile birlikte çevre ve insan sağlığı için indüksiyon yöntemiyle elektrostatik yüklemeli pülverizatörlerin klasik pülverizatörlere göre daha başarılı olduğunu belirterek ülkemizde satılan pülverizatörlerin uygulamadaki durumlarını incelemişlerdir. Geliştirmiş oldukları elektrostatik yükleme tekniğine sahip yüksek voltajlı sistem ile konik hüzmeli memeler kullanmışlar ve ilaçlama yapılan hedeflerin alt ve üst yüzeylerinin önemli ölçüde ilaçla kaplandığını açıklamışlardır. Geliştirdikleri pülverizatörün, ülkemizde satışta olan İtalyan ve Amerikan menşeli pülverizatörlerin yüksek fiyatlarına karşı uygun bir çözüm olduğunu bildirmişlerdir.

An vd. (2020), püskürtme tabancalı bir pülverizatörü ve iki yardımcı hava akımlı pülverizatörü (geleneksel aksiyal fanlı yardımcı hava akımlı pülverizatör ve kule tipi yardımcı hava akımlı pülverizatör) yarı bodur bir elma bahçesinde kullanarak pestisit dağılım düzgünlüğü ve kanopi üzerinde toplanan ilaç kalıntı miktarı açısından karşılaştırmışlardır. Kule tipi pülverizatörle farklı kanopi bölgelerinde sağlanan varyasyon katsayılarının yapraklar için %38.9-41.9 ve meyveler için %35.5-36.4 arasında olduğu ve genellikle diğer iki pülverizatöre göre varyasyon katsayılarının daha düşük

olduğu açıklanmıştır. Kule tipi pülverizatörün daha homojen bir ilaç dağılımı sağladığını ve çevre kirliliğini azaltarak toprağı daha iyi koruduğunu vurgulamışlardır.

Aydar vd. (2010), elma bahçelerinde içkurdu zararlısına karşı kullanılan pestisitlerin daha etkili bir şekilde uygulanabilmesi için farklı tip pülverizatörlerin performanslarını (ilaç dağılımı ve homojenliği, biyolojik etkinlik ve toprak üzerindeki ilaç kalıntısı) karşılaştırmışlardır. Çalışma sonunda; yardımcı hava akımlı pülverizatörlerin, standart pülverizatörlere göre daha yüksek biyolojik etkinlik sağladığını, bu durumun ilacın elma ağaçları üzerinde daha iyi dağılımı ve bitki yüzeyine daha iyi tutunması sayesinde elde edildiğini açıklamışlardır. Toprak üzerindeki ilaç kalıntı miktarının yardımcı hava akımlı uygulamalarda %48 azaldığı, bu durumun ilacın hedefine daha iyi ulaştığı ve çevreyi daha az kirlettiğı anlamına geldiğı bildirilmiştir.

Bayat vd. (2006), yapmış oldukları çalışmada turunçgil üzerinde 3 adet farklı hava akış hacmine (debisine) sahip pülverizatör ve iki farklı meme ile farklı uygulama hacimlerini karşılaştırmışlar ve elde ettikleri sonuçları turunçgilde püskürtme tabancasının sonuçları ile karşılaştırmışlardır. Denemelerde yabancı menşeli aksiyal fanlı, yerli üretim aksiyal fanlı ve yabancı menşeli ovs50 pülverizatör olmak üzere 3 farklı pülverizatör ile Albuz ATR80 meme ve Lechler ST652 meme kullanmışlardır. Çalışma sonunda, yardımcı hava akımlı pülverizatörlerle yapılan uygulamalarda kanopi içerisine daha iyi penetrasyon sağlandığını, yabancı menşeli aksiyal fanlı pülverizatör ve ATR80 meme ile yapılan denemede 5712 L/ha'lık uygulama hacminde en yüksek kalıntı miktarı ve kaplama değeri elde edildiğini, tabancaya en iyi alternatif olacağını belirlemişlerdir. İlaç uygulama hacminin artmasıyla ağaç altlarındaki kalıntının doğru orantılı olarak arttığını ve ağaç tacı alt kısmında saptanan kalıntı miktarının üst kısımlardan daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Meyveler üzerindeki kalıntı miktarının uygulama hacminin artmasıyla artış gösterdiğini ve yaprak altlarının yaprak üstlerine göre daha yüksek oranda kaplandığını açıklamışlardır.

Balsari vd (2002), elma bahçelerinde yürüttükleri çalışmada, pülverizatör ayarlarına göre yapraklar üzerinde yüzey kaplama ile birlikte toprağı akma şeklinde oluşan ilaç kayıpları ve hedef dışına ilaç sürüklenmesini değerlendirmişlerdir. Denemelerde aksiyal fanlı, içi

boş konik hüzmeli memelere sahip konvansiyonel bir yardımcı hava akımlı pülverizatör kullanılmıştır. Pülverizatör, 6 km/h ilerleme hızında ve 30000 m³/h hava debisiyle çalıştırılmış olup denemeler 4 farklı ilaç uygulama hacminde (300, 500, 700 ve 1000 L/ha) yapılmıştır. Püskürtme sıvısı olarak su ve Tartrazine boya karışımı kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre düşük uygulama hacimlerinde (300 ve 500 L/ha) hedef yüzeylerde kaplamanın daha iyileştiği ve toprağa ilaç kayıplarının azaldığı, buna karşın küçük çaplı damlacıklar nedeniyle sürüklenme riskinin arttığı bildirilmiştir.

Balsari vd. (2005), bağ alanlarında pestisit uygulamalarında kullanılmak üzere tasarlanan "kendi kendini kalibre eden" bir pülverizatör sisteminin performansını değerlendirmişlerdir. Bitki örtüsünün yoğunluğunu ve yapısal özelliklerini algılayarak memelerin ilaçlama debisini ve pülverizatör hava akım hızını otomatik olarak ayarlayabilen pülverizatörle farklı bağ düzenlemelerinde ve bitki gelişim dönemlerinde denemeler yapılmıştır. Bu pülverizatörün konvansiyonel pülverizatörlere kıyasla hedef üzerinde daha homojen bir kalıntı dağılımı sağladığı, hedef dışına sürüklenmeyi önemli ölçüde azalttığı ve pestisit kullanım etkinliğini artırdığı belirlenmiştir. Özellikle, sistemin yardımcı hava akım hızını bitki örtüsü yoğunluğuna göre optimize ederek, hem aşırı kalıntı oluşumunun önüne geçtiği hem de yaprak alt ve üst yüzeylerindeki dağılımı dengeli bir şekilde gerçekleştirdiği belirtilmiştir.

Balsari ve Marucco (2005), bağlarda pülverizatör ayarlarının ve asma kanopi özelliklerinin pestisit sürüklenmesi üzerindeki etkilerini detaylı şekilde incelemişlerdir. Bu amaçla farklı meme tipleri, ilaçlama basınçları ve yardımcı hava akımı hızları kullanılarak gerçekleştirilen uygulamalarda ilaç sürüklenme oranları değerlendirilmiştir. Ayrıca, bitki örtüsünün yapısal özellikleri (yoğunluk, hacim ve yaprak alan indeksi) ile pülverizatör çalışma parametreleri arasındaki ilişkiler analiz edilmiştir. Çalışma sonunda, pülverizatör ayarlarının doğru şekilde optimize edilmesinin, özellikle düşük sürüklenmeli meme kullanımının, ilaçlama basıncının uygun seçilmesinin ve yardımcı hava akımı hızının bitki örtüsüne uygun şekilde ayarlanmasının pestisit sürüklenmesini önemli ölçüde azalttığını açıklamışlardır. Yoğun ve düzenli bir kanopi yapısına sahip bağ alanlarında daha düşük sürüklenme değerlerinin elde edildiği, seyrek bitki örtüsüne sahip alanlarda sürüklenmenin anlamlı şekilde arttığı belirlenmiştir. Sonuç olarak,

sürüklenmenin en aza indirilmesi amacıyla hem pülverizatör ayarlarının hem de bitki yönetim stratejilerinin birlikte ele alınmasının gerekliliği vurgulanmıştır.

Balsari vd. (2008), konvansiyonel bir pülverizatörle farklı hava akım hızlarında ve farklı ilerleme hızlarında uygulamalar yaparak asma yaprakları üzerindeki ilaç kalıntı miktarı, toprak yüzeyindeki kalıntılar ve sürüklenme kayıplarını değerlendirmişlerdir. İki yıllık bu araştırmada, ilk yıl denemeleri bitki gelişiminin tam olduğu dönemde, ikinci yıl denemeleri ise çiçeklenme sonu döneminde yapılmıştır. Denemeler, üç farklı ilerleme hızında (4, 6 ve 8 km/h) ve dört farklı hava hızında (4.7, 7.0, 9.7 ve 13.5 m/s) yapılmıştır. Tüm denemelerde ilaç uygulama hacmi 230 l/ha olarak sabit tutulmuştur. Sonuçta, düşük hava hızlarının ve düşük ilerleme hızlarının tercih edilmesiyle yapraklar üzerindeki ilaç kalıntılarının arttığı ve sürüklenme kayıplarının azaldığı bildirilmiştir.

Brown vd. (2008), hedefi algılayarak püskürtme yapabilen ticari bir pülverizatör ve geleneksel yardımcı hava akımlı bir pülverizatörle meyve bahçesinde insektisit uygulamaları yaparak performanslarını belirlemeye çalışmışlardır. Denemelerin yürütüldüğü bahçede ağaçlar arasında belirgin boşluklar olduğu belirtilmiştir. Çalışma sonunda, hedefi algılayarak ilaç püskürten pülverizatörün, geleneksel yardımcı hava akımlı pülverizatöre göre %40 daha az ilaç püskürttüğü ve yine toprak zemini üzerinde biriken kalıntı miktarında %41'lik bir düşüş sağlandığı açıklanmıştır.

Campbell vd (1988), bir elma bahçesinde elma içkurdu ve yapraklarda görülen hastalık (scab) kontrolü için uygulanan ilaç hacmi ve doz oranının etkilerini araştırmışlardır. İlaç uygulama hacimleri 1000 L/ha ve 200 L/ha olup, her uygulama hacminde önerilen doz oranlarının %100'ü, %75'i ve %50'sinde insektisit ve fungusit uygulamaları yapmışlardır. Araştırma sonunda, 1000 L/ha'lık ilaç uygulama hacminde elma içkurdu kontrolünün 200 L/ha'lık uygulama hacmine göre daha yüksek olduğunu açıklamışlardır.

Cerruto (2007a), bağlarda gerçekleştirdikleri ilaçlama denemelerinde, ilaç uygulama hacmini sabit tutarak pülverizatör hava akım hızı ve ilerleme hızının yapraklardaki kalıntı miktarı üzerine etkilerini değerlendirmişlerdir. Denemeler, aksiyal fanlı yardımcı hava akımlı çekilir tip bir pülverizatör kullanılarak yürütülmüş ve pülverizatör üzerinde içi boş

konik hüzmeli memeler bulunmaktadır. Denemeler, iki farklı hava debisi (3.9 ve 7.5 m³/s) ve üç farklı ilerleme hızı (0.9, 1.4 ve 2.8 m/s) koşullarında yürütülmüştür. Bitki kanopisinin gelişimini dikkate alabilmek amacıyla denemeler iki farklı fenolojik dönemde yapılmıştır. İlaçlamadan sonra, her örnek ağacın üç farklı yüksekliğinden ve iki farklı derinliğinden eşit sayıda olacak şekilde toplam 36 yaprak toplanmış ve yapraklardaki kalıntı miktarı spektrofotometre ile ölçülmüştür. Sonuçta, her iki fenolojik dönemde de ne hava akım hızı ne de ilerleme hızının yapraklardaki ortalama kalıntı miktarını anlamlı düzeyde etkilemediğini bildirmişlerdir. Bununla birlikte, bitki gelişiminin arttığı ikinci fenolojik dönemde daha yüksek hava akım hızının, yaprak örtüsünün iç kısımlarında kalıntıyı artırdığını ve tam yaprak gelişiminin olduğu dönemlerde çok düşük hava akım hızlarının tercih edilmemesi gerektiğini vurgulamışlardır. Ayrıca, ilerleme hızının bitkinin farklı örnekleme bölgelerindeki kalıntı miktarını etkilediğini ve en yüksek ilerleme hızı olan 2.8 m/s'de bitkinin üç farklı yükseklik ve iki farklı derinliğindeki yapraklar üzerindeki kalıntı miktarları arasında farkların arttığını, bu nedenle 1.4-1.7 m/s arası bir ilerleme hızının tercih edilmesi gerektiğini bildirilmiştir.

Cerruto (2007b), bir önceki çalışmanın devamı niteliğinde olan bu çalışmada, ilaç uygulama hacmi ve pülverizatör hava akım hızının asma yapraklarındaki kalıntı miktarına etkilerini incelemişlerdir. Denemeler, konvansiyonel konik hüzmeli Albuz ATR tipi memelerle donatılmış yardımcı hava akımlı çekilir tip bir pülverizatörle yürütülmüştür. Bitki gelişiminin etkisini dikkate alabilmek amacıyla, arazi denemeleri yaklaşık bir aylık aralıklarla iki fenolojik dönemde tekrarlanmıştır. Her gelişme dönemi için iki hava akım hızında (3.9 ve 7.5 m³/s) ve üç farklı uygulama hacminde (birinci gelişme döneminde 103, 216 ve 276 L/ha, ikinci gelişme döneminde 154, 330 ve 432 L/ha) denemeler yapılmıştır. Denemeler, tesadüf blokları deneme desenine göre düzenlenmiştir. Tüm denemelerde çalışma basıncı (1.2 MPa) ve ilerleme hızı (1.4 m/s) sabit tutulmuştur. Yapraklardaki kalıntı miktarları, spektrofotometrik yöntemle ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre, her iki gelişme döneminde de ilaç uygulama hacminin yapraklardaki ortalama kalıntı miktarını anlamlı düzeyde etkilemediği, buna karşın en yüksek kalıntı değerlerinin en düşük hava akım hızıyla elde edildiği açıklanmıştır. Pülverizatör hava akım hızı × ilaç uygulama hacmi etkileşiminin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı,

bununla birlikte düşük ilaç uygulama hacimlerinin yüksek hava akım hızları ile birlikte kullanılmasıyla, özellikle yaprak gelişiminin az olduğu birinci büyüme döneminde, ilaçlama sürüklenmesini (drift) artırarak yapraklardaki kalıntı miktarında belirgin bir azalmaya (genel ortalamaya göre %29) neden olduğu açıklanmıştır.

Chen vd. (2012), ağaç ilaçlamalarında uygulanan ilaç hacmini ve sürüklenmeyi azaltma amacıyla değişken oranlı yardımcı hava akımlı bir pülverizatör geliştirmiş ve test etmişlerdir. Geliştirilen deneysel pülverizatör üzerindeki her bir memeden püskürtülen ilacın gerçek zamanlı olarak kontrol edilebilmesi için yüksek hızlı lazer tarama sensöründen yararlanmıştır. Pülverizatörün ilaç uygulama sistemindeki her bir meme, (PWM) kontrollü bir selenoid valf ile kontrol edilerek hedef ağacın büyüklüğüne, yüksekliğine, genişliğine ve yaprak yoğunluğuna bağlı olarak değişken oranlı uygulama gerçekleştirmesi sağlanmıştır. Sistem gecikme süresini belirlemek için, sensörün kanopiyi algılaması ile meme aktivasyonu arasındaki süreyi kaydetmek üzere yüksek hızlı bir video kamera kullanılmıştır. Bitki kanopisindeki ilaç dağılım düzgünlüğünü belirlemek için 3.2 kmh^{-1} ve 6.4 kmh^{-1} olmak üzere iki farklı ilerleme hızında, farklı boyut ve kanopi yoğunluklarına sahip dört süs ağacı üzerinde denemeler yapılmıştır. Çalışma sonunda, süs ağaçlarının farklı kanopi hacimleri ve yaprak yoğunluklarına sahip olmalarına rağmen, ilaç dağılım düzgünlüğü açısından farklılıkların istatistiksel olarak önemli olmadığını açıklamışlardır. Geliştirilen sensör kontrollü pülverizatörün tasarım kriterlerinin değişken oranlı uygulama için kabul edilebilir düzeyde olduğunu, uygulanan ilaç hacmi ve sürüklenmenin azaltılması açısından büyük bir potansiyele sahip olduğunu ve böylece çevreye olan olumsuz etkileri azalttığını bildirmişlerdir.

Cross vd (2001a), aksiyal fanlı konvansiyonel bir bahçe pülverizatörü ile farklı büyüklükteki elma ağaçlarının ilaçlanmasında hedef bitkilerde toplanan ilaç kalıntı miktarları ve sürüklenmeyle oluşan ilaç kayıplarına ilaç uygulama hacminin etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla düşük, orta ve yüksek olmak üzere 3 farklı ilaç uygulama hacminde denemeler yapmışlardır. Çalışma sonunda; düşük, orta ve yüksek hacimli ilaçlamaların hepsinde yaprak alt yüzeylerindeki ortalama kalıntı miktarlarının yaprak üst yüzeylerindeki kalıntı miktarlarının yaklaşık iki katı olduğunu, ilaç uygulama hacmine

bağlı olarak yüzey kaplama oranının değiştiğini, yüksek hacimli uygulamanın meyveler üzerinde sağladığı kalıntı miktarının en az olduğunu belirtmişlerdir.

Cross vd (2001b), yukarıdaki çalışmanın devamı olarak farklı büyüklükteki elma ağaçları üzerinde toplanan ilaç kalıntılarına ve ilaç kayıplarına çok ince (VMD = 156 µm), ince (VMD = 198 µm) ve orta (VMD = 237 µm) büyüklükteki damlacıklarla ilaç uygulamalarının etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonunda, yapraklarda toplanan ilaç kalıntı miktarlarının ve bu kalıntıların ağaçların farklı bölgelerine göre dağılımlarına damla büyüklüğünün önemli derecede etkili olmadığını bildirmişlerdir. Çok ince ve ince damlacıklarla yapılan ilaçlamalarda sürüklenen ilaç yüzdesinin orta çaptaki damlacıklarla yapılan ilaçlamaya göre daha çok olduğunu açıklamışlardır. Sonuç olarak, daha büyük çaplı damlacıklarla yapılan ilaç uygulamalarıyla hedef yüzeylerde daha fazla ilaç kalıntısı sağlandığı ve ilaç kayıplarının daha az olduğu belirtilmiştir.

Cross vd (2003), yukarıdaki iki çalışmanın devamı olarak bu çalışmada pülverizatör hava verdisinin etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla pülverizatörün üç farklı hava verdisinde (11.3, 7.5 ve 4.1 m³/s) denemeler yapmışlardır. Çalışma sonunda yüksek ve orta hava verdilerinin ağaçlar üzerinde toplanan kalıntı miktarını önemli derecede etkilemediğini, fakat düşük hava verdisinin yapraklar ve meyveler üzerindeki kalıntı miktarını önemli derecede artırdığını açıklamışlardır. Hava verdisinin azaltılmasıyla pülverizatöre yakın ağaç bölgelerinde kalıntı miktarının arttığını, pülverizatörden uzak bölgelerde ise azaldığını, orta hava verdisiyle çalışmanın ilaç sürüklenmesini düşük oranda azalttığını, fakat en düşük hava verdisiyle yapılan uygulamalarda ilaç sürüklenmesinin %55-93 kadar azaldığını belirtmişlerdir.

Çelen (2008), bodur elma ağaçlarında (Granny smith ve Galaxy Gala) ağaç kanopisinde toplanan ilaç kalıntı miktarına ve hedef dışına ilaç kayıplarına pülverizatör hava jeti yön değiştiricilerinin etkisini belirlemiştir. Üç farklı yön değiştirici açısında (0-20-40°) yapılan denemelerde, hava yönlendirici plakanın 20° yukarıya ayarlanması durumunda, 40°'ye göre ağaç kanopileri üzerinde toplanan ilaç kalıntı miktarının daha yüksek olduğunu ve hedef dışına ilaç kayıplarının daha düşük olduğunu belirtmiştir.

Çelen (2023), tarım alanında kullanılan robotik sistemlerin görevlerini daha yüksek başarı ile gerçekleştirmesi sayesinde verimin arttığını ve maliyetin azaldığını, ayrıca herbisit sarfiyatının %5-10 arasında düşürülmesiyle kabul edilebilir sonuçların elde edilmesinin mümkün olduğunu belirtmiştir. Yardımcı hava akımlı ve özel tasarıma sahip ultrasonik sensörlerle donatılmış pülverizatörlerle %80'e varan ilaç tasarrufu sağlanabildiğini açıklamıştır.

Derksen vd. (2007), yarı bodur bir elma bahçesinde geleneksel aksiyal fanlı yardımcı hava akımlı bir bahçe pülverizatörüyle yaptıkları çalışmada konvansiyonel ve düşük sürüklenme sağlayan hava emişli memeler kullanarak ağaçlar üzerinde sağlanan kaplama oranları ve sürüklenen ilaç kalıntı miktarlarını değerlendirmişlerdir. Denemelerde, gerçek ilaç yerine iz maddesi olarak Tartrazine kullanılmış, meme olarak ise D3-25 ve D4-25 olmak üzere iki farklı konvansiyonel meme ve düşük sürüklenme sağlayan TurboDrop 02 (TD02) hava emişli meme kullanılmıştır. Çalışma sonunda, damlacık spektrumu küçük olan D3-25 memesinin, kanopinin 2.0 ve 3.0 m yüksekliklerde yaprak üstü ve yaprak altında en yüksek yüzey kaplama oranı sağladığı ve yaprak üst yüzeyi kaplama oranının TD02 memesine göre biraz daha iyi olduğu, buna karşılık D3-25 memeleri ile gerçekleştirilen ilaçlamada yaprak alt yüzeyinde sağlanan kaplamanın hem 2.0 m, hem de 3.0 m yüksekliklerde düşük sürüklenme sağlayan TD02 memelerine göre önemli ölçüde daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Düşük sürüklenmeli TD02 memeleri ile çalışmada, meyve bahçesinin kenarından itibaren 8 ile 32 m uzaklıktaki hedeflerde yere sürüklenen kalıntı miktarının en düşük olduğu, D4-25 memelerinin meyve bahçesinin kenarından itibaren 8 m mesafeye yerleştirilen örnekleme yüzeylerinde düşük sürüklenmeli TD02 memelerine göre yerden 9 m yüksekliğe kadar yaklaşık üç kat daha fazla kalıntı oluşturduğu açıklanmıştır.

Dolera vd. (2012), narenciye bahçelerinde akarisit uygulamalarında düşük sürüklenmeli memelerin hem biyolojik etkinliklerini hem de ilaç sürüklenme yüzdelerini değerlendirmişlerdir. Bu amaçla iki farklı tip düşük sürüklenmeli hava emişli meme ve bir geleneksel konik hüzmeli memeyi karşılaştırmışlardır. Denemeler, 3000 l/ha'lık ilaç uygulama normunda yapılmıştır. Çalışma sonunda, düşük sürüklenmeli memelerin

turunçgillerde *Tetranychus urticae*'nin kontrolünde biyolojik etkinliğe zarar vermediği ve ilaç sürüklenme yüzdesini azalttığı açıklanmıştır.

Doruchowski ve Holovnicki (2000), pestisitlerin minimum düzeyde kullanılması ve çevreye verilen zararın azaltılması açısından önemli olduğunu, çevresel anlamda güvenli ilaçlama tekniklerinin geliştirildiğini, bunlardan birinin geri dönüşümlü sistemler, diğerinin ise ürün sıralarında boşlukların nerede olduğunu tespit eden algılama sistemleri olduğunu açıklamışlardır. Geri dönüşümlü sistemlerin, kanopide daha düzgün ilaç dağılımı sağlayarak normalde hedef üzerinde tutunamayarak boşa giden ilacın geri dönüşümünü (kazanılmasını) sağladığını ve meyve bahçesinde kullanılan pestisitlerin %85'e kadar azaltılabildiğini bildirmişlerdir. Hedef tespit sistemine sahip pülverizatörlerin, ilacı yalnızca hedef ağaçların veya çalılarının bulunduğu yerlere püskürttüğünü, meyve bahçelerindeki ilaç kullanımını %30 oranında ve sürüklenmeyi ise %50 oranında azaltabildiğini vurgulamışlardır.

Dou vd. (2021) meyve bahçelerinde pestisit uygulamalarında hedef dışına sürüklenme nedeniyle önemli miktarda toprak, su ve çevre kirliliği meydana geldiğini, sürüklenmeyi azaltmak ve çevre kirliliğini kabul edilebilir bir seviyede tutabilmek için hedef odaklı ilaçlama teknolojilerinin kullanılması gerektiğini vurgulamışlardır. Bu amaçla, fotoelektrik sensörlü ve ultrasonik sensörlü iki adet ilaçlama makinesi geliştirmişler ve bu pülverizatörleri genç kiraz ağaçları ve yetişkin elma ağaçlarının bulunduğu bahçelerde denemişlerdir. Karşılaştırma amacıyla herhangi bir kontrol sistemine sahip olmayan ticari bir pülverizatör de kullanılmıştır. Denemelerde, pestisit yerine bir iz yapıcı bir madde olan rodamin, örnekleme yüzeyi olarak da filtre kağıtları kullanmışlardır. Filtre kağıtları ağaçlar üzerinde farklı bölgelere ve toprak yüzeyi üzerine yerleştirilmişlerdir. Sonuçta, sensörlerle donatılmış pülverizatörlerin, herhangi bir kontrol sistemine sahip olmayan ticari pülverizatöre göre özellikle toprak üzerinde çökme yoluyla toplanan ilaç kalıntılarını büyük ölçüde azalttığını açıklamışlardır. Fotoelektrik tabanlı (gövde tabanlı) ve ultrasonik tabanlı (kanopi tabanlı) hedefe yönelik ilaçlama uygulamalarında toprak yüzeyinde oluşan kaplamanın genç meyve ağaçlarında sırasıyla %50.63 ve %38.74 azaldığı, yetişkin meyve ağaçlarında ise sırasıyla %21.66 ve %29.87 azaldığı açıklanmıştır. Fotoelektrik tabanlı hedefe yönelik algılama yönteminin genç ağaçlar için,

ultrasonik tabanlı hedefe yönelik algılama yönteminin ise yetişkin ağaçlar için daha uygun olduğu belirtilmiştir. Pülverizatörlerin hava çıkış kanallarında hava hızı ve hava hacminin uygun seviyede olmasının toprak zemini üzerinde oluşan pestisit kalıntısını azaltabileceğini vurgulamışlardır.

Escolâ vd. (2006), iki farklı elma çeşidinde (Golden ve Red Chief) ve iki farklı armut çeşidinde (Blanquilla ve Conference) en iyi ilaç uygulama hacmine karar vermek amacıyla 400, 800 ve 1600 l/ha olmak üzere üç farklı uygulama hacminde denemeler yapılmıştır. Çalışma sonunda, en düşük uygulama hacminin erken sezon ilaçlamaları için daha uygun olabileceği, bitkilerin tam gelişim aşamasında ise en yüksek uygulama hacminin tercih edilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Fox vd. (1993), meyve bahçelerinde kullanılan yardımcı hava akımlı bir pülverizatörle yarı bodur elma ağaçlarında ilaç uygulamaları yaparak havaya olan sürüklenme kayıpları ve yerdeki (toprak üzerindeki) ilaç kalıntılarını ölçmüşlerdir. Denemelerde, püskürtme sıvısı olarak gerçek ilaç yerine su ve floresan iz maddesi karışımı kullanılmış ve 468 L/ha'lık ilaç uygulama normunda çalışılmıştır. Toprak üzerindeki kalıntı ölçümleri için örnekleme amacıyla kullanılan filtre kağıtları ağaç sırasından 3 m ile 240 m uzaklıkta, havaya sürüklenen kalıntı miktarlarını belirlemek için kullanılan filtre kağıtları ise 0.5 m ile 10 m yüksekliğindedir. Çalışma sonunda, toprak zemini üzerinde ölçülen kalıntı miktarının ağaç sırasından itibaren 3. m'de $1000 \mu\text{g}/\text{m}^2$ iken ağaç sırasında itibaren 30. m mesafede ise $30 \mu\text{g}/\text{m}^2$ 'nin altına düştüğünü, tüm ölçüm noktalarında havaya sürüklenen kalıntı miktarlarının yerdeki kalıntı miktarlarına göre daha fazla olduğu bildirmişlerdir.

Garcera vd. (2017), Akdeniz bölgesi *Citrus sinensis* türü portakal bahçesinde konvansiyonel aksiyal fanlı yardımcı hava akımlı pülverizatörle yapılan ilaçlamalarda ağaç kanopisi üzerinde toplanan damlacıklarla birlikte yere ve havaya sürüklenen damlacıkların dağılımını incelemişlerdir. Denemeler, standart konik hüzmeli (Teejet D3, DC35) ve düşük sürüklenmeli memeler (Albuz TVI 8003) kullanılarak 3000 l/ha uygulama hacminde gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonunda yardımcı hava akımlı aksiyal fana sahip pülverizatörle yüksek boylu bitkiler üzerinde yapılan ilaçlamada ilacın sadece belli bir kısmının hedefe ulaştığını ve belli bir oranda hedef dışı kayıpların (yere

ve ilaç uygulaması yapılan alanın dışına giden ilaç damlacıkları) meydana geldiğini açıklamışlardır. Denemelerde gerçek ilaç yerine su içerisine iz maddesi olarak parlak sulfoflavin kullanmışlardır. Sonuç olarak püskürtülen sıvının %46 oranında hedefe ulaştığını, püskürtülen ilacın %4 oranında aynı sıradaki diğer ağaçlara ulaştığını, standart konik hüzmeli memelerle yapılan uygulamada sürüklenme oranının %23 ve düşük sürüklenmeli memelerle yapılan uygulamada ise %17 olarak gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Fakat standart konik hüzmeli memelerle yere olan kayıpların düşük sürüklenmeli memelere göre daha yüksek oranda (%22-%27) gerçekleştiğini açıklamışlardır.

Gil vd. (2007), pestisit uygulamaları sırasında havadaki pestisit emisyonunu değerlendirmek için oluşturulan yapay bir bağ üzerinde yardımcı hava akımlı bir pülverizatörle ince ve çok ince damlacıklar halinde uygulamalar yapmışlardır. Yerden itibaren 2.5 m yükseklikte toplanan ilaç miktarının çok ince damlacıklarla yapılan uygulamada püskürtülen toplam ilaç miktarının %9 – 10.7' si arasında ve ince damlacıklarla yapılan uygulamada ise %5.6 – 7.3' ü arasında değiştiğini açıklamışlardır. Damlacık özellikleri ile birlikte rüzgâr hızı, sıcaklık, kararlılık parametresi ve bağıl nem gibi mikroklima değişkenlerine bağlı olarak oluşturulan bir istatistiksel model yardımıyla ilaçlama sırasında meydana gelen ilaç kaybının kabul edilebilir bir belirleme katsayısıyla ($R^2=0.84$) tahmin edilebileceği bildirilmiştir.

Güler ve Tozan (2004), bağlarda yaptıkları çalışmada ülkemizde yaygın olarak kullanılan hava akımlı mekanik pülverizatör kullanmışlar, bu makine için hava yönlendirme ve ilaç püskürtme ünitesi hazırlamışlardır. Hazırlanan düzende başlık açıları olarak 1. denemede üst kısmı 30 derece açılı, alt kısmı ise 60 derece açılı olarak konumlandırmışlardır. 2. denemede ise üst kısmı 35 derece, alt kısmı 45 derece olarak belirlemişler ve kıyas olarak makinenin mevcut durumu (herhangi bir değişiklik yapmaksızın) ile karşılaştırmışlardır. Hava debisi olarak 24830, 30473 ve 36117 m³/h değerlerini ve işletme basıncı olarak 6, 12 ve 18 bar değerlerini kullanmışlar ve 30/60 derece ayarlarının en iyi çalışma pozisyonu olduğu tespit etmişlerdir. Ayrıca en iyi ilaç dağılımının, hedef üzerindeki kaplanma miktarının ve kalıntı oranının 6 bar basınç ile 30473 m³/h hava debisinde elde edildiğini bildirmişlerdir.

Holownicki vd. (2000), geliştirdikleri yardımcı hava akımlı bir pülverizatörü (HVDAS) bodur ve yarı bodur meyve bahçelerinde denenmişler ve performans açısından hem konvansiyonel yardımcı hava akımlı bir pülverizatör ve hem de çapraz akışlı fanlara sahip yardımcı hava akımlı bir pülverizatörle karşılaştırmışlardır. Geliştirilen pülverizatörün hava çıkış açıları yukarıya 20 ve 40° açıyla yönlendirilebilmektedir. Modern elma bahçelerinde, hava çıkış ağızı 20° yukarıya ayarlanmış HVDAS pülverizatörü ile ağaç kanopisinde sağlanan kalıntı miktarının diğer pülverizatörlere göre daha yüksek olduğunu ve hedef dışı ilaç kaybının daha düşük olduğunu açıklamışlardır. Pülverizatör hava jetinin 40° yukarıya yönlendirilmesi durumunda ilaç kaybının arttığı, özellikle havaya sürüklenme riskinin arttığını bildirmişlerdir.

Jafari vd. (2016), bahçelerde ilaç uygulamalarında karşılaşılan problemlerden bazılarını çözmek için teleskobik bir ilaç püskürtme sistemi geliştirmiş ve bu sistemin çekilir tip bir pülverizatör üzerine montajını gerçekleştirmişlerdir. Geliştirdikleri pülverizatörün ilaçlama performansını çekilir tip normal bir tabancaya sahip ilaçlama makinesi, sırt pülverizatörü ve elektrostatik yükleme tabancasına sahip sırt pülverizatörü ile karşılaştırmışlardır. Ceviz bahçesinde yaptıkları denemelerde karşılaştırma amacıyla ilaç sürüklenmesi, tüketilen ilaç miktarı, yakıt tüketimi, ilaçlama yüksekliği, ilaçlama süresi ve ilaç kayıpları gibi kriterler göz önüne alınmıştır. Sonuçta, elektrostatik püskürtme tabancasıyla ilaçlama kalitesinin sırt pülverizatöründen daha iyi olduğu, suya duyarlı kartlar tamamen ilaçla kaplandığı için çekilir tip pülverizatör ve geliştirilen teleskobik püskürtme sisitemine sahip pülverizatörün birbiriyle kıyaslanamadığı, en fazla ilaç sürüklenmesinin püskürtme tabancalı çekilir tip pülverizatör ile en düşük sürüklenmenin ise geliştirilen teleskobik püskürtme tasarımı pülverizatörle gerçekleştiği belirtilmiştir. Sırt pülverizatörü ve elektrostatik pülverizatörle yapılan ilaçlamada en üst dalların ilaçlanamadığı, bu sebeple ilaç tüketimlerinin diğer pülverizatörlere göre daha düşük olduğu, püskürtme tabancalı çekilir tip pülverizatörün ilaçlama süresinin en yüksek ve sırt pülverizatörünün ise en düşük ilaçlama süresine sahip olduğu açıklanmıştır.

Jamar vd. (2010), bodur bir elma bahçesinde yaptıkları çalışmada tünel tipi ve geleneksel pülverizatörleri karşılaştırmışlardır. Denemelerde, hem standart içi boş konik hüzmeli memeleri (ATR) ve hem de sürüklenmeyi azaltan hava emişli konik hüzmeli (TVI)

memeler kullanılmıştır. Pülverizatörlerin performansı; ağaç kanopisinde toplanan ilaç kalıntısı ve kaplama oranının belirlenmesi, toprak üzerinde çökelme yoluyla oluşan ilaç kalıntısı ve tünel pülverizatörde püskürtülen sıvının ağaç tacı üzerinde tutulamayan kısmının toplanması ve geri dönüşüm oranı açısından değerlendirilmesiyle belirlenmiştir. İlaç kalıntısını ve kaplama oranını değerlendirmek için sırasıyla filtre kağıtları ve suya duyarlı kağıtlar kullanılmıştır. Çalışma sonunda, standart içi boş konik hüzmeli ATR memelerle ağaç kanopisinde her örnekleme noktasında tünel tipi pülverizatörle oluşturulan ilaç kalıntı miktarının, geleneksel pülverizatöre göre önemli ölçüde farklı olmadığını belirtmişlerdir. Hava emişli TVI memelerinin, standart içi boş konik hüzmeli ATR memelerine göre önemli ölçüde daha zayıf kaplama sağladığını belirtmişlerdir. Düşük rüzgâr hızlarında, çökelme (sedimentasyon) şeklinde oluşan ilaç sürüklenmesinin, pülverizatör veya meme tipinden bağımsız olarak, pülverizatör tarafından püskürtülen ilacın ortalama %5.8' i ile 9.1' i arasında değiştiğini ve iki pülverizatör arasında önemli bir fark olmadığını bildirmişlerdir. Tünel tipi pülverizatörle çalışmada geri kazanım sistemiyle, ATR ve TVI memeleri için kullanılan ilaçtan sırasıyla ortalama %28 ve %32 oranında tasarruf sağlandığını açıklamışlardır.

Landers (2011a), bitki kanopisinin sezon ilerledikçe yoğunlaşması, ilacın yeterli penetrasyonu ve etkili bir kaplama oranı sağlamak için daha yüksek hava debisi ve ilaç kullanımının zorunlu olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan saha denemelerinde, üreticilerin pülverizatör hava akışını ayarlamak suretiyle bitki üzerinde toplanan ilaç kalıntısını %82 kadar artırdığını ve ilaç sürüklenmesini %70'e kadar azaltabileceğini açıklamışlardır.

Lešnik vd (2004), bazı elma zararlılarına karşı standart ve düşük sürüklenme (drift) sağlayan memelerin etkinliklerini karşılaştırmışlardır. Çalışma sonunda, düşük sürüklenme sağlayan memelerin elma içkurdu ve yeşil yaprak bitine karşı insektisitlerin etkinliğini azalttığını açıklamışlardır.

Lešnik vd. (2005), yüksek yaprak yoğunluklu meyve bahçelerinde bazı elma zararlılarına karşı standart ve sürüklenmeyi azaltan memelerle uygulanan pestisitlerin biyolojik etkinliklerini karşılaştırmışlardır. Denemelerde, tüm memelerle uygulanan ilaç normu

350 Lha⁻¹ olarak sabit tutulmuştur. Çalışma sonunda, meyve ağacı kırmızı örümcek akarı (*Panonychus ulmi*) ve elma pembe yaprak biti (*Dysaphis plantaginea*) kontrolünde meme tipleri arasında önemli bir fark gözlenmediği bildirilmiştir. Bununla birlikte, sürüklenmeyi azaltan memelerin, insektisitlerin morina güvesi (*Cydia pomonella*), yeşil elma yaprak biti (*Aphis pomi*) ve elma yaprak minerine (*Leucoptera malifoliella*) karşı etkinliğini azalttığı açıklanmıştır.

Lešnik vd. (2015), elma bahçelerinde yapmış oldukları denemelerde pülverizatör ilerleme hızının ilaç sürüklenmesine etkilerini incelemişlerdir. Denemeler; aksiyal ve radyal fana sahip iki farklı pülverizatörle, iki farklı damlacık büyüklüğü (ince veya kaba damlalar) ve iki farklı pülverizatör ilerleme hızı (5 km/h ve 10 km/h) koşullarında yapılmıştır. Denemeler bahar ve yaz mevsimlerinde benzer dış koşullar ve mevsimsel hava koşulları altında gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonunda, ilerleme hızının artmasıyla ilaç sürüklenme yüzdesinin düştüğünü ve ilaçlamada kullanılan fan tipinin ağaçların terbiye sistemine göre ilaç sürüklenmesinde etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Loquet vd. (2009), elma bahçelerinde yaptıkları iki yıllık çalışmada konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerin elma karalekesi ve iç kurduna karşı biyolojik etkinliklerini değerlendirmişlerdir. Denemelerde iki farklı meme tipi (konvansiyonel ATR ve düşük sürüklenmeli TVI) kullanılmış olup, ilaç uygulama hacmi 400 L/ha, basınç ise 10 bar olarak sabit tutulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, çoğu durumda sürüklenmeyi azaltan memelerle yapılan uygulamaların etkinliğinin, standart memelerle yapılan uygulamalarla eşdeğer olduğunu açıklamışlardır. Hem 2006 ve hem de 2007 yıllarında yapılan kalıntı dağılımına ilişkin ölçümlerde sürüklenmeyi azaltan memelerin yaprak yüzeylerinde oluşturduğu kalıntıların daha yüksek olduğunu, düşük sürüklenmeli TVI memeleriyle yapılan uygulamalarda, yaprak üzerinde toplanan kalıntı miktarının konvansiyonel ATR memelerine göre neredeyse iki kat daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Liu vd. (2020), elma bahçelerinde konvansiyonel yardımcı hava akımlı bir pülverizatör ve dron (4 rotorlu) ile ilaç uygulamalarını kanopideki kaplama oranı, havaya olan sürüklenme (drift), yere olan ilaç kayıpları ve hedef dışı alanlarda kirlenme açılarından karşılaştırmışlardır. Dron ile ilaçlamada ağaç kanopisindeki kaplama oranının

konvansiyonel yardımcı hava akımlı pülverizatöre göre daha düşük olduğunu açıklamışlardır. Dron ile ilaçlama esnasında yüksek hava hızına sahip rotorların yarattığı girdap etkisiyle havaya sürüklenmenin yardımcı hava akımlı pülverizatöre göre daha yüksek oranda gerçekleştiği, fakat yere olan kayıpların 1/5'i kadar gerçekleştiği açıklanmıştır. Ayrıca, dron rotorlarının oluşturdukları hava akışının damlaların dron üzerine gelmesine sebep olduğu ve bu damlacıkların toplam hacminin yardımcı hava akımlı pülverizatör üzerindeki damlacık hacmine göre 5 kat daha fazla gerçekleştiği bildirilmiştir.

Magdalena vd. (2012), elma ve armut bahçelerinde pestisit uygulamalarını optimize etmek için geleneksel aksiyal fanlı bir pülverizatör ile 4 adet çapraz akışlı fana sahip bir pülverizatörü karşılaştırmışlardır. Sonuçta, en iyi performansın çapraz akışlı fanlara sahip pülverizatörle elde edildiğini, kanopi içinde ve farklı ağaç yüksekliklerinde (üst, orta ve alt) kabul edilebilir ve tekdüze bir pestisit kaplaması sağlandığını bildirmişlerdir.

McArtney ve Obermiller (2008), elma bahçelerinde düşük sürüklenmeli hava emişli (AI) ve geleneksel (C) memelerle donatılmış aksiyal fanlı bir pülverizatörün performansını değerlendirmişlerdir. Performans açısından; ağaç sıraları boyunca kanopideki ilaç kaplama oranına, sürüklenmeyle zemin üzerinde oluşan kalıntılara ve biyolojik etkinliğe ilişkin değerlendirmeler yapılmıştır. Sonuçta; ilaç kaplama oranının rüzgar hızının artmasıyla sıra boyunca %50' ye kadar azaldığı, düşük sürüklenmeli AI memelerinin sıra boyunca ağaçların gövdesinde, rüzgar hızına bakılmaksızın C memelerine göre ilaç kaplama oranını 2 katına çıkardığı belirtilmiştir. Ayrıca, durgun hava koşullarında düşük sürüklenmeli AI memeleri ile yapılan uygulamada, geleneksel C memelerine göre belirgin şekilde daha az hava sürüklenmesi oluşturduğunu ve AI memeleri ile ağaç kanopisi tarafından yakalanan toplam ilaç hacminin C memelerine göre daha yüksek (%38'e karşı %26) olduğunu açıklamışlardır.

Michielsen vd. (2009), konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli farklı meme tipleriyle elma ağaçlarının çiçeklenme dönemi öncesinde ilaçlama yaparak yere (toprağa) sürüklenme sonucu oluşan kalıntı miktarlarını incelemiştir. Denemelerde referans meme olarak konvansiyonel Albus lilak meme, düşük sürüklenme özellikli memeler olarak ise TeeJet

DG8002, Albuz AVI80015, Lechler ID9001 ve Albuz TVI80025 memeleri kullanılmıştır. Meme sınıflandırmaları, son elma sırasından itibaren 25 metrelik mesafede toprak üzerinde toplanan kalıntı miktarlarına göre yapılmıştır. Çalışma sonunda, TeeJet DG 8002 memesinin sürüklenmeyi %50 oranında azalttığı, Albuz AVI memesiyle bu oranın %75'e, Lechler ID memesiyle %90'a ve Albuz TVI memesiyle ise %95'e kadar çıktığı belirlenmiştir.

Miranda-Fuentes vd. (2015), çok sık yapraklı bir meyve bahçesinde yardımcı hava akımlı pülverizatörle yaptıkları çalışmada ilaç uygulama hacminin (182, 619 ve 1603 l/ha) ve hava debisinin (6.15, 8.90 ve 11.93 m³/s) bitki kanopisinin farklı bölgelerinde toplanan ilaç kalıntı miktarına, dağılımına ve ilaç kayıplarına etkilerini incelemiştir. Elde edilen sonuçlara göre, uygulama hacminin artırılmasıyla kaplama oranının arttığı, ancak ilaç kaybının da arttığı bildirilmiştir. Ayrıca, hava akış hızındaki artışın uygulama verimliliğini ve homojenitesini belirli bir eşiğe kadar iyileştirse de ilaçlama kalitesini düşürdüğü açıklanmıştır.

Pergher ve Gubiani (1995), aksiyal fana sahip konvansiyonel bir pülverizatörle bağda iki farklı gelişme döneminde yaptıkları çalışmada ilaç dağılımı ve ilaç kayıplarını belirlemiştir. İlk denemeler haziran ayında çiçeklenme bitiminden sonra, ikinci denemeler ise temmuz ayında tam bitki örtüsü gelişme döneminde yapılmıştır. Ölçümlerde iz maddesi olarak Brilliant Sulpha Flavine kullanılmıştır. Çalışma sonunda, ilaç uygulama normunun ve pülverizatör hava debisinin artmasıyla yere ilaç kayıplarının arttığı ve yapraklar üzerinde sağlanan kaplama oranlarının azaldığı bildirilmiştir. Toprağa ilaç kayıplarının, 313-391 l/ha düşük uygulama normlarında %34.5 ila %36.8 arasında, 648-782 l/ha orta uygulama normlarında ise %41.3 ila %48.9 arasında değişiklik gösterdiği açıklanmıştır. Havaya sürüklenme kayıplarının, hava debisinin düşük (7.0 m³/s) olduğu koşulda %6.5 ila %10.5 arasında olduğu, hava debisinin yüksek (8.6 m³/s) olduğu koşulda ise %7.8 ila %19.8 arasında değiştiği bildirilmiştir. Ayrıca, düşük ilaç uygulama normu ve düşük hava debisi koşullarında %54.2 - %56.7 ile yapraklar üzerinde en yüksek kalıntı miktarının elde edildiği açıklanmıştır.

Pergher vd. (1997), üç farklı yardımcı hava akımlı pülverizatörü vejetatif olarak tam gelişme dönemindeki (yaprak alanı indeksi = 1.94) bir bağda deneyerek performanslarını karşılaştırmışlardır. Denemelerde, gerçek ilaç yerine iz maddesi olarak suda çözünebilen bir gıda boyası olan Tartrazine kullanmışlardır. Çalışma sonunda, pülverizatörlerle yapılan tüm uygulamalarda, püskürtülen ilacın %64' ünden fazlasının yapraklar ve üzümler üzerinde toplandığını, yüksek hacimli uygulamanın yapıldığı pülverizatörün yapraklar üzerinde en tekdüze ilaç dağılımı sağladığını, ilaçlama sırasına göre hava akımı çıkış açısı değiştirilebilen pülverizatörde hava çıkış açısının 90°'den 118°'ye değiştirilmesi durumunda yaprak üzerinde toplanan kalıntı miktarının önemli ölçüde etkilenmediğini, ancak kanopi üzerindeki kalıntı dağılım değişkenliğinin arttığını bildirmişlerdir.

Pergher vd. (2013), geleneksel bir pülverizatör ve yardımcı hava akımlı tünel tipi bir pülverizatörü bağda test ederek performansını karşılaştırmışlardır. Denemeler, çiçeklenme sonunda ve olgunlaşma başlangıcında olmak üzere iki farklı zamanda gerçekleştirilmiştir. Denemelerde püskürtme sıvısı olarak iz yapıcı madde (Tartrazin) içeren su kullanılmıştır. Asma kanopilerinin üç farklı yüksekliğinde ve iki farklı derinliğinde yaprak alt ve üst yüzeylerine yerleştirilen fitre kağıtları yardımıyla ilaç kalıntı miktarı ve dağılımına yönelik değerlendirmeler yapılmıştır. Çalışma sonunda, bitkilerin her iki büyüme aşamasında da tünel tipi pülverizatör ve geleneksel pülverizatörle elde edilen ortalama yaprak kalıntı miktarları arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olmadığı, tünel tipi pülverizatörün kanopi yüksekliği boyunca ilaç kalıntı dağılımının düzgün olmadığı ve asma kanopisinin sağ ve sol tarafları arasında kalıntı dağılımı açısından önemli farklılıklar olduğu açıklanmıştır. İlk uygulamanın yapıldığı çiçeklenme sonunda tünel tipi pülverizatörle geri dönüşüm oranının uygulanan ilaç hacminin %50.1'i, ikinci uygulamanın yapıldığı olgunlaşma başlangıcında ise %34'ü oranında gerçekleştiği bildirilmiştir.

Pergher ve Gubiani (2006), farklı gelişim dönemlerindeki 'Casarsa' sistemine göre terbiye edilmiş bir bağda gerçekleştirdikleri denemelerde bitkiler üzerinde toplanan ortalama kalıntı miktarı ve kalıntı dağılımını incelemişlerdir. Denemelerde pülverizatör hava akım hızları 4.7 m³/s ile 10.6 m³/s arasında, ilerleme hızları ise 3.9 km/h ile 8.8 km/h arasında

değişmiştir. İlaç kalıntı miktarının ($\mu\text{l}/\text{cm}^2$) belirlenmesinde bir gıda boyası (tartrazin) kullanılarak kolorimetri yöntemiyle değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda, hava akım hızının $10.6 \text{ m}^3/\text{s}$ 'den $6.3 \text{ m}^3/\text{s}$ 'ye düşürülmesiyle hem çiçeklenme başlangıcında hem de tam yapraklanma döneminde ortalama ilaç kalıntı miktarının %25 ila %30 oranında arttığını açıklamışlardır. Ancak, hava akım hızının $4.7 \text{ m}^3/\text{s}$ 'ye kadar düşürülmesiyle, ortalama ilaç kalıntı miktarını %10–11 oranında daha da artırdığı ancak özellikle yoğun yaprak örtüsüne sahip bölgelerde kalıntı dağılımındaki değişkenliğin arttığını, bu nedenle söz konusu bağlar için bu seviyedeki düşük hava akım debilerinin önerilmediğini belirtmişlerdir.

Pergher ve Petris (2008), bağ-bahçelerde ilaç uygulamalarında dozu ayarlamak için CH, LWA, TRV ve TAD modelleri gibi farklı yöntemler önerildiğini açıklayarak yaptıkları çalışmanın amacının, LWA (Leaf Wall Area - Yaprak Duvar Alanı) yöntemiyle üzüm bağlarında ilaç kalıntı dağılımındaki değişkenliği azaltma potansiyelini analiz etmek şeklinde açıklamışlardır. Normalleştirilmiş ilaç kalıntıları, sabit dozun her birim arazi alanına ve her birim LWA'ya göre hesaplanmasıyla elde edilmiştir. Sonuçta, LWA yönteminin, sabit doz uygulaması yapılan geleneksel yöntemle göre bitki üzerindeki kalıntı dağılım değişkenliğini azaltma potansiyeline sahip olduğunu, CV değerlerinin sırasıyla %13 ve %36 olduğunu açıklamışlardır.

Pezzi ve Rondelli (2000), üzüm bağlarında dikey püskürtme sistemine sahip bir pülverizatörle yaptıkları çalışmada, üç farklı fan hızında ($1400, 2000$ ve 2500 min^{-1}) ve iki farklı hava akımı yönünde (ilaçlama yapılan sıraya göre 90 ve 120° geriye doğru açılı konumlarda) uygulamalar yaparak pülverizatörün performansına yönelik değerlendirmeler yapmışlardır. Bu amaçla asma kanopilerinin farklı bölgelerinde toplanan ilaç kalıntı miktarları, yere (toprağa) ilaç kayıpları ve havaya sürüklenme yoluyla oluşan ilaç kayıplarını ölçmüşlerdir. Çalışma sonunda, fan hızının artırılmasıyla ilaç kayıplarının iki katına çıktığını ve ilaç dağılım homojenliğini önemli bir şekilde etkilediğini açıklamışlardır.

Planas vd (2002), elma bahçelerinde ve bağlarda aksiyal fanlı yardımcı hava akımlı iki bahçe pülverizatörü ile bir tünel pülverizatörünün etkinliklerini karşılaştırmışlardır.

Çalışma sonunda, tünel pülverizatörüyle ilaç sürüklenmesi olmadığını, fakat kanopideki ilaç dağılım düzgünlüğünün aksiyal fanlı konvansiyonel pülverizatöre göre daha kötü olduğunu bildirmişlerdir.

Planas vd. (2002), meyve bahçeleri ve üzüm bağlarında iki farklı tünel tipi pülverizatör prototipi ve aksiyal fana sahip yardımcı hava akımlı bir pülverizatörün performansını karşılaştırmışlardır. Denemelerde; hedef kanopiler üzerinde toplanan ilaç kalıntı miktarları, hedef dışına sürüklenmeyle ilaç kayıpları ve biyolojik etkinliğine ilişkin ölçümler yapılmıştır. Çalışma sonunda, tünel tipi pülverizatörlerle yapılan uygulamalarda ölçülebilir seviyede herhangi bir ilaç sürüklenmesi oluşmadığını, anacak kanopi üzerinde oluşan ilaç dağılım düzgünlüğünün aksiyal fanlı yardımcı hava akımlı pülverizatöre göre daha kötü olduğunu açıklamışlardır. Bu durum, tünel tipi pülverizatörlerde tünel boyutlarının ürün kanopi boyutu ile yetersiz uyumu ya da hava jeti tasarımının yetersiz olmasından kaynaklanabileceği şeklinde açıklanmıştır.

Rautmann (2003), Almanya'da sürüklenmeyi azaltmak için büyük çaba gösterildiğini ve bu nedenle pülverizatörlerin 180' den fazla sürüklenme denemesine tabi tutularak sürüklenmeyi azaltma yetenekleri açısından test edildiğini açıklamıştır. Bu çalışmalarla en az %50, %75 ve %90 sürüklenme azaltma sınıflarına sahip bir sınıflandırma sistemi geliştirildiğini belirtmiştir. Pülverizatörlerin neredeyse tamamının, daha büyük damlacıklar üreten hava girişli memelerle donatıldığını açıklamıştır. Meyve bahçelerinde yapılan çalışmalarda ilgili sürüklenme sınıflarına ulaşmak için fan çıkışlarında kanatlar, dedektörler veya tüneller gibi ek önlemlerin yer almasının zorunlu kılındığını belirtmiştir.

Sedlar vd. (2013), elma bahçelerinde azaltılmış ilaç uygulama hacimlerini (ilaç normlarını) değerlendirmek için sensör tabanlı ağaç tespit tekniğini kullanarak seçici ilaçlama uygulaması yapan bir pülverizatörün performansını değerlendirmişlerdir. Bu amaçla iki farklı uygulama hacminde (381 l/ha ve 759 l/ha) denemeler yapmışlardır. Çalışma sonunda, uygun hava koşullarında doğru ayarlanmış bir pülverizatör ile 381 l/ha'lık azaltılmış uygulama hacminin 759 l/ha'lık orta uygulama hacmiyle aynı biyolojik etkinliği sağladığını bildirmişlerdir. İki yıllık denemelerde elma karalekesi ve

elma küllemesi bulaşığı olan elmalar üzerinde uygulama hacmi ve tekniğinin önemli bir fark yaratmadığını açıklamışlardır.

Sehsah (2007), yaptığı çalışmada elma ağaçlarında toplanan ilaç kalıntı miktarına ve toprağa olan ilaç kayıplarına meme tipi ve ilerleme hızının etkilerini araştırmıştır. Aksiyal fanlı yardımcı hava akımlı bir pülverizatör kullanılarak yapılan denemelerde, konvansiyonel tip ATR 208 ve düşük sürüklenmeli AVI80015 memeleri karşılaştırılmıştır. Denemeler 6, 9 ve 12 km/h olmak üzere üç farklı ilerleme hızında yapılmıştır. Toprağa olan ilaç kayıplarını belirlemek amacıyla, ağaçların sıra aralarına ve alt kısımlarına örnekleme yüzeyleri yerleştirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, her üç ilerleme hızında da düşük sürüklenmeli memelerin, konvansiyonel memelere kıyasla toprağa daha fazla sürüklenme oluşturduğu belirlenmiştir. Ayrıca, ilerleme hızının artmasıyla hem konvansiyonel hem de düşük sürüklenmeli memelerde toprak üzerinde biriken kalıntı miktarının azaldığı gözlemlenmiştir. Diğer yandan, ilerleme hızı arttıkça konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli meme tipleriyle yapılan uygulamalarda elma ağaçları üzerinde biriken ilaç kalıntı miktarının arttığı ifade edilmiştir.

Siegfried vd. (2006), ilaç uygulamalarında etkinliğin birçok faktöre bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Asmalarda ilaç dozunun asmanın büyüme aşamasına (Yaprak alan indeksine) göre uyarlanması gerektiğini, hastalık ve zararlıları kontrol etmek için gerekli miktarda ilaç uygulanarak aşırı veya yetersiz uygulamaların önlenmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Araştırmacılar, farklı ticari pülverizatörlerle bağlarda küllemeye karşı yaygın olarak kullanılan fungusitlerle sezon boyu önerilen dozlarda ilaç uygulamalarının yanısıra yaprak alan indeksine (LAI) göre uyarlanmış doz uygulamalarını karşılaştırmışlar ve etkinlik açısından hiçbir farklılık oluşmadığını açıklamışlardır.

Theriatult vd. (2001), meyve bahçesi ilaçlama uygulamalarında pestisit sürüklenmesinin önemli bir problem olmaya devam ettiğini belirterek yeni bir meyve bahçesi pülverizatörü (RCUPAIR) geliştirmişlerdir. Bu pülverizatör, hedef meyve ağaçlarında toplanamayan damlacıkların yakalanması (geri kazanılması) için tasarlanmıştır. Pülverizatör, aksiyal akışlı bir fan, hava ve sıvı kanalları, hidrolik memeler, damlacıkları yakalama ve devridaim sisteminden oluşmaktadır. İlaçlama sırasında, ağaç tacı üzerinde toplanamayan

damlacıklar toplama paneli tarafından yakalanmakta ve tekrar kullanılmak üzere depoya gönderilmektedir. Araştırmacılar, geri kazanımlı prototip pülverizatörle narenciye bahçesinde yaptıkları çalışmadan elde ettikleri sonuçlara göre, ilaç kayıplarının azaltılabileceğini bildirmişlerdir.

Toy ve Dursun (2015), aksiyal fanlı konvansiyonel yardımcı 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 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.

Van de Zande vd. (2013), KWH marka üç sıralı bahçe pülverizatörüyle farklı çalışma (işletme) koşullarında yapılan uygulamalarda ilaç sürüklenmesini değerlendirmişlerdir. Ağaç sıralarının iki tarafından aynı anda ilaçlama yapılmasının tek yönlü uygulamalara göre daha etkili olduğu, ATR Lilac memelerinde sürüklenmenin en az %50 oranında azaldığı, venturi tipi düşük sürüklenmeli TVI 80015 meme başlıklarında bu oranın bitkilerin tam yapraklı döneminde %98.6' ya kadar çıktığı belirtilmiştir. İlaçlama sırasında doğru meme tipinin seçimi ve pülverizatör ayarlarının sürüklenmenin azaltılması açısından kritik olduğunu açıklamışlardır.

Vercruyssen vd (1999), yarı bodur elma ve armutlarda hava akımlı bir pülverizatörle yapılan fungusit uygulamalarında, ağaçların gelişme dönemi boyunca bahçe içinde ve rüzgâr doğrultusunda toprak üzerinde toplanan kalıntı miktarlarını ölçmüşlerdir. Çalışma

sonunda rüzgâr doğrultusundaki uzaklığın artmasıyla toprak üzerinde toplanan kalıntıların azaldığını, rüzgar doğrultusunda en yüksek toprak kalıntılarının ağaçların tam gelişme döneminden önceki zamanlarda ölçüldüğünü açıklamışlardır.

Wang vd. (2022), armut ve şeftali bahçelerinde üç farklı pülverizatör kullanarak ilaç dağılımı ve ağaç kanopileri üzerinde toplanan kalıntı miktarlarını ölçmüşlerdir. Çalışma sonunda; çekilir tip pülverizatörle şeftali ve armut ağaçlarında sırasıyla %31.54 ve %56.92 değerleriyle en yüksek kalıntı oranlarının elde edildiği, asılır tip pülverizatörle şeftali ve armut kanopilerinde sağlanan kalıntı oranlarının sırasıyla %21.75 ve %40.61 olduğu, püskürtme tabancalı pülverizatörle yapılan çalışmada ise bu oranların sırasıyla %25.19 ve %29.97 olduğu belirtilmiştir. Şeftali ve armut kanopilerinde ilaç dağılım düzgünlüğünü gösteren CV değerlerinin püskürtme tabancalı pülverizatörle sırasıyla %20.54 ve %25.06, çekilir tip pülverizatörle sırasıyla %35.98 ve %26.54, asılır tip pülverizatörle sırasıyla %92.52 ve %94.90 olarak bulunduğu bildirilmiştir.

Wenneker vd. (2009a), elma bahçelerinde yürüttükleri çalışmada, aksiyal ve radyal fanlı pülverizatörlerde konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerin kullanılmasıyla yere ve havaya sürüklenen kalıntı miktarlarını karşılaştırmışlardır. Uygulamalar, elmanın iki farklı fenolojik döneminde (erken gelişim ve tam gelişme) gerçekleştirilmiştir. Radyal fanlı pülverizatörde konvansiyonel meme olarak konik hüzmeli Albus ATR lilak, aksiyal fanlı pülverizatörde ise konik hüzmeli ATR sarı renkli meme kullanılmıştır. Her iki pülverizatörde düşük sürüklenmeli meme olarak yelpaze hüzmeli Lechler ID 90-015C kullanılmıştır. Çalışma sonunda, konvansiyonel memelerle yapılan uygulamalarda, ilaçlama yapılan son elma sırasından uzaklaştıkça yere sürüklenen kalıntı miktarının azaldığı, düşük sürüklenmeli memeler kullanıldığında ise son elma sırasına yakın mesafelerde yerdeki kalıntı miktarının görece daha yüksek olduğu, bu durumun büyük çaplı damlacıkların daha kısa mesafede doğrudan yere ulaşmasından kaynaklandığı, ancak mesafe arttıkça bu etkinin belirgin şekilde azaldığı ifade edilmiştir. Ayrıca, radyal fanlı pülverizatörle yapılan ilaçlamalarda, konvansiyonel memelerle 1 m yükseklikte havaya sürüklenen kalıntı miktarının aksiyal fanlı pülverizatöre göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, her iki pülverizatörde düşük sürüklenmeli memelerin kullanılmasıyla havaya sürüklenen kalıntı miktarının önemli ölçüde azaldığı, tam gelişme

döneminde ise, radyal fanlı pülverizatörde düşük sürüklenmeli memelerin kullanımının, aksiyal fanlı pülverizatöre göre yere daha az ilaç sürüklenmesine neden olduğu açıklanmıştır. Diğer taraftan, radyal fanlı pülverizatörle konvansiyonel meme kombinasyonunun, aksiyal fanlı pülverizatörle düşük sürüklenmeli meme kombinasyonuna kıyasla havaya daha fazla sürüklenme oluşturduğu bildirilmiştir.

3.MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Deneme traktörü

Denemelerde, New Holland marka TD95D model traktör kullanılmıştır. TDD serisi olan traktör, 3 kademe ve 4 vites ile 12 vites seçeneği, 540 min^{-1} ve 750 min^{-1} olmak üzere iki farklı kuyruk mili devri sunmaktadır.

3.1.2 Denemelerde kullanılan pülverizatörler

Denemelerde, iki farklı tasarıma sahip pülverizatör kullanılmıştır. Bunlardan biri yardımcı hava akımlı konvansiyonel pülverizatör, diğeri kule tipi pülverizatördür.

3.1.2.1 Yardımcı hava akımlı konvansiyonel pülverizatör

Traktöre asılır tip bu pülverizatör aksiyal fana sahiptir ve depo kapasitesi 600 L olup depo içerisinde hidrolik (venturi) tip bir karıştırıcı bulunmaktadır. Pülverizatör, hareketini traktörün kuyruk milinden almakta ve 4 membranlı Comet APS 96 marka pompa depodaki sıvıyı emerek püskürtme sistemi kontrol grubuna iletmektedir. Pompa, 0-30 bar arasında çalışma basıncına sahip olup, 30 bar basınçta sağladığı debi 85 L/dak 'dır. Kontrol grubundaki vidalı tip basınç regülatörü, sıvının basıncını ayarlayarak püskürtme sistemine iletmekte ve basınç değerleri gliserinli manometre yardımıyla izlenmektedir. Pülverizatörün püskürtme sistemi, yarım daire şeklinde iki parçalı bir yapıdadır. Püskürtme sisteminin her bir parçası üzerinde belirli aralıklarla ve açılarla yerleştirilmiş 8 adet meme bulunmakta yani püskürtme sisteminde toplam 16 adet meme bulunmaktadır. Bu memelerin açıları ayarlanabilir özelliktedir. Pülverizatörde bulunan aksiyal fanın oluşturduğu hava akımı bir davlumbaz yardımıyla memelerin üzerine yönlendirilmekte ve fanın kanat açıları 5 kademeli olarak ayarlanarak hava akım hızı kontrol edilebilmektedir. Aksiyal fanın hareketi, pompa çıkış miline bağlı iki kademeli

bir dişli kutusu aracılığıyla sağlanmaktadır. Böylece devir sayısı değiştirilmek suretiyle de hava akım hızı ayarlanabilmektedir. Şekil 3.1’ de denemelerde kullanılan traktöre asılır tip aksiyal fanlı yardımcı hava akımlı pülverizatör verilmiştir.



Şekil 3.1 Denemelerde kullanılan konvansiyonel yardımcı hava akımlı pülverizatör

3.1.2.2 Kule tip pülverizatör

Traktörle çekilir tipteki bu pülverizatörün depo kapasitesi 1500 L’dir. Depo içerisinde hidrolik (venturi) tip bir karıştırıcı bulunmaktadır. Pülverizatörün 5 membranlı bir pompası bulunmakta olup, hareketini traktör kuyruk milinden almaktadır. Pompa çalışma basıncı aralığı 0-21 bar ve 21 bar basınçta sağladığı debi ise 85 L/dak’dır. Traktör kuyruk milinden mafsalı mil yardımıyla alınan hareket pompadan sonra bir mille deponun arkasında yer alan bir dişli kutusuna iletilmektedir. Dişli kutusu tek kademeli olup, bir kayış-kasnak sistemiyle sağ ve sol püskürtme grubunda bulunan teğetsel akışlı fanlara hareket iletilmektedir. Püskürtme sıvısının basıncı elektrikli kumanda panelinden ayarlanmaktadır. Pülverizatörün 2 parçalı püskürtme sistemi dikey olarak yerleştirilmiş olup, yerden yüksekliği 3130 mm’dir. Kule şeklindeki 2 parçalı her bir püskürtme grubu üzerinde 8 adet meme bulunmaktadır. Basıncı ayarlanan püskürtme sıvısı hortumlarla iki parçalı bu püskürtme grubuna gelmekte ve pülverizasyon işlemi gerçekleşmektedir. Püskürtme sisteminin kontrolü kumanda paneli ile yapılmakta, isteğe bağlı olarak sağ, sol veya her iki tarafa püskürtme yapılabilmektedir. Şekil 3.2’ de denemelerde kullanılan kule tip pülverizatör görülmektedir.



Şekil 3.2 Denemelerde kullanılan kule tip pülverizatör

3.1.3 Denemelerde kullanılan meme tipleri

Denemelerde 4 adet meme kullanılmıştır. Bunların ikisi konvansiyonel, diğer ikisi ise düşük sürüklenmeli memelerdir.

3.1.3.1 Konvansiyonel memeler

Denemelerde kullanılan konvansiyonel memelerden biri sarı renkli Lechler TR içi boş konik hüzmeli meme, diğeri ise Albuz ATR içi boş konik hüzmeli memedir. Lechler TR 80-02 memesinin girdap plakası ve meme orifisi (meme plakası) seramik malzemedен yapılmıştır. Denemelerde kullanılan sarı renkli Lechler TR 80-02 memesinin verdisi basınca bağlı olarak 0.36 L/min ile 3.6 L/min arasında değişmekte olup, 10 bar basınçta sağladığı verdi, katalog değeri olarak 1.45 L/min'dir. Şekil 3.3' de denemelerde kullanılan konvansiyonel Lechler TR 80-02 meme görülmektedir.



Şekil 3.3 Denemelerde kullanılan konvansiyonel Lechler TR 80-02 meme

Denemelerde kullanılan diğer konvansiyonel meme Albuz ATR içi boş konik hüzmeli memedir. Bağ-bahçe ilaçlamalarında kullanılmaları önerilen bu memelerin geniş bir renk seçeneği aralığı bulunmaktadır ve verdileri bu renklere göre tanımlanmaktadır. Üretici firmanın katalog değerlerinde 10 bar çalışma basıncındaki meme verdisi renk koduna göre en düşük 0.27 L/min (beyaz) ve en yüksek 6.52 L/min (mor) olduğu görülmektedir. Denemelerde kullanılan turuncu renkli memenin tavsiye edilen çalışma basıncı 10 bar olup, bu basınçtaki katalog verdi değeri 1.39 L/min'dir.



Şekil 3.4 Denemelerde kullanılan konvansiyonel Albuz ATR-80 meme

3.1.3.2 Düşük sürüklenmeli memeler

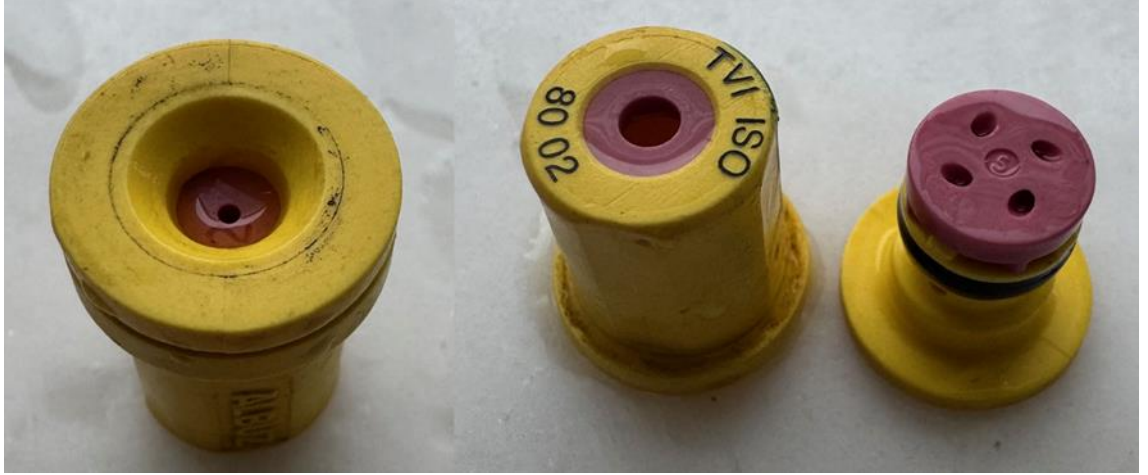
Denemelerde kullanılan düşük sürüklenmeli hava girişli memeler iki farklı üreticiye aittir. Bunlardan birisi Lechler ITR sarı renkli meme, diğeri ise Albuz TVI ISO sarı renkli memedir. Bağ-bahçe bitkilerinde kullanılması tavsiye edilen bu memeler ISO standartlarına uygun renk kodlarıyla tanımlanmışlardır. Memelerin çalışması esnasında

gövde kısmında bulunan deliklerden giren hava, memenin üst kısmından giren basınçlı sıvı ile buluşarak birbirlerine karışırlar. Memelerin oluşturdukları hava kabarcıklı damlaların çapları büyüyerek sürüklenmeye karşı dayanıklı hale gelmektedirler. Hedef yüzeye çarpan hava kabarcıklı damlalar parçalanarak daha küçük damlalar meydana getirmekte ve kaplama oranını yükseltmektedirler. Lechler ITR memelerinin katalogunda 3-30 bar basınç aralığında çalışabildikleri ve 10 bar basınçta meme rengine bağlı olarak 0.39 L/dak ile 2.07 L/dak arasında debiye sahip oldukları belirtilmektedir. Denemelerde kullanılan Sarı ITR memenin katalog verdi değeri 10 barda 1.45 L/dak olarak verilmiştir. Şekil 3.5' de denemelerde kullanılan düşük sürüklenmeli Lechler ITR meme gösterilmektedir.



Şekil 3.5 Denemelerde kullanılan düşük sürüklenmeli Lechler ITR meme

Denemelerde kullanılan diğer düşük sürüklenmeli meme olan Albuz TVI ISO serisi memelerin üretici katalogunda belirtilen verdi değerleri renk koduna göre 1.03 L/dak ile 2.31 L/dak arasında değişmektedir. Sarı renkli bu memenin katalog verdi değeri 10 bar çalışma basıncında 1.46 L/dak olarak belirtilmektedir. Üretici katalogunda meme için tavsiye edilen çalışma basıncı 10 bar olarak belirtilmiştir. Şekil 3.6' da denemelerde kullanılan düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme gösterilmektedir.



Şekil 3.6 Denemelerde kullanılan düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme

3.1.4 Denemelerde kullanılan cihaz ve malzemeler

3.1.4.1 Spektrofotometre

Elma ağaçlarının farklı bölgelerindeki yapraklara örnekleme amacıyla yerleştirilen filtre kağıtları üzerinde toplanan (biriken) Tartrazine (İz maddesi) kalıntı miktarlarını kolorimetrik yöntemle analiz etmek için Shimadzu UV-VIS 1700 Spektrofotometre cihazı kullanılmıştır. Spektrofotometre cihazıyla muhtelif kimyasalların kalitatif ve kantitatif analizleri yapılabilmekte ve sonuçlar anlık olarak LCD ekran üzerinden izlenebilmektedir. Spektrofotometrenin içinde 2 adet küvet haznesi bulunmaktadır. Bunlardan biri referans tüpün, diğeri ise örnek tüpün konulması için dizayn edilmiştir. Kalıntı analizlerde kullanılan Shimadzu UV-VIS 1700 Spektrofotometre cihazı Şekil 3.7’ de gösterilmiştir.



Şekil 3.7 Kalıntı analizlerinde kullanılan Shimadzu UV-VIS 1700 spektrofotometre

3.1.4.2 Damla çapı ölçme sistemi

Denemelerde kullanılan memelerin damla çapları Malvern Spraytec marka cihaz yardımıyla ölçülmüştür. Lazer difraksiyon prensibine göre çalışan cihaz, 300 mm çapında tek bir lens ile 0.1-900 mikron (μm) arasında damla çapı ve dağılımını ölçebilmektedir. Cihazın He-Ne lazer ışık kaynağı 633 nm dalga boylu ve 5 mW değerinde olup, lazer ışığı el değmeden otomatik olarak odaklanabilmektedir. Cihazın veri toplama hızı standart olarak 2.5 kHz' dir, ancak yazılım yardımıyla 10 kHz değerine kadar ulaşabilmektedir. Sistemde, dedektör ve lazer üniteleri 2 metre genişliğinde bir optik masa üzerine yerleştirilmiştir ve etkili ölçüm genişliği 130 cm'ye kadar çıkabilmektedir. Sistem ve tüm bileşenleri IP65 standardında bir korumaya sahiptir ve su ile tozdan etkilenmemektedir. Cihaz, Windows XP altında çalışan yazılım programına sahiptir. Ölçüm sonucunda elde edilen veriler çizelge ve şekiller halinde sunulmaktadır. Genel görünümü Şekil 3.8'de gösterilen cihaz bir küvet üzerine yerleştirilmiştir. Cihazın başlıkları optik masa üzerinde ileri-geri hareket edebilmekte ve böylece başlıklar arasındaki mesafe ayarlanarak farklı ölçme genişlikleri elde edilebilmektedir. Damla çapı ölçümü yapılacak olan meme tekne üzerine monte edilmiş ve konumu ayarlanabilen püskürtme başlığına bağlanmaktadır. Ölçüm amacıyla memeden pülverizasyonun gerçekleşmesi için depo hacmi 60 L ve

2 membranlı bir pompaya sahip arabalı bir bahçe pülverizatöründen yararlanılmıştır. Bu pülverizatörün pompası elektrik motorundan hareketini almakta, maksimum 30 bar basınç ve 40 L/min verdi sağlayabilmektedir. Ölçümler sırasında meme tarafından püskürtülen sıvı teknede toplanmakta ve bir devridaim pompasıyla yeniden pülverizatörün deposuna doldurulabilmektedir (Dursun vd., 2008).



Şekil 3.8 Damla çapı ölçüm sistemi

3.1.4.3 Pülverizatör hava akım hızı ve denemeler sırasında meteorolojik verilerin ölçümünde kullanılan cihaz

Denemeler sırasında hem pülverizatör hava akım hızının ölçülmesinde hem de rüzgâr hızı, hava sıcaklığı ve hava nemi gibi meteorolojik verilerin ölçülmesinde Şekil 3.9' da görülen Testo 400 cihazı kullanılmıştır. Cihazın üç adet probu bulunmaktadır. Pervane probu, 0-60 m/s arasındaki hızları 0.01 m/s hassasiyetle, termal probu ise 0-20 m/s arasındaki hava hızlarını 0.01 m/s hassasiyetle ölçebilmektedir. Cihazın hava probu ise -20 ile +70 °C arasındaki sıcaklıkları ve %0 ile %100 arasındaki bağıl nemleri ölçebilmektedir. Hava probu, bağıl nemi $\pm\%2$ hassasiyetle ölçebilmektedir (Dursun vd., 2008).



Şekil 3.9 Pülverizatör hava akım hızı ve meteorolojik verilerin ölçülmesinde kullanılan Testo 400 ölçüm cihazı

3.1.4.4 İz Maddesi ve Hassas Terazi

Denemelerde kalıntı analizleri için pülverizatörün deposundaki suyla karıştırılmak üzere gerçek ilaç yerine iz maddesi olarak bir gıda boyası olan Tartrazine kullanılmıştır. Tartrazine, suda kolayca çözünebilmektedir ve λ değeri (spektrofotometredeki ışığın dalga boyu) maksimum 425 nm'dir. Depoya konulan Tartrazine miktarının ölçülmesinde ise Şekil 3.10' da görülen Mettler marka hassas terazi kullanılmıştır. Hassas terazi, 0.5 g ile 3100 g arasındaki ağırlıkları 0.01 g hassasiyetle tartabilmektedir. Şekil 3.9 'da hassas terazi görülmektedir.



Şekil 3.10 Hassas terazi

3.1.4.5 Kalıntı miktarı ve kaplama oranının belirlenmesinde kullanılan örnekleme yüzeyleri

Belirlenen deneme koşullarında yapılan uygulamalarda elma ağaçlarının yaprakları üzerinde toplanan iz maddesi kalıntı miktarları ile birlikte havaya sürüklenen ve toprak yüzeyinde toplanan kalıntı miktarlarının ölçülmesi amacıyla örnekleme yüzeyi olarak filtre kağıtları kullanılmıştır. Schleicher&Schuell MicroScience 589/3 marka filtre kâğıtlarının çapı 125 mm' dir. Yapraklarda toplanan kalıntı miktarları ve havaya sürüklenen kalıntı miktarlarının ölçülmesinde 8 eşit parçaya bölünmüş olan filtre kağıtları, toprak yüzeyinde toplanan kalıntı miktarları için ise bölünmemiş yani bütün haldeki filtre kağıtları kullanılmıştır. Kaplama oranının belirlenmesinde ise 76X26 mm'lik Syngenta marka suya duyarlı kartlar kullanılmıştır. Şekil 3.11'de ölçümlerde kullanılan suya duyarlı kartlar ve filtre kağıtları görülmektedir.



Şekil 3.11 Denemelerde kullanılan suya duyarlı kart ve filtre kağıtları

3.1.4.6 Denemelerin yürütüldüğü bodur elma bahçesi

Denemeler, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma ve Uygulama Bahçesindeki telli terbiye sistemine sahip bodur elma bahçesinde yapılmıştır. Sıra arası mesafe 5 metre ve sıra üzeri mesafe ise 1.5 m olup, ağaç boyları 2.8-3.0 m arasındadır. Şekil 3.12’ de denemelerin yürütüldüğü bodur elma bahçesi görülmektedir.



Şekil 3.12 Denemelerin yürütüldüğü bodur elma bahçesi

3.2 Yöntem

3.2.1 Denemelerde kullanılan pülverizatörlerin işletme karakteristiklerinin belirlenmesi

3.2.1.1 Meme debisi ölçümleri

Denemelerde kullanılan aksiyal fanlı yardımcı hava akımlı konvansiyonel pülverizatör ve kule tip yardımcı hava akımlı pülverizatörlerle yapılan denemelere başlamadan önce kalibrasyon çalışması kapsamında ilk olarak debi ölçümleri yapılmıştır. Debi ölçümleri, traktörün standart kuyruk mili devrinde (540 min^{-1}) ve seçilen çalışma basıncında (10 bar) yapılmıştır. Bu ölçümlerde çalışma basıncı 10 bar'a ayarlanmış ve memelerden devamlı püskürtme sağlandığı görüldükten sonra püskürtülen sıvı (su) bir dereceli kap yardımıyla 60 saniye süreyle toplanmıştır. Debi ölçümleri, denemelerde kullanılan her meme tipi için 3 tekrarlı olarak yapılmış olup, her meme tipine ait ortalama debi değeri belirlenmiştir. Çizelge 3.1 ve 3.2'de sırasıyla konvansiyonel ve kule tip pülverizatörle denemelerde kullanılan memelerin ölçülen debi değerleri verilmiştir.

Çizelge 3.1 Konvansiyonel yardımcı hava akımlı pülverizatörle çalışmada meme debisi ölçüm sonuçları

Meme No	Konvansiyonel Lechler TR	Konvansiyonel Albuz ATR	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI	Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR
1	--	--	--	--
2	1.35	1.29	1.25	1.34
3	1.37	1.28	1.35	1.38
4	1.34	1.20	1.35	1.40
5	1.35	1.20	1.37	1.35
6	1.40	1.19	1.32	1.35
7	1.32	1.19	1.38	1.32
8	1.30	1.22	1.35	1.36
Ort. Debi (L/dak)	1.35	1.22	1.34	1.36

Çizelge 3.2 Kule tip yardımcı hava akımlı pülverizatörle çalışmada meme debisi ölçüm sonuçları

Meme No	Konvansiyonel Lechler TR	Konvansiyonel Albuz ATR	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI	Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR
1	--	--	--	--
2	1.44	1.44	1.50	1.46
3	1.42	1.36	1.46	1.46
4	1.40	1.36	1.46	1.46
5	1.40	1.36	1.40	1.46
6	1.38	1.44	1.38	1.48
7	1.34	1.32	1.34	1.36
8	1.40	1.48	1.40	1.44
Ort. Debi (L/dak)	1.40	1.39	1.42	1.45

3.2.1.2 İlerleme hızı ölçümleri

Bu tez çalışması kapsamında üç farklı pülverizatör ilerleme hızında çalışılması düşünülerek, traktörün farklı vites kademelerinde ilerleme hızı ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümler, denemelerin yürütüldüğü bahçe koşullarında yapılmıştır. Ölçüme başlamadan önce, ilaçlanacak elma sırasında 50 m'lik bir mesafe işaretlenmiş ve traktörün seçilen vites kademesinde bu mesafeyi geçiş süresi bir kronometre yardımıyla ölçülmüştür. Ölçümler, her vites kademesi için 3 tekerrürlü yapılmış ve aşağıda verilen eşitlik yardımıyla hesaplama yapılarak ilerleme hızları bulunmuştur. İlerleme hızı ölçümlerine ilişkin sonuçlar Çizelge 3.3' de verilmiştir.

$$V = L/T. 3.6$$

Bu eşitlikte;

$$V = \text{İlerleme hızı (km/h)},$$

$$L = \text{İşaretli parsel uzunluğu (m)},$$

$$T = \text{İşaretli parseli geçiş süresi (s)'dir.}$$

Çizelge 3.3 İlerleme hızı ölçüm sonuçları

Vites Kademesi	Tekerrür	Yol (m)	Zaman (s)	Hız (km/h)	Ortalama Hız (km/h)
Seri 1- 4 Takviye	1	50	39.87	4.51	4.5
	2	50	40.09	4.49	
	3	50	39.95	4.50	
Seri 2- 3 Takviye	1	50	24.35	7.39	7.36
	2	50	24.89	7.23	
	3	50	24.15	7.45	
Seri 2- 4 Takviye	1	50	17.96	10.02	10.32
	2	50	17.72	10.16	
	3	50	16.70	10.78	

3.2.1.3 İlaç normunun belirlenmesi

Denemelerde kullanılan pülverizatörlerin ilerleme hızları ve meme debileri belirlendikten sonra ilaç normu (uygulama hacmi) değerleri aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır. Pülverizatör ve meme tipine bağlı olarak aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanan ilaç normu değerleri konvansiyonel ve kule tip pülverizatörler için sırasıyla Çizelge 3.4 ve 3.5' de verilmiştir.

$$N = Q \cdot 600 / V \cdot B$$

Bu eşitlikte;

N = İlaç normu (L/ha),

Q = Toplam meme debisi (L/dak),

V = İlerleme hızı (km/h),

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

Çizelge 3.4 Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada meme debisi ve ilerleme hızına göre ilaç normu değerleri

Meme Tipi	Meme Debisi (L/dak)*	İlerleme Hızı (km/h)	İlaçlama Normu (L/ha)
Konvansiyonel Lechler TR	9.45	4.50	504
	9.45	7.36	308
	9.45	10.32	220
Konvansiyonel Albuz ATR	8.54	4.50	455
	8.54	7.36	278
	8.54	10.32	199
Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	9.38	4.50	500
	9.38	7.36	306
	9.38	10.32	218
Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR	9.52	4.50	508
	9.52	7.36	310
	9.52	10.32	221

*Denemelerde kullanılan 7 memenin toplam debisi

Çizelge 3.5 Kule tip pülverizatörle çalışmada meme debisi ve ilerleme hızına göre ilaç normu değerleri

Meme Tipi	Meme Debisi (L/dak)*	İlerleme Hızı (km/h)	İlaçlama Normu (L/ha)
Konvansiyonel Lechler TR	9.80	4.50	523
	9.80	7.36	320
	9.80	10.32	228
Konvansiyonel Albuz ATR	9.73	4.50	519
	9.73	7.36	317
	9.73	10.32	226
Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	9.94	4.50	530
	9.94	7.36	324
	9.94	10.32	231
Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR	10.15	4.50	541
	10.15	7.36	331
	10.15	10.32	236

*Denemelerde kullanılan 7 memenin toplam debisi

3.2.1.4 Damla çapı ölçümü

Denemelerde kullanılan konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerin damla çapları lazer difraksiyon ilkesine göre çalışan Malvern Spraytec model damla çapı ölçüm sistemi yardımıyla ölçülmüştür. Ölçüm için her meme grubundan bir adet meme seçilerek ölçme sistemi üzerinde bulunan başlığa bağlanmıştır. Püskürtme yüksekliği 50 cm olacak şekilde ayarlanmıştır. Ölçme işlemine başlamadan önce çalışma basıncı olan 10 barda meme ile püskürtme yapılarak oluşan hüzmelerin kararlı ve dengeli olup olmadığı gözlenmiştir. Daha sonra ölçüm işlemi başlatılarak 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 $\%V < 100 \mu\text{m}$ değerleri elde edilmiştir. Denemelerde kullanılan memelere ait damla çapı ölçüm sonuçları Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.6 Denemelerde kullanılan konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerin damla analiz sonuçları (Çalışma basıncı: 10 bar)

Özellik	Konvansiyonel Albus ATR	Konvansiyonel Lechler TR	Düşük sürüklenmeli Albus TVI ISO	Düşük sürüklenmeli Lechler ITR
D_{V10}	58	58	144	138
D_{V50}	119	115	386	358
D_{V90}	203	196	735	707
$\%V < 100 \mu\text{m}$	39.66	41.39	5.05	4.01
RS	1.254	1.243	1.571	1.588

3.2.1.5 Pülverizatör hava hızlarının ölçülmesi

Denemelerde kullanılan pülverizatörlerin fanları tarafından oluşturulan hava akım hızları, hava çıkış kanalları boyunca ölçülmüştür. Konvansiyonel pülverizatörün hava çıkış kanalı dairesel yapıda olup, hava hızı ölçümleri eşit açılarda 7 farklı noktada yapılmıştır. Kule tip pülverizatörde ise hava çıkış kanalı dikey olup, kanal yüksekliği boyunca eşit aralıklarla 8 farklı noktada ölçüm yapılmıştır. Hava hızı ölçümleri, 540 min^{-1} kuyruk mili devrinde yapılmıştır. Konvansiyonel yardımcı hava akımlı pülverizatörle 3 farklı hava hızı elde edecek şekilde fan kanat açıları değiştirilerek ölçümler yapılmıştır. Kule tip pülverizatörde ise hava akım hızı ayar olanağı bulunmadığı için sadece tek ölçüm

yapılmıştır. Pülverizatörlerin hava çıkış kanallarının farklı noktalarında ölçülen hava hızı değerlerinin ortalaması alınarak ortalama hava akımı hızı bulunmuş olup, sonuçlar Çizelge 3.7 ve 3.8’ de verilmiştir.

Çizelge 3.7 Konvansiyonel pülverizatörün hava akım hızı ölçüm sonuçları

Fan Hava Emiş Alanının Durumu	Kanat Açısı	Ölçme Noktası	Sol	Sağ	Ortalama Hava Hızı (m/s)
1/2 Kapalı	1	1	13.4	10.6	12.6
		2	10.0	11.9	
		3	11.4	10.2	
		4	10.2	14.3	
		5	13.7	13.9	
		6	14.0	14.1	
		7	14.3	14.0	
Açık	1	1	16.2	17.6	17.7
		2	14.7	16.5	
		3	16.1	16.9	
		4	19.1	19.1	
		5	16.0	20.0	
		6	18.5	21.0	
		7	20.3	15.8	
Açık	2	1	19.7	22.3	22.3
		2	18.7	22.0	
		3	20.1	20.2	
		4	21.8	23.1	
		5	22.8	23.1	
		6	23.9	24.0	
		7	25.9	24.2	

Çizelge 3.8 Kule tip pülverizatörün hava akım hızı ölçüm sonuçları

Ölçüm Noktası	Hava Hızı (m/s)		Ortalama
	Sol	Sağ	
1	18.9	19.4	19.95
2	19.5	20.6	
3	20.3	19.9	
4	19.7	20.2	
5	21.0	19.2	
6	20.2	20.3	
7	20.3	20.9	
8	19.0	19.8	

3.2.2 Deneme planı ve pülverizatörlerin çalışma koşulları

Bu tez çalışmasında; pülverizatör hava akım hızı, ilerleme hızı, meme tipi ve pülverizatör tipi değişken faktörler olarak değerlendirilmiştir. Bütün denemeler, 10 bar sabit çalışma basıncında yapılmıştır. Değişken faktörlerden biri olan meme tipinin etkisini araştırmak amacıyla 2 adet konvansiyonel (Albuz ATR ve Lechler TR) ve 2 adet düşük sürüklenmeli (Albuz TVI ISO ve Lechler ITR) meme kullanılmıştır. İlerleme hızının etkisini araştırmak için her iki pülverizatörle 4.5, 7.36 ve 10.32 km/h olmak üzere 3 farklı ilerleme hızında denemeler gerçekleştirilmiş olup bu denemeler esnasında pülverizatör hava hızları sabit tutulmuştur. Hava akım hızının etkisi sadece konvansiyonel yardımcı hava akımlı pülverizatörle çalışmada araştırılmıştır. Bu amaçla 12.6, 17.7 ve 22.3 m/s olmak üzere 3 farklı hava akım hızında denemeler yapılmıştır. Kule tip pülverizatörde hava akım hızının ayarlanması olanağı bulunmadığı için tüm denemeler 19.95 m/s' lik sabit hava akım hızında yapılmıştır. Çizelge 3.9 ve 3.10' da konvansiyonel ve kule tip pülverizatörlerin çalışma koşulları verilmiştir.

Çizelge 3.9 Konvansiyonel yardımcı hava akımlı pülverizatörün çalışma koşulları

Deneme Kodu	İlerleme Hızı (km/h)	Basınç (Bar)	Hava Akımı Hızı (m/s)	Meme Tipi
İlerleme Hızının ve Meme Tipinin Etkisinin Araştırıldığı Denemelere Ait Çalışma Koşulları				
KP1	4.5	10	18	Konvansiyonel Albuz ATR
KP2	4.5	10	18	Konvansiyonel Lechler TR
KP3	4.5	10	18	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO
KP4	4.5	10	18	Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR
KP5	7.5	10	18	Konvansiyonel Albuz ATR
KP6	7.5	10	18	Konvansiyonel Lechler TR
KP7	7.5	10	18	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO
KP8	7.5	10	18	Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR
KP9	10	10	18	Konvansiyonel Albuz ATR
KP10	10	10	18	Konvansiyonel Lechler TR
KP11	10	10	18	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO
KP12	10	10	18	Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR
Hava Akım Hızının ve Meme Tipinin Etkisinin Araştırıldığı Denemelere Ait Çalışma Koşulları				
KP13	7.5	10	13	Konvansiyonel Albuz ATR
KP5	7.5	10	18	Konvansiyonel Albuz ATR
KP14	7.5	10	22	Konvansiyonel Albuz ATR
KP15	7.5	10	13	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO
KP7	7.5	10	18	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO
KP16	7.5	10	22	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO

Çizelge 3.10 Kule tipi yardımcı hava akımlı pülverizatörle ilerleme hızının ve meme tipinin etkisinin araştırıldığı denemelere ait çalışma koşulları

Deneme Kodu	İlerleme Hızı (km/h)	Basınç (Bar)	Hava Akımı Hızı (m/s)	Meme Tipi
KUP1	4.5	10	18	Konvansiyonel Albuz ATR
KUP2	4.5	10	18	Konvansiyonel Lechler TR
KUP3	4.5	10	18	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO
KUP4	4.5	10	18	Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR
KUP5	7.5	10	18	Konvansiyonel Albuz ATR
KUP6	7.5	10	18	Konvansiyonel Lechler TR
KUP7	7.5	10	18	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO
KUP8	7.5	10	18	Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR
KUP9	10	10	18	Konvansiyonel Albuz ATR
KUP10	10	10	18	Konvansiyonel Lechler TR
KUP11	10	10	18	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO
KUP12	10	10	18	Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR

Pülverizatörlerle asıl denemelere başlamadan önce depoya su doldurulmuş ve denemeleri yürütüleceği bahçede ağaç sıraları arasında geçiş yapılarak 10 bar basınçta püskürtme yapılmış ve tüm memelerin kararlı bir şekilde çalışarak düzgün bir hüzmeye oluşumunun sağlanıp sağlanmadığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, ağaç kanopi boyutlarına göre pülverizatörün püskürtme sistemi üzerinde en altta ya da en üstte yer alan memelerden bazılarının devre dışı bırakılması gerekebilmektedir. Nitekim yapılan ön denemelerde pülverizatörlerin en alt memelerinin kanopi dışına toprağa doğru püskürtme yaptığı gözlemlendiği için ilaç kayıpları ve çevre kirliliğini azaltmak amacıyla kapatılmıştır.

Ön denemelerden sonra deneme planında belirtilen çalışma koşullarına uygun olarak asıl denemelere başlanmıştır. Öncelikle deneme yapılacak olan pülverizatörün deposuna 100 litre su doldurulmuş ve daha sonra 100 g tartrazine (iz maddesi) eklenerek 1 g/L konsantrasyonlu çözelti hazırlanmıştır (Toy ve Dursun, 2015). Depoya konulan tartrazine maddesinin su ile tam olarak karışması için pompa çalıştırılmış ve devirdaim yaptırılmıştır. Her iki pülverizatörle yapılan denemelerde püskürtme sistemlerinin sadece sağ tarafı çalıştırılarak örneklerin asılı oldukları ağaç sıraları bir gidiş ve bir geliş şeklinde ilaçlama yapılmıştır. Böylece, gerçek ilaçlama koşullarına uygun bir çalışma yapılması sağlanmıştır.

3.2.3 Kalıntı miktarı ve kaplama oranının belirlenmesinde kullanılan örnekleme tekniği

Elma ağaçlarının yaprak üst ve alt yüzeylerinde toplanan kalıntı miktarı ve ilaç dağılımının belirlenmesi için, her denemede ilaçlanacak sıra üzerindeki ağaçlardan üç adedi örnekleme ağacı olarak seçilmiş ve Şekil 3.13’de görüldüğü gibi üst, orta ve alt olmak üzere üç bölgeye ayrılmıştır. Yerden itibaren 60-120 cm’lik kısım alt bölge, 120-180 cm’lik kısım orta bölge ve 180-240 cm’lik kısım ise üst bölgedir. Elma ağaçlarının kanopi şekli aşağıdan yukarıya doğru daraldığı için üst bölgede ağaç merkezine yakın noktada seçilen yaprakların üst ve altlarına ataçlar kullanılarak birer adet filtre kâğıdı tutturulmuştur. Ağaçların orta ve alt bölgelerinde ise hem ağaç merkezine yakın noktalarda seçilen yaprakların üst ve alt yüzeylerine, hem de dış kısımlarına yakın noktalarda yaprakların üst ve alt yüzeylerine ataçlar yardımıyla filtre kâğıtları tutturulmuştur.

Değişken faktörlere bağlı olarak elma yaprakları üzerinde sağlanan kaplama oranlarını belirlemek için 26x76 mm boyutlarında Syngenta marka suya duyarlı kartlar kullanılmıştır. Bu kartlar, yukarıda açıklandığı gibi filtre kâğıtlarının yerleştirildiği her örnekleme bölgesinden seçilen yapraklara ataçlarla tutturulmuştur.

Deneme koşullarına uygun olarak ilaçlama işleminin tamamlanmasından sonra filtre kâğıtları ve suya duyarlı kartların kuruması için kısa bir süre beklenmiştir. Daha sonra örnekleme bölgelerinden toplanan filtre kâğıtları ve suya duyarlı kartlar, bölgelerine göre daha önceden etiketlenmiş plastik kutulara ayrı ayrı yerleştirilmiştir. Örnekleme yapılan her ağaca ilişkin kutular ayrı ayrı naylon torbalara konularak etiketlenmiştir. Örneklerin bulunduğu torbalar laboratuvara getirilmiş, analiz edilinceye kadar serin ve gölge bir yerde muhafaza edilmiştir. Filtre kâğıtları üzerindeki kalıntı analizleri kolorimetrik yöntemle, suya duyarlı kartlarda oluşan kaplama oranları ise görüntü işleme yöntemiyle analiz edilmişlerdir.



Şekil 3.13 Filtre kağıtları ve suya duyarlı kartların yerleştirildiği örneklemeye bölgeleri

3.2.4 Toprağa ve havaya ilaç kayıplarının belirlenmesinde örneklemeye tekniği

İlaçlama sırasında ağaç üzerinde tutunamayarak sürüklenme ve çökme yoluyla toprak üzerinde toplanan kalıntıların yani toprağa olan ilaç kayıplarının belirlenmesi için her örneklemeye ağacının kökünden itibaren sağa ve sola 30 cm mesafeye (ağaç tacının alt kısmı) ve 250 cm mesafeye (iki elma sırasının tam ortası) yerleştirilen kare şeklindeki kontraplaklar üzerine 125 mm'lik filtre kâğıtları paket lastikleri yardımıyla sabitlenmişlerdir (Şekil 3.13).

Havaya sürüklenme yoluyla oluşan ilaç kayıplarının ölçülmesinde ise ilaçlama yapılan sıranın sağında ve solunda her örneklemeye ağacının hizasında yer alan ağaçların yanına örneklemeye direkleri dikilmiştir (Şekil 3.14). Bu direkler, 1. örneklemeye ağacının sağ hizasındaki ağacın yanına, 2. örneklemeye ağacının sol hizasındaki ağacın yanına ve 3. örneklemeye ağacının yine sağ hizasındaki ağacın yanına gelecek şekilde yerleştirilmişlerdir. Hava örneklemesi yapılan bu direkler üzerinde yerden 1 m yükseklikten itibaren 1'er metre aralıkla 6 adet örneklemeye noktası bulunmaktadır. Her örneklemeye noktasına klipsler yardımıyla birer adet filtre kâğıdı tutturulmuştur. Deneme planına uygun olarak ilaçlama işlemi tamamlandıktan sonra toprak üzerindeki filtre kağıtları ve hava örneklemeye direğindeki filtre kağıtları bölgelerine göre önceden

kodlanmış plastik kutulara ayrı ayrı konulduktan sonra bu kutular ilgili örnekleme ağacına ait plastik torbalara yerleştirilmiştir. Tüm örnekler laboratuvara götürülerek uygun koşullarda saklanmış ve daha sonra kolorimetrik analiz yöntemiyle analiz edilmişlerdir.



Şekil 3.14 Havaya sürüklenme ölçümlerinde kullanılan örnekleme direği

3.2.5 Kalıntı miktarı analizlerinin yapılması

Pülverizatörlerle farklı çalışma koşullarında yapılan uygulamaların etkinliklerinin karşılaştırılmasında gerçek ilaç kullanılarak biyolojik etkinlik değerlendirmeleri yapılabildiği gibi, su içerisine gerçek ilaç yerine bir gıda boyası ya da flüorışıl esaslı bir iz madde karıştırılarak kalıntı analizleri yapılmak suretiyle ilaçlama uygulamalarının etkinliği belirlenebilmektedir. Gıda boyası ya da flüorışıl esaslı bir iz madde kullanılması durumunda örnekleme yüzeylerinde toplanan iz maddesi kalıntıları önce saf su ile

yıkanmakta, daha sonra elde edilen örnekler spektrofotometre ya da fluorometre gibi cihazlarla ölçülmektedir (Dursun, 1994). Bu tez çalışmasında, bir gıda boyası olan Tartrazine (E102) iz maddesi kullanılmış ve pülverizatör deposundaki 100 L suya 1 g/L olacak şekilde 100 g konulmuştur. Denemelerden sonra örnekleme noktalarında toplanarak plastik kutulara konulan ve analiz edilmek üzere laboratuvara getirilen filtre kâğıtları üzerinde toplanan iz maddesi kalıntılarının suya geçmesi için her kutuya 100 ml su eklenmiştir. Daha sonra plastik kutulardaki suların boya konsantrasyonları spektrofotometre cihazıyla ölçülmüştür. Fakat, bu ölçümler yapılmadan önce konsantrasyonları bilinen bir standart seri hazırlandıktan sonra spektrofotometrede ölçümler yapılarak boya konsantrasyonu ile okunan değerler arasındaki ilişki belirlenmiştir. Şekil 3.15’de standart serinin konsantrasyon değerleri ile spektrofotometrede okunan değerler arasındaki ilişki görülmektedir. Şekilde verilen doğrunun denkleminde yer alan X’in katsayısı doğrunun eğimi olup, eğimin tersi olan $1/m = X/Y$ değeri ise eğim faktörüdür. Standart seride konsantrasyonu farklı olan her çözeltinin eğim faktörlerinin ortalaması alınarak ortalama eğim faktörü hesaplanmıştır (Dursun, 1994; Toy ve Dursun, 2015).

Spektrofotometre cihazıyla ölçüme başlamadan önce cihazın 15 dakika ısınması için beklenmiş ve daha sonra Tartrazine için önerilen dalga boyu olan 425 nm’ ye ayarlanmıştır. Spektrofotometre cihazı bu dalga boyunda saf su ile sıfırlandıktan sonra örnekler spektrofotometreye yerleştirilerek ölçümler yapılmıştır. Ölçümleri yapılan her örneğin iz maddesi konsantrasyonu ve kalıntı miktarı aşağıda verilen eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır (Dursun vd., 2008; Toy ve Dursun, 2015).

$$C = F.S$$

$$D = C.V_s/A$$

Bu eşitliklerde;

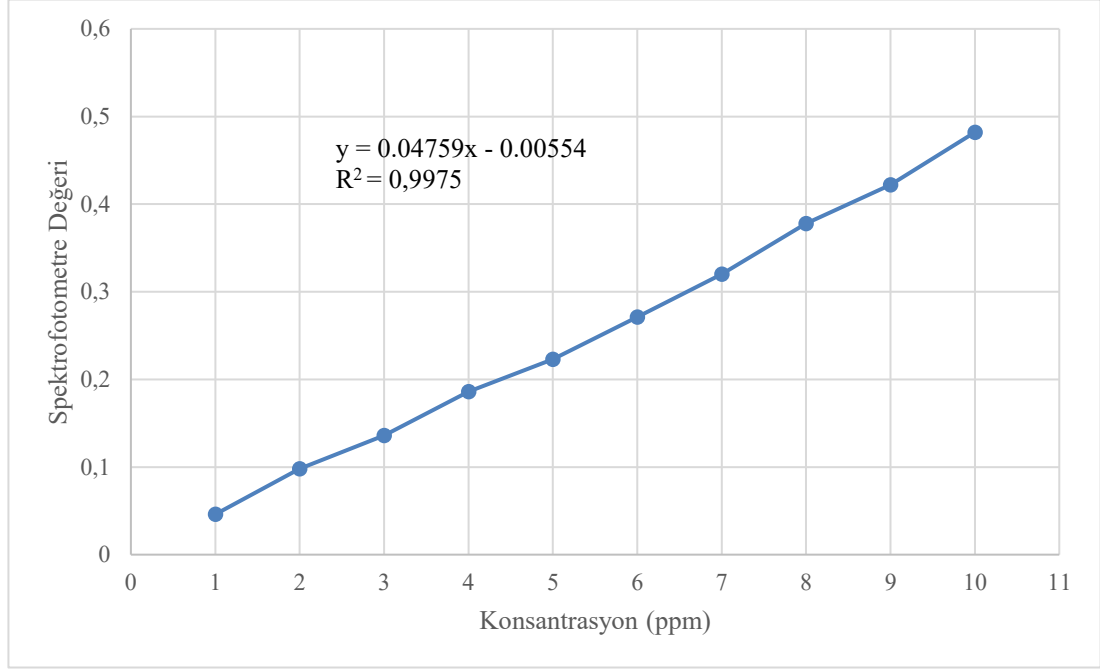
C = Örneğin konsantrasyonu (ppm),

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 kâğıdı) alanı (cm²)' dir.



Şekil 3.15 Standart serinin konsantrasyon değerleri ve spektrofotometre değerleri arasındaki ilişki

Denemelerde kullanılan pülverizatörlerin depolarındaki tartrazine konsantrasyonu tüm denemelerde 1 g/L olarak sabit tutulduğu için pülverizatör ilerleme hızının etkisi araştırılırken üç farklı ilerleme hızında çalışılması ve denemelerde kullanılan memelerin debilerindeki küçük de olsa farklılıklar olması nedeniyle ilaç uygulama normları değişmiştir. Bu nedenle kalıntı miktarları belirlenirken ilaç uygulama normunda meydana gelen değişiklikler göz önüne alınarak değişken faktörlere göre doğru bir karşılaştırma yapabilmek amacıyla düzeltme katsayılarından yararlanılmıştır (Pergher vd., 1997).

3.2.6 Kalıntı dağılım düzgünlüğünün belirlenmesi

Bağ-bahçelerde ilaç uygulamalarında pülverizatörler tarafından püskürtülen ilacın olabildiğince hedefte tutunma oranının artırılması ve tutunan kalıntının bitki kanopisinde olabildiğince düzgün dağılması önem arz etmektedir (Toy ve Dursun, 2015; Çilingir ve

Dursun, 2018). Her deneme koşuluna ait kalıntı dağılım düzgünlüğü, aşağıda verilen eşitliklerle hesaplanmış olan varyasyon katsayısı kullanılarak belirlenmiştir.

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

$$CV = (S_x/D) \cdot 100$$

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

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

$$E = \frac{D \times LAI}{C_{TR} \times N} \times 10^7$$

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)'dir.

Denemelerin yürütüldüğü 11-19 Eylül tarihlerinde tam gelişme dönemindeki elma ağaçlarının yaprak alan indeksi (LAI) değerini belirlemek amacıyla, örneklemelerin yapıldığı ağaçların farklı bölgelerinden rastgele 100 adet yaprak koparılarak her yaprağın

alanı belirlenmiştir. Ortalama yaprak alanı ise 23.75 cm² olarak hesaplanmıştır. Denemelerin yapıldığı elma ağaçlarından rastgele seçilen üç adedine ait ortalama yaprak sayısı ise 1900 olarak belirlenmiştir. Daha sonra ağaçların sıra arası ve sıra üzeri mesafeleri göz önüne alınarak aşağıdaki eşitlik yardımıyla yaprak alan indeksi hesaplanmıştır.

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

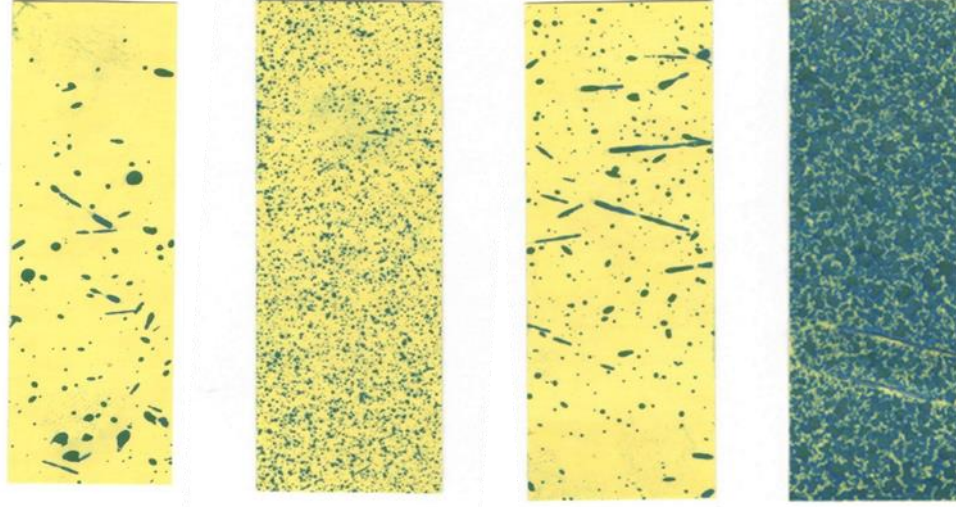
Burada;

TYA: Toplam yaprak alanı (cm²),

YA: Yetiştirme alanı (cm²)'dir.

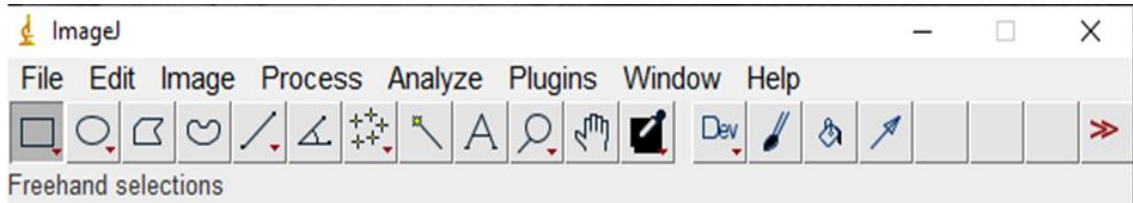
3.2.8 Kaplama oranının belirlenmesi

İncelenen değişken faktörlere göre yapılan uygulamalardan sonra örnekleme ağaçlarının farklı bölgelerindeki yapraklar üzerine yerleştirilen Novartis marka 26x76 mm boyutlarındaki suya duyarlı kartların kaplama oranlarını belirlemek amacıyla 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 3.16'da bilgisayar ortamına aktarılmış olan farklı kaplama oranlarına sahip suya duyarlı kartlar görülmektedir.



Şekil 3.16 Farklı kaplama oranına sahip suya duyarlı kartlar

Görüntüleri bilgisayar ortamına aktarılmış suya duyarlı kartlar bir görüntü işleme programı olan ImageJ ile analiz edilmiş ve kartlar üzerinde oluşan % kaplama oranları belirlenmiştir. Microsoft Windows üzerinde çalıştırılabilen ImageJ programı çalıştırıldığında Şekil 3.17’deki gibi açılış ekranı gelmektedir. Analizi yapılacak olan kart görüntüsü sürüklenerek ya da “File” tıklandıktan sonra seçeneklerden “Open” tıklanarak ilgili dosyadaki görüntü seçilebilmektedir.



Şekil 3.17 ImageJ programı başlangıç penceresi

Seçilen görüntü açıldıktan sonra ölçeklendirme amacıyla Şekil 3.16’da yer alan beşinci kutuda bulunan “Straight” seçeneği tıklanır ve suya duyarlı kartların bilinen bir kenarı (26 mm veya 76 mm) boydan boya seçilerek “Analyze” sekmesi altında yer alan “Set Scale” üzerine tıklanır. Açılan pencerede “Known Distance” ile belirtilen alana 2.6 yazılır ve “Unit of Length” seçeneği kısmına cm yazılır (Pixels/cm) ve “Global” seçeneği tıklanarak aktif edilir. Daha sonra “Image” menüsünden Adjust → Color Threshold seçilir

ve açılan pencereden “Brightness” 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 değeri bulunur. Sonuç, açılan “Result” penceresinden “File” → “Save As” seçilerek CSV dosyası şeklinde kaydedilir. Bu CSV dosyası “Microsoft Excel” üzerinde “Veri” sekmesinden “Metin/CSV” seçeneği tıklanarak açılan pencereden yüklenir. Bulunan sonuç 1000’ e ve kartların alanına (19.76 cm²) bölünmek suretiyle % kaplama oranı değeri elde edilir.

3.2.9 İstatistiksel analiz

Bu tez çalışmasında, değişken faktörlerin etkileri faktöriyel düzende tesadüf parselleri deneme tertibinde değerlendirilmiştir. İstatistik analizler, Jmp Pro 17.0.0 yazılımıyla yapılmıştır. Tesadüf blokları excel yardımıyla oluşturulmuş ve programlar arasındaki entegrasyon ile excel üzerinden verilen komut vasıtası ile jmp programının verilerden hangisi nominal hangisi ölçülmek istenen veri ise seçilerek varyans analizi gerçekleştirilmiştir. Bunun sonucunda istatistik olarak önemli bulunan konularda farklı grupların belirlenmesi için LSD testi gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Pülverizatörlerle Yapılan Denemeler Sırasında Ölçülen Meteorolojik Veriler

Konvansiyonel ve kule tip yardımcı hava akımlı pülverizatörlerle yapılan denemeler sırasında yerden 2 metre yükseklikten ölçülen ortalama hava sıcaklığı ve rüzgar hızı değerleri sırasıyla Çizelge 4.1 ve 4.2’ de verilmiştir. Çizelge 4.1 incelendiğinde, konvansiyonel yardımcı hava akımlı pülverizatörle yapılan denemelerde hava sıcaklığı 23.1 °C ile 34.9 °C arasında, rüzgâr hızı 1.07 m/s ile 2.15 m/s arasında değişmiştir. Çizelge 4.2’ de görüldüğü gibi, kule tip yardımcı hava akımlı pülverizatörle yapılan denemelerde ise hava sıcaklığı 21.0 °C ile 27.6 °C arasında, rüzgâr hızı 0.78 m/s ile 1.79 m/s arasında değişmiştir.

Çizelge 4.1 Konvansiyonel yardımcı akımlı pülverizatörle yapılan denemeler sırasında ölçülen meteorolojik veriler

Deneme No	Sıcaklık (°C)	Rüzgâr Hızı (m/s)
KP1	24.0	1.51
KP2	34.9	1.19
KP3	26.7	1.64
KP4	27.0	1.79
KP5	27.7	1.70
KP6	28.3	1.41
KP7	25.2	2.15
KP8	27.6	1.37
KP9	25.6	1.07
KP10	28.6	0.84
KP11	23.1	2,14
KP12	28.4	1.53
KP13	25.0	1.61
KP14	24.5	1.15
KP15	27.9	1.94
KP16	28.0	1.85

Çizelge 4.2 Kule tip yardımcı akımlı pülverizatörle yapılan denemeler sırasında ölçülen meteorolojik veriler

Deneme No	Sıcaklık (°C)	Rüzgâr Hızı (m/s)
KP1	21.7	1.21
KP2	27.2	1.45
KP3	27.1	1.55
KP4	22.3	1.61
KP5	21.7	1.79
KP6	27.6	1.57
KP7	26.9	1.68
KP8	23.5	1,53
KP9	23.8	1.39
KP10	27.3	1.45
KP11	21.0	0.78
KP12	24.3	1.37

4.2 Konvansiyonel Pülverizatörle Çalışmada Meme Tipi ve Pülverizatör Hava Akım Hızının Ortalama Kalıntı Miktarı ve Dağılımına Etkisi

Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada öncelikle hava akım hızının ve meme tipinin bodur elma ağaçları üzerinde toplanan kalıntı miktarı ve dağılımına etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Pülverizatör ilerleme hızının 7.36 km/h ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu denemelerde 3 farklı hava akımı hızında ve 2 farklı meme tipiyle (konvansiyonel Albuz ATR ve düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO) yapılan denemelerde bodur elma ağaçları üzerinde sağlanan ortalama kalıntı miktarları ve dağılımlarına ilişkin değerlendirmeler yapılmış olup sonuçlar Çizelge 4.3' de verilmiştir.

Çizelge 4.3 Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada hava akım hızı ve meme tipine bağlı olarak ağaçlarda sağlanan ortalama kalıntı miktarları ve kalıntı dağılımlarına ait varyasyon katsayıları (İlerleme hızı 7.36 km/h, Basınç:10 bar)

Hava Akım Hızı (m/s)	Meme Tipi	Ortalama Kalıntı Miktarı ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	CV (%)
12.6	Konvansiyonel Albuz ATR	0.809	40.1
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	1.069	52.7
17.7	Konvansiyonel Albuz ATR	0.895	26.1
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	1.128	44.4
22.3	Konvansiyonel Albuz ATR	0.914	21.1
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	1.151	16.4

Çizelge 4.3 değerlendirildiğinde, her hava akımı hızında düşük sürüklenmeli meme ile yapılan ilaçlamaların bodur elma ağaçları üzerinde sağladığı ortalama kalıntı miktarlarının konvansiyonel memeye kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir. Konvansiyonel pülverizatörün hava akım hızı 12.6 m/s iken konvansiyonel Albuz ATR meme ile sağlanan ortalama kalıntı miktarı $0.809 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ iken, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile sağlanan ortalama kalıntı miktarı $1.069 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak ölçülmüştür. Pülverizatör hava hızı 17.7 m/s' ye çıktığında konvansiyonel Albuz ATR meme ile elde edilen kalıntı miktarı $0.895 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile $1.128 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve hava hızı 22.3 m/s olduğunda ise konvansiyonel Albuz ATR meme ile sağlanan ortalama kalıntı miktarı $0.914 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ iken düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile sağlanan ortalama kalıntı miktarı $1.151 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak bulunmuştur. Konvansiyonel pülverizatör ve konvansiyonel Albuz ATR memeleri ile yapılan denemelerde hava akım hızınının 12.6 m/s 'den 22.3 m/s' ye artmasıyla elma ağaçlarında sağlanan ortalama kalıntı miktarı %13 oranında artmıştır. Düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesi ile yapılan denemelerde ise hava akım hızınının 12.6 m/s 'den 22.3 m/s' ye yükselmesiyle ağaçlar üzerinde sağlanan ortalama kalıntı miktarı %7.7 oranında artmıştır. Bu sonuçlar, konvansiyonel pülverizatörle çalışmada pülverizatör hava hızı arttıkça kalıntı miktarının arttığını göstermektedir. Ancak elde edilen sonuçlardan anlaşılacağı gibi, hava akım hızınının yükselmesiyle birlikte kalıntı miktarında sağlanan artış, düşük sürüklenmeli memede konvansiyonel memeye göre daha düşük seviyede gerçekleşmiştir. Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada hava hızınının 12.6 m/s olduğu koşulda düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile ağaçlar üzerinde sağlanan ortalama kalıntı miktarı

konvansiyonel Albuz ATR memesine göre %32.1 oranında daha yüksek bulunmuştur. Pülverizatör hava hızının 17.7 m/s ve 22.3 m/s olduğu koşullarda ise düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesi ile ağaçlar üzerinde sağlanan ortalama kalıntı miktarları konvansiyonel Albuz ATR memesine göre yaklaşık %26 oranında daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlar, konvansiyonel pülverizatörde her üç hava hızında da düşük sürüklenmeli meme ile bodur elma ağaçları üzerinde sağlanan kalıntı miktarlarının konvansiyonel memelere göre daha yüksek olduğunu göstermiştir.

Balsari vd. (2002), ilaç uygulama hacminin 500 l/ha olduğu uygulamada 300 l/ha, 700 l/ha ve 1000 l/ha uygulamalarına göre elma ağaçlarında %60 oranında daha fazla kalıntı sağlandığını belirtmişlerdir. Cross vd. (2001a) yaptıkları çalışmada düşük, orta ve yüksek hacimli ilaç uygulamalarının hepsinde yaprak altı kalıntı miktarının yaprak üstü kalıntı miktarından fazla olduğunu bildirmişlerdir. Cross vd. (2001b) büyük çaplı damlacıkların (VDM=237 µm) hedef yüzeylerde daha fazla ilaç kalıntısı sağladığını ve ilaç kayıplarının daha az olduğunu belirtmiştir.

Yapılan varyans analizi sonunda, hava akım hızının, hava akımı hızı-meme tipi interaksyonunun elma ağaçlarının yaprakları üzerinde oluşturdukları kalıntı miktarlarına etkisi istatistiksel olarak önemsiz, meme tipinin etkisi ise önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.4). Farklı grupların belirlenmesi için yapılan LSD testi sonuçları Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.4 Hava akım hızı ile meme tipinin kalıntı miktarına etkisine ilişkin gerçekleştirilen varyans analizi

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F Derecesi	Olasılık Derecesi
Tekrar (Ağaç)	2	0,126682	0,3262	0,7223
Meme	1	2,671377	13,7568	0,0003*
Hava Akım Hızı	2	0,290721	0,7486	0,4753
Ağaç Bölgeleri	9	26,073479	14,9190	<0,0001*
Meme*Hava Akım Hızı	2	0,006470	0,0167	0,9835
Meme*Ağaç Bölgeleri	9	1,333602	0,7631	0,6506
Hava Akım Hızı*Ağaç Bölgeleri	18	6,886519	1,9702	0,0165**
Meme*Hava Akım Hızı*Ağaç Bölgeleri	18	2,550122	0,7296	0,7748

*Önemli, **Çok Önemli

Çizelge 4.5 Meme tipinin yapraklar üzerindeki kalıntı miktarına etkilerine ilişkin istatistiksel değerlendirme sonuçları

Hava Akımı Hızı (m/s)	Meme Tipi	
	Konvansiyonel Albuz ATR	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO
12,6	0,809 ± 0,093	1,069 ± 0,142
17,7	0,895 ± 0,091	1,128 ± 0,136
22,3	0,914 ± 0,074	1,151 ± 0,087
Genel Ortalama	0,873 ± 0,049 B	1,116 ± 0,071 A

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

Bodur elma ağaçlarında pülverizatör hava akım hızına ve meme tipine göre sağlanan kalıntı miktarları ile ilgili sonuçlar literatürle uyumludur. Jamar vd. (2010), yarı bodur elma ağaçlarında konvansiyonel pülverizatörle yapılan ilaç uygulamasında, ağaç kanopisinde toplanan kalıntı miktarını konvansiyonel Albuz ATR memede $0.66 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, hava girişli düşük sürüklenmeli Albuz TVI memede ise $0.92 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak tespit ettiklerini, düşük sürüklenmeli Albuz TVI memenin konvansiyonel Albuz ATR memeye göre %39 oranında daha fazla kalıntı oluşturduğunu belirlemişlerdir. McArtney ve Obermiller (2008), klasik ve yarı bodur elma ağaçlarında, Toy ve Dursun (2015) ise konvansiyonel yardımcı hava akımlı pülverizatörle asmalar üzerinde yaptıkları çalışmada, düşük sürüklenme potansiyeline sahip memelerin, konvansiyonel memelere göre yapraklar üzerinde daha fazla kalıntı oluşturduğunu belirlemişlerdir. Larbi (2024), narenciye üzerinde yapmış olduğu çalışmada, pülverizatör hava hacminin artmasıyla yani hava akım hızının artmasıyla hedef bitkiler üzerinde sağlanan kalıntı miktarının daha fazla olduğunu belirtmiştir.

Konvansiyonel pülverizatörde, hava akım hızının artmasıyla konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle elma ağaçlarında sağlanan kalıntı miktarının artmasına ilişkin sonuç literatürlerden bazılarıyla uyumlu, bazılarıyla uyumsuzdur. Toy ve Dursun (2015), asmalarda konvansiyonel yardımcı hava akımlı pülverizatörle yaptıkları çalışmada hava hızının artırılması durumunda hem düşük sürüklenmeli hem de konvansiyonel memelerle yapılan uygulamalarda asmalar üzerinde toplanan kalıntı miktarının arttığını bildirmişlerdir. Buna zıt olarak Cross vd. (2003), 3 farklı hava debisinde (11.3 , 7.5 ve $4.1 \text{ m}^3/\text{s}$) yaptıkları denemelerde pülverizatörün yüksek ve orta hava debilerinde yapılan ilaç uygulamalarında ağaçlar üzerinde toplanan kalıntı miktarının önemli derecede

etkilenmediğini, ancak düşük hava debisinin yapraklar ve meyveler üzerindeki kalıntı miktarını önemli derecede artırdığını açıklamışlardır. Güler ve Tozan (2004), üç farklı hava debisi (24830, 30473 ve 36117 m³/h) ve işletme basıncında (6, 12 ve 18 bar) yaptıkları çalışmada, hedef üzerinde en iyi kaplanma oranının ve kalıntı miktarının 6 bar basınçta ve orta hava debisinde (30473 m³/h) elde edildiğini açıklamışlardır.

Pülverizatörle yapılan pestisit uygulamalarında hastalık ve zararlılara karşı yüksek biyolojik etkinlik sağlanabilmesi için uygulama etkinliğinin artırılması gerekmektedir. Pülverizatörün uygulama etkinliği ise hedef üzerinde sağlanan kalıntı miktarı yanında toplanan kalıntının ağaç kanopisi üzerinde dağılım düzgünlüğüne de bağlıdır. Bu bağlamda Çizelge 4.3' de pülverizatör hava hızına ve meme tipine bağlı olarak bodur elma ağaçlarının farklı bölgelerinde oluşan kalıntı dağılımlarına ait varyasyon katsayısı (% CV) değerleri incelendiğinde, pülverizatör hava hızının 12.6 m/s' den 22.3 m/s' ye artmasıyla hem konvansiyonel Albuz ATR memesinde, hem de düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesinde kalıntı dağılımlarına ait varyasyon katsayısı değerlerinin düştüğü yani kalıntı dağılım düzgünlüğünün iyileştiği görülebilir.

Pülverizatör hava hızının 12.6 m/s olduğu koşulda konvansiyonel Albuz ATR memesine ait CV değeri %40.1, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesine ait CV değeri ise %52.7 olarak belirlenmiştir. Hava hızının 17.7 m/s olduğu koşulda konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelere ait CV değerleri sırasıyla %26.1 ve %44.4 seviyesine düşmüş iken, hava hızının 22.3 m/s olduğu koşulda konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelere ait CV değerleri sırasıyla %21.1 ve %16.4 seviyesine düşmüştür. Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada meme tipine bağlı olarak kalıntı dağılım düzgünlüğü açısından değerlendirme yapıldığında, pülverizatör hava hızının 12.6 m/s ve 17.7 m/s olduğu koşullarda konvansiyonel memenin düşük sürüklenmeli memeye göre daha düzgün kalıntı dağılımı sağladığı, hava hızının 22.3 m/s olduğu çalışmada ise düşük sürüklenmeli memenin kalıntı dağılım düzgünlüğünün konvansiyonel memeye göre daha iyi olduğu belirlenmiştir.

Kalıntı dağılım düzgünlüğüne ilişkin olarak elde edilen sonuçlar, literatürdeki bazı çalışmalarla kısmi bir uyum göstermekte ve konvansiyonel memelerle belirli çalışma

koşullarında sağlanan ilaç dağılımının daha düzgün olabileceği sonucunu desteklemektedir. Wang vd. (2022), armut ve şeftalide üç farklı pülverizatörü karşılaştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada yaprak yüzeylerinde en iyi kaplama oranının el tabancasıyla yapılan uygulamada elde edildiğini açıklamışlardır. Şeftali ve elmada kalıntı dağılımına ait CV değerlerinin sırasıyla %20.54 ve %25.06 olarak ölçüldüğünü, çekilir tip pülverizatörde sırasıyla %35.98 ve %26.54, asılır tip pülverizatörde ise sırasıyla %92.52 ve %94.90 olarak bulunduğunu bildirmişlerdir.

Bağ-bahçelerde ilaç uygulamalarında ilaç dağılım düzgünlüğünün iyi olabilmesi için bitki kanopisinin farklı bölgelerinde tutunan ilaç kalıntı miktarlarının olabildiğince birbirine yakın yani tekdüze olması yanında yaprak üst ve alt yüzeylerinde toplanan kalıntı miktarları da oldukça önemlidir. Pülverizatör ilerleme hızı 7.36 km/h ve çalışma basıncı 10 barda sabit tutularak 3 farklı hava hızında yapılan denemelerde, konvansiyonel Albuz ATR ve düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memeler ile bodur elma ağaçlarının farklı bölgelerindeki yaprakların üst ve alt yüzeylerinde sağlanan ortalama kalıntı miktarları ve oranları (YÜ/YA) Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6 Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada hava akımı hızına bağlı olarak konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle elma ağaçlarının farklı bölgelerindeki yaprakların üstünde ve altında sağlanan ortalama kalıntı miktarları ve oranları (İlerleme hızı: 7.36 km/h, Basıncı: 10 bar)

Hava Akım Hızı (m/s)	Meme Tipi	Ortalama Kalıntı Miktarı ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)		YÜ/YA
		Yaprak Üstü	Yaprak Altı	
12.6	Konvansiyonel Albuz ATR	1.051	0.571	1.84
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	1.439	0.579	2.49
17.7	Konvansiyonel Albuz ATR	1.058	0.731	1.45
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	1.363	0.784	1.74
22.3	Konvansiyonel Albuz ATR	1.066	0.762	1.40
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	1.302	1.074	1.21

Çizelge 4.6 incelendiğinde, tüm hava akımı hızlarında düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesinin konvansiyonel Albuz ATR memesine göre hem yaprak üstünde hem de yaprak altında sağladığı kalıntı miktarının daha yüksek olduğu görülebilir. Hava akım hızının 12.6 m/s olduğu koşulda konvansiyonel Albuz ATR meme ile sağlanan yaprak

üstü kalıntı miktarı $1.051 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ iken, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile sağlanan kalıntı miktarı $1.439 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ dir. Hava akımı hızının 17.7 m/s olduğu çalışma koşulunda konvansiyonel Albuz ATR ile sağlanan yaprak üstü kalıntı miktarı $1.058 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO ile sağlanan kalıntı miktarı ise $1.363 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak belirlenmiştir. Hava akım hızının 22.3 m/s olduğu çalışma koşulunda ise konvansiyonel Albuz ATR ve düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memeleriyle yaprak üstünde sağlanan kalıntı miktarları sırasıyla $1.066 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve $1.302 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak saptanmıştır. Hava akımı hızının 12.6 m/s olduğu durumda düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile sağlanan yaprak üstü kalıntı miktarı konvansiyonel Albuz ATR memesine göre % 36.9 oranında daha yüksek iken, 17.7 m/s hava akımı hızında %28.8 ve 22.3 m/s hava akımı hızında ise %22.1 oranında daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlardan anlaşılacağı gibi, hava akım hızı arttıkça yaprak üstünde sağlanan kalıntı miktarı açısından düşük sürüklenmeli ve konvansiyonel memeler arasındaki fark azalmıştır.

Çizelge 4.6' da hava akım hızına bağlı yaprak üstü kalıntı miktarları incelendiğinde, hava akım hızının 12.6 m/s ' den 22.3 m/s ' ye çıkmasıyla konvansiyonel Albuz ATR meme ile yaprak üstünde sağlanan kalıntı miktarında kısmen bir artış olduğu (%1.4), buna karşın düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memede yaprak üstü kalıntı miktarının azaldığı (%10.5) görülmüştür.

Hava akımı hızının artmasıyla konvansiyonel Albuz ATR meme ile sağlanan yaprak üstü kalıntı miktarı artışı literatürle zıtlık gösterirken, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memede yaprak üstü kalıntı miktarının azalmasına ilişkin sonuç literatürle uyum göstermektedir. Toy ve Dursun (2015), asmada konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle üç farklı hava akımı hızında (13.5 , 18.1 ve 20.8 m/s) yaptıkları uygulamalarda Albuz ATR meme için en yüksek kalıntı miktarının 18.1 m/s hava hızında elde edildiğini, düşük sürüklenmeli Lechler ITR memede ise kalıntı miktarının düşük ve orta hava hızlarında sabit kaldığını, yüksek hava hızında ise arttığını açıklamışlardır. Düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile yapılan uygulamada ise pülverizatör hava hızı arttıkça kalıntı miktarının arttığını belirtmişlerdir. Balsari vd. (2008) ile Pergher ve Petris

(2008) tarafından yapılan çalışmalarda ise pülverizatör hava hızının artmasıyla yapraklar üzerinde biriken kalıntının azaldığı belirtilmiştir.

Çizelge 4.6 'da yaprak altı kalıntı miktarları incelendiğinde, tüm hava akım hızlarında düşük sürüklenmeli memeye ait değerlerin daha yüksek olduğu görülebilir. Hava akım hızının 12.6 m/s olduğu durumda konvansiyonel Albuz ATR meme ile sağlanan yaprak altı kalıntı miktarı $0.571 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ iken, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile sağlanan yaprak altı kalıntı miktarı $0.579 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ dir. Hava akımı hızının 17.7 m/s olarak ayarlandığı çalışma koşulunda konvansiyonel Albuz ATR ile sağlanan yaprak altı kalıntı miktarı $0.731 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO ile yaprak altı kalıntı miktarı $0.784 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak belirlenmiştir. Hava akım hızının 22.3 m/s olduğu çalışma koşulunda ise konvansiyonel Albuz ATR ve düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memeleri ile yaprak altında sağlanan kalıntı miktarları sırasıyla $0.762 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve $1.074 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak saptanmıştır. Bu sonuçlardan anlaşılacağı üzere, hava akımı hızının 12.6 m/s olduğu durumda düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile sağlanan yaprak altı kalıntı miktarı konvansiyonel memeye göre %1.4 daha yüksek iken, 17.7 m/s hava akım hızında %7.3, 22.3 m/s hava akımı hızında ise %40.9 oranında daha yüksektir. Aynı zamanda, hava akımı hızının artmasıyla hem konvansiyonel meme hem de düşük sürüklenmeli meme ile yaprak altında sağlanan kalıntı miktarı artmıştır. Hava akımı hızının 12.6 m/s' den 22.3 m/s' ye yükselmesiyle konvansiyonel Albuz ATR memede yaprak altı kalıntı miktarı %33.5 oranında artarken, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memede bu artış oranı %85.5 olarak bulunmuştur.

Pülverizatör hava hızının artmasıyla yaprak altındaki kalıntı miktarının artmasına ilişkin olarak bulunan sonuç, Pergher ve Petris (2008) tarafından yapılan çalışmanın sonucuyla benzerlik göstermekte, fakat Güler ve Tozan (2004) tarafından yapılan çalışmanın sonuçlarıyla zıtlık göstermektedir.

Çizelge 4.6'da yaprak üstü ve yaprak altı kalıntı değerlerinin oranı (YÜ/YA) incelendiğinde, tüm değerlerin 1'in üzerinde olduğu görülebilir. YÜ/YA değerinin hava akımı hızına ve meme tipine bağlı olarak 1.21 ile 2.49 arasında değiştiği görülebilir. Hava akımı hızının 12.6 m/s ve 17.7 m/s olduğu koşullarda düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO

8002 memesine ait YÜ/YA değerlerinin konvansiyonel Albuz ATR memesine göre daha yüksek olduğu, buna karşın 22.3 m/s hava akımı hızında düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesine ait YÜ/YA değerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, hava akım hızının artmasıyla hem konvansiyonel hem de düşük sürüklenmeli memelerde YÜ/YA değerinin azaldığı söylenebilir. Hava akımı hızının 12.6 m/s, 17.7 m/s ve 22.3 m/s olduğu koşullarda konvansiyonel Albuz ATR memesinin YÜ/YA değeri sırasıyla 1.84, 1.45 ve 1.40 iken, bu değerler düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesi için sırasıyla 2.49, 1.74 ve 1.21'dir. YÜ/YA değeri 1'e ne kadar yakın olursa kalıntı dağılım düzgünlüğü o kadar iyidir. Bu açıdan değerlendirildiğinde, pülverizatör hava akımı hızının artmasıyla hem konvansiyonel hem de düşük sürüklenmeli memelerde YÜ/YA kalıntı dağılım düzgünlüğünün iyileştiği söylenebilir.

YÜ/YA değerlerine ilişkin olarak elde edilen sonuç, 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 YÜ/YA oranının 1.48 olduğunu, örnekleme yüksekliğinin 1.5 m' nin üzerinde olduğu durumda YÜ/YA oranının 0.33'e kadar düştüğünü belirtmişlerdir. Buna karşın Holownicki vd. (2000), yardımcı hava akımlı pülverizatörlerle meyve bahçelerinde yaptıkları ilaç uygulamalarında yaprak üst yüzeylerinde toplanan kalıntı miktarının alt yüzeylerine göre 3-6 kat daha fazla olduğunu açıklamışlardır.

4.3 Konvansiyonel ve Kule Tip Pülverizatörlerle Çalışmada İlerleme Hızı ve Meme Tipinin Ortalama Kalıntı Miktarı ve Dağılımına Etkisi

Konvansiyonel pülverizatörün hava akım hızının 17.7 m/s ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu deneme koşullarında, konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle 3 farklı ilerleme hızında elma ağaçları üzerinde sağlanan ortalama kalıntı miktarı ve kalıntı dağılım düzgünlüğünün göstergesi olan %CV değerleri Çizelge 4.7'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.7 Konvansiyonel pülverizatörle ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak ağaçlar üzerinde sağlanan ortalama kalıntı miktarları ve kalıntı dağılımlarına ait varyasyon katsayıları (Hava akımı hızı:17.7 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	0.791	27.3
	Konvansiyonel Lechler TR	0.834	16.9
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	1.026	57.5
	Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR	1.020	41.9
7.36	Konvansiyonel Albuz ATR	0.895	26.1
	Konvansiyonel Lechler TR	0.908	29.3
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	1.128	44.4
	Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR	1.165	28.3
10.32	Konvansiyonel Albuz ATR	0.997	31.7
	Konvansiyonel Lechler TR	1.020	12.7
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	1.108	21.1
	Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR	1.162	30.2

Çizelge 4.7 incelendiğinde, konvansiyonel pülverizatörle çalışılırken her üç ilerleme hızında da elma ağaçlarında sağlanan en yüksek ortalama kalıntı miktarlarının düşük sürüklenmeli memelerle elde edildiği görülebilir. Pülverizatör ilerleme hızınının 4.5 km/h olduğu koşulda konvansiyonel Albuz ATR ve konvansiyonel Lechler TR memelerinin bodur elma ağaçları üzerinde sağladığı ortalama kalıntı miktarları sırasıyla 0.791 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve 0.834 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ iken, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memede 1.026 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memede ise 1.020 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak belirlenmiştir. Pülverizatör ilerleme hızınının 7.36 km/h olduğu koşulda Albuz ATR ve konvansiyonel Lechler TR memelerinin sağladığı ortalama kalıntı miktarı sırasıyla 0.895 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve 0.908 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memesi ile sağlanan ortalama kalıntı miktarı sırasıyla 1.128 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve 1.165 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak belirlenmiştir. Pülverizatör ilerleme hızınının 10.32 km/h olduğu koşulda ise konvansiyonel Albuz ATR ve konvansiyonel Lechler TR memelerinin sağladığı ortalama kalıntı miktarları sırasıyla 0.997 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve 1.020 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ iken düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesi ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memesi ile sağlanan ortalama kalıntı miktarları sırasıyla 1.108 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve 1.162 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlardan görülebileceği gibi, tüm ilerleme hızlarında konvansiyonel memelerin

ortalama kalıntı miktarları birbirlerine oldukça yakın olduğu gibi düşük sürüklenmeli memelerin ortalama kalıntı miktarları da birbirlerine oldukça yakındır. İlerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda düşük sürüklenmeli iki meme ile sağlanan ortalama kalıntı miktarları konvansiyonel iki meme ile sağlanan ortalama kalıntı miktarlarına göre %25.83 daha yüksektir. İlerleme hızının 7.36 km/h olduğu koşulda düşük sürüklenmeli iki meme ile sağlanan ortalama kalıntı miktarları konvansiyonel iki meme ile sağlanan ortalama kalıntı miktarlarına göre %27.16 daha yüksek, 10.32 km/h ilerleme hızında ise %12.49 oranında daha yüksek bulunmuştur.

İlerleme hızının 4.5 km/h' den 10.32 km/h' e artmasıyla konvansiyonel Albuz ATR memeleri ile elma ağaçlarında sağlanan ortalama kalıntı miktarı %26.04 oranında artmış iken, bu artış oranı konvansiyonel Lechler TR memelerinde %22.30, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memelerinde %8 ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memelerinde %13.92 seviyesinde bulunmuştur. Ancak, özellikle ilerleme hızının 7.36 km/h ve 10.32 km/h olduğu koşullarda düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memeleri ile sağlanan ortalama kalıntı miktarları arasındaki fark yok denecek kadar azdır. Bu sonuçlara göre, pülverizatör ilerleme hızının artmasıyla konvansiyonel memelerde elma ağaçlarında sağlanan ortalama kalıntı miktarının arttığını, düşük sürüklenmeli memelerde ise ilerleme hızının 4.5 km/h'den 7.36 km/h' e çıkmasıyla arttığı, fakat 10.32 km/h hıza çıktığında ise bir artış olmadığı ve hemen hemen aynı kaldığı söylenebilir.

Çizelge 4.7' de ilaç kalıntı miktarının ağaç kanopisinde dağılım düzgünlüğünün bir göstergesi olan %CV değerleri incelendiğinde, ilerleme hızına ve meme tipine göre farklı değişimler görülmüştür. İlerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda en yüksek CV değeri %57.5 ile düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesinde, en düşük CV değeri ise %16.9 ile konvansiyonel Lechler ATR memesinde elde edilmiştir. Bu hızda düşük sürüklenmeli memelerin %CV değerleri konvansiyonel memelere göre daha yüksek olmuş, yani konvansiyonel memeler daha düzgün kalıntı dağılımı sağlamışlardır. İlerleme hızının 7.36 km/h olduğu koşulda en yüksek CV değeri %44.4 ile yine düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesinde, en düşük CV değeri ise %26.1 ile konvansiyonel Albuz ATR memesinde elde edilmiştir. Konvansiyonel Lechler TR ve düşük sürüklenmeli Lechler

İTR memelerinin CV değerleri birbirine oldukça yakın olup sırasıyla %29.3 ve %28.3 olarak belirlenmiştir. İlerleme hızının 10.32 km/h olduğu koşulda ise en yüksek CV değeri %31.7 ile konvansiyonel Albuz ATR memesinde, en düşük CV değeri %12.7 ile konvansiyonel Lechler TR memesinde elde edilmiştir. Bu sonuçlardan anlaşılacağı gibi ilerleme hızına ve meme tipine göre kalıntı dağılım düzgünlüğündeki değişimler farklılıklar göstermiştir.

Konvansiyonel pülverizatörle çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, pülverizatör ilerleme hızı ve farklı meme tiplerinin ağaç yaprakları üzerinde sağlanan kalıntı miktarlarına olan etkileri istatistiksel olarak değerlendirmeye alınmıştır. Gerçekleştirilen Varyans analizi sonucunda sadece ilerleme hızının ($p<0.01$) ve meme tipinin ($p<0.01$) seviye ortalamaları arasındaki farklar istatistik olarak önemli bulunmuş olup elde edilen sonuçlar Çizelge 4.8’de verilmiştir. Farklı grupların belirlenmesi için yapılan LSD testi sonuçları ise Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.8 Konvansiyonel pülverizatörde ilerleme hızı ve meme tipinin ortalama kalıntı miktarına etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F Derecesi	Olasılık Derecesi
Tekrar (Ağaç)	2	0,888409	1,7440	0,1770
Meme	3	4,861526	6,3623	0,0004*
İlerleme Hızı	2	2,743451	5,3856	0,0052*
Ağaç Bölgeleri	9	34,947811	15,2455	<.0001*
Meme *İlerleme Hızı	6	0,255827	0,1674	0,9852
Meme *Ağaç Bölgeleri	27	9,518555	1,3841	0,1049
İlerleme Hızı *Ağaç Bölgeleri	18	4,851243	1,0581	0,3961
Meme* İlerleme Hızı *Ağaç Bölgeleri	54	10,586949	0,7697	0,8742

*Önemli

Çizelge 4.9 Konvansiyonel pülverizatörde ilerleme hızı ve meme tipinin yapraklar üzerinde sağlanan kalıntı miktarına etkilerine ilişkin LSD testi sonuçları

İlerleme Hızı (km/h)	Meme Tipi				Genel Ortalama
	Konvansiyonel Albuz ATR	Konvansiyonel Lechler TR	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR	
4.5	0,791±0,101	0,722±0,071	1,025±0,129	1,019 ± 0,127	0,889 ± 0,054 B
7.36	0,895±0,091	0,908±0,076	1,128±0,136	1,164 ± 0,133	1,024 ± 0,057 A
10.32	0,997±0,112	1,019±0,098	1,226±0,101	1,162 ± 0,106	1,101 ± 0,052 A
Genel Ortalama	0,895±0,059 B	0,883±0,049 B	1,126±0,071 A	1,116 ± 0,068 A	

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

Kule tip pülverizatörle hava akım hızınının 19.95 m/s ve çalışma basıncınının 10 bar olarak sabit tutulduğu denemelerde, konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle 3 farklı ilerleme hızında bodur elma ağaçları üzerinde sağlanan ortalama kalıntı miktarları ve kalıntı dağılımlarına ait %CV değerleri Çizelge 4.10'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.10 Kule tip pülverizatörle çalışmada ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak ağaçlar üzerinde sağlanan ortalama kalıntı miktarları ve kalıntı dağılımlarına ait varyasyon katsayıları (Hava akımı hızı: 19.95 m/s, Basınç: 10 bar)

İlerleme Hızı (km/h)	Meme Tipi	Ortalama Kalıntı Miktarı (µg/cm ²)	CV (%)
4.5	Konvansiyonel Albuz ATR	0.784	25.5
	Konvansiyonel Lechler TR	0.801	30.9
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	0.957	37.8
	Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR	0.962	23.1
7.36	Konvansiyonel Albuz ATR	0.939	35.5
	Konvansiyonel Lechler TR	0.943	22.5
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	1.092	22.8
	Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR	1.110	14.1
10.32	Konvansiyonel Albuz ATR	0.937	28.6
	Konvansiyonel Lechler TR	0.949	19.7
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	1.169	18.2
	Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR	1.151	11.9

Çizelge 4.10 incelendiğinde, kule tip pülverizatörle çalışılırken her üç ilerleme hızında da elma ağaçlarında sağlanan en yüksek ortalama kalıntı miktarının düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesi ile, en düşük ortalama kalıntı miktarının ise konvansiyonel Albuz ATR memesi ile elde edildiği, düşük sürüklenmeli memelerle elde edilen ortalama kalıntı miktarlarının konvansiyonel memelere göre daha yüksek olduğu görülebilir. Pülverizatör

ilerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda; konvansiyonel Albuz ATR memesinin sağladığı ortalama kalıntı miktarı 0.784 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, konvansiyonel Lechler TR memesinin 0.801 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesinin 0.957 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memesinin 0.962 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak belirlenmiştir. Pülverizatör ilerleme hızının 7.36 km/h olduğu koşulda; konvansiyonel Albuz ATR memesiyle sağlanan ortalama kalıntı miktarı 0.939 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ iken bu değer konvansiyonel Lechler TR memesinde 0.943 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesinde 1.092 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memesinde 1.110 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak belirlenmiştir. Pülverizatör ilerleme hızının 10.32 km/h olduğu koşulda ise Albuz ATR memesinin sağladığı ortalama kalıntı miktarı 0.937 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ iken bu değer konvansiyonel Lechler TR memesinde 0.949 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesinde 1.169 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memesinde 1.151 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar ilerleme hızına bağlı olarak değerlendirildiğinde, ilerleme hızının artmasıyla tüm memelerle sağlanan ortalama kalıntı miktarlarının arttığı söylenebilir. Konvansiyonel Albuz ATR memeleri ile yapılan denemelerde ilerleme hızının 4.5 km/h' den 10.32 km/h' e artmasıyla elma ağaçlarında sağlanan ortalama kalıntı miktarı %19.52 oranında artmıştır. Ortalama kalıntı miktarında sağlanan bu artış oranı konvansiyonel Lechler TR memelerinde %18.48, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memelerinde %22.2 ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memelerinde %19.6 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar, kule tip pülverizatörde düşük sürüklenmeli memelerle çalışmada ilerleme hızının artmasıyla düşük sürüklenmeli memelerle elma ağaçlarında sağlanan ortalama kalıntı miktarındaki artış oranının konvansiyonel memelere göre daha yüksek olduğunu da göstermektedir.

Çizelge 4.10' da verilen sonuçlar meme tipine göre değerlendirildiğinde; tüm ilerleme hızlarında düşük sürüklenmeli memeler tarafından bodur elma ağaçları üzerinde sağlanan kalıntı miktarlarının konvansiyonel memelere göre daha yüksek olduğu söylenebilir. İlerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda düşük sürüklenmeli Lechler ITR 8002 memesi en yüksek kalıntı miktarını sağlamış olup, diğer düşük sürüklenmeli memeye oldukça yakındır. Düşük sürüklenmeli Lechler ITR memesi ile sağlanan ortalama kalıntı miktarı konvansiyonel Albuz ATR memesine göre %22.7 daha yüksek, konvansiyonel Lechler TR memesine göre ise %20.09 oranında daha yüksektir. İlerleme hızının 7.36 km/h

olduğu koşulda düşük sürüklenmeli Lechler ITR memesi yine en yüksek kalıntı miktarını sağlamış olup, bu meme tarafından sağlanan kalıntı miktarı konvansiyonel Albuz ATR memesine göre %18.21, konvansiyonel Lechler TR memesine göre %17.70 ve düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesine göre %1.65 oranında daha yüksektir. İlerleme hızının 10.32 km/h olduğu koşulda ise en yüksek kalıntı miktarını düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesi sağlamış olup, bu meme tarafından sağlanan kalıntı miktarı konvansiyonel Albuz ATR memesine göre %24.76, konvansiyonel Lechler TR memesine göre %23.18 ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memesine göre %1.56 oranında daha yüksek bulunmuştur.

Kule tip pülverizatörle yapılan denemelerde elde edilen sonuçlara göre pülverizatör ilerleme hızı ve kullanılan memelerin ağaçların yaprakları üzerinde sağladıkları kalıntı miktarlarına etkileri istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Gerçekleştirilen Varyans analizi sonucunda ilerleme hızı ve meme tipinin seviye ortalamaları arasındaki farklar istatistik olarak önemli bulunmuş ($p < 0.05$) olup, sonuçlar Çizelge 4.11’ de verilmiştir. Farklı grupların belirlenmesi için yapılan LSD testi sonuçları ise Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.11 Kule tip pülverizatörle çalışmada ilerleme hızı ve meme tipinin ortalama kalıntı miktarına etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F Derecesi	Olasılık Derecesi
Tekrar (Ağaç)	2	0,861595	1,9986	0,1378
Meme	3	2,970349	4,5934	0,0038*
İlerleme Hızı	2	2,106539	4,8864	0,0083*
Ağaç Bölgeleri	9	13,458418	6,9374	<.0001*
Meme* İlerleme Hızı	6	0,069555	0,0538	0,9994
Meme* Ağaç Bölgeleri	18	1,704033	0,4392	0,9781
İlerleme Hızı *Ağaç Bölgeleri	27	4,343329	0,7463	0,8161
Meme* İlerleme Hızı *Ağaç Bölgeleri	54	8,802623	0,7562	0,8896

*Önemli

Çizelge 4.12 Kule tip pülverizatörde ilerleme hızı ve meme tipinin yapraklar üzerinde sağlanan kalıntı miktarına etkilerine ilişkin LSD testi sonuçları

İlerleme Hızı (km/h)	Meme Tipi				Genel Ortalama
	Konvansiyonel Albuz ATR	Konvansiyonel Lechler TR	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR	
4.5	0,784 ± 0,061	0,801 ± 0,080	0,957 ± 0,117	0,962 ± 0,073	0,876 ± 0,043B
7.36	0,939 ± 0,110	0,943 ± 0,076	1,092 ± 0,082	1,110 ± 0,095	1,021 ± 0,046A
10.32	0,937 ± 0,108	0,949 ± 0,060	1,170 ± 0,079	1,151 ± 0,093	1,051 ± 0,044A
Genel Ortalama	0,886 ± 0,055B	0,897 ± 0,042B	1,073 ± 0,055A	1,074 ± 0,051A	

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

Elde edilen sonuçların önemli bir kısmı literatürle uyumludur. Balsari vd. (2008) ve Pergher ve Gubiani (2006), pülverizatör ilerleme hızının artmasıyla asmalar üzerinde biriken kalıntı miktarının arttığını bildirmişleridir. Larbi (2024), ilerleme hızının artmasıyla genç bodur elma ağaçlarında kalıntı miktarının azaldığını, ancak meme debisinin artmasıyla kalıntı miktarının arttığını, yaprakların alt kısımlarındaki ortalama kalıntı miktarının üst yüzeylerdekilerin yaklaşık iki katı olduğunu belirtmiştir. Panneton ve Lacasse (2004) ve Landers (2011b) ise ilerleme hızı ile asmalar üzerinde toplanan kalıntı miktarları arasındaki ilişkinin istatistik olarak önemli olduğu sonucuna varmışlardır.

Çizelge 4.10'da elma ağaçlarının farklı bölgelerinde sağlanan kalıntı miktarı dağılım düzgünlüğünün bir göstergesi olan %CV değerleri meme tipine göre incelendiğinde, düşük sürüklenmeli memelere ait değerlerin (4.5 km/h ilerleme hızındaki düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme hariç) konvansiyonel memelere göre kısmen daha düşük olduğu, yani dağılım düzgünlüğü açısından daha iyi sonuç verdikleri söylenebilir. İlerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesinin CV değeri % 37.8 ile en yüksek olurken, diğer düşük sürüklenmeli Lechler ITR memesinin CV değeri %23.1 ile en küçük olmuştur. İlerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda konvansiyonel Albuz ATR memesine ait dağılımın CV değeri %35.5 ile en yüksek, düşük sürüklenmeli Lechler ITR memesinin CV değeri %14.1 ile en küçük olmuştur. İlerleme hızının 10.32 km/h olduğu koşulda ise yine konvansiyonel Albuz ATR memesine ait dağılımın CV değeri %28.6 ile en yüksek, düşük sürüklenmeli Lechler ITR memesinin CV değeri %11.9 ile en küçük bulunmuştur. İlerleme hızına bağlı olarak

değerlendirme yapıldığında ise, konvansiyonel Albuz ATR memesi hariç diğer memelerde ilerleme hızının artmasıyla %CV değerlerinin düştüğü yani dağılım düzgünlüğünün iyileştiği belirlenmiştir. İlerleme hızının 4.5 km/h' den 7.36 km/h'e çıkmasıyla konvansiyonel Albuz ATR memesinde CV değeri %25.5'den %35.5'e yükselmiş, ancak ilerleme hızının 10.32 km/h'e çıkmasıyla CV değeri %28.6'ya düşmüştür. Konvansiyonel Lechler TR memesinde; ilerleme hızının 4.5 km/h' den 10.32 km/h'e çıkmasıyla CV değeri %30.9'dan %19.7 seviyesine düşmüştür. Düşük sürüklenmeli Albuz TVI memesinde ilerleme hızının 4.5 km/h' den 10.32 km/h'e çıkmasıyla CV değeri % 37.8'den %18.2 seviyesine düşerken, düşük sürüklenmeli Lechler ITR memesinde %23.1'den %11.9 değerine düşmüştür.

İlerleme hızına bağlı olarak bodur elma ağaçlarında toplanan kalıntı dağılımlarına ait %CV değerlerinin değişimiyle ilgili sonuçların bazı literatürle uyumlu, bazılarıyla uyumsuz olduğu görülmüştür. 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, yani ilerleme hızının kalıntı dağılım düzgünlüğü üzerine etkili olmadığını bildirmiştir. Benzer şekilde Chen vd. (2012) ilerleme hızı ile kalıntı dağılım düzgünlüğü arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli olmadığını belirtmiştir.

Konvansiyonel pülverizatörün hava akım hızının 17.7 m/s ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu denemelerde konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memeler ile yapılan denemelerde elma ağaçlarının farklı bölgelerinde bulunan yaprakların üst ve alt yüzeylerinde sağlanan ortalama kalıntı miktarları ve oranlarına (YÜ/YA) ilişkin sonuçlar Çizelge 4.13' de verilmiştir.

Çizelge 4.13 Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak elma ağaçlarının farklı bölgelerinde yaprak üstünde ve yaprak altında sağlanan ortalama kalıntı miktarları ve oranları (Hava hızı:17.7 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	0.943	0.646	1.46
	Konvansiyonel Lechler TR	0.937	0.716	1.31
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	1.403	0.576	2.44
	Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR	1.231	0.809	1.52
7.36	Konvansiyonel Albuz ATR	1.058	0.731	1.45
	Konvansiyonel Lechler TR	1.048	0.693	1.51
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	1.363	0.784	1.74
	Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR	1.416	0.929	1.52
10.32	Konvansiyonel Albuz ATR	1.217	0.911	1.34
	Konvansiyonel Lechler TR	1.098	0.945	1.16
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	1.283	0.896	1.43
	Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR	1.334	0.899	1.48

Çizelge 4.13’ de verilen sonuçlar meme tipine bağlı olarak incelendiğinde, pülverizatörün üç farklı ilerleme hızında da düşük sürüklenmeli memeler tarafından sağlanan yaprak üstü kalıntı miktarı değerlerinin konvansiyonel memelere göre daha yüksek oldukları görülebilir. İlerleme hızınının 4.5 km/h olduğu koşulda konvansiyonel Albuz ATR meme ile sağlanan kalıntı miktarı $0.943 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, konvansiyonel Lechler TR meme ile $0.937 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ iken, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesi ile sağlanan kalıntı miktarı $1.403 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memesi ile sağlanan kalıntı miktarı ise $1.231 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak ölçülmüştür. Bu hızda, yaprak üstünde sağlanan en yüksek kalıntı miktarı düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesine ait olup konvansiyonel Albuz ATR, konvansiyonel Lechler TR ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memelerine göre sırasıyla %48.78, %49.73 ve %13.97 oranında daha yüksektir.

İlerleme hızı 7.36 km/h olduğunda konvansiyonel Albuz ATR memenin yaprak üstü kalıntı miktarı $1.058 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, konvansiyonel Lechler TR memesinin $1.048 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesinin $1.363 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memesinin ise $1.416 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak belirlenmiştir. Bu ilerleme hızında yaprak üstü kalıntı miktarı en yüksek olan düşük sürüklenmeli Lechler ITR memesi konvansiyonel

Albuz ATR, konvansiyonel Lechler TR ve düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memelerine göre sırasıyla %33.83, %35.11 ve %3.89 daha yüksek oranda kalıntı sağlamıştır.

İlerleme hızınının 10.32 km/h olması koşulunda ise, konvansiyonel Albuz ATR memesinin yaprak üstü kalıntı miktarı 1.217 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, konvansiyonel Lechler TR memesinin 1.098 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesinin 1.283 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memesinin 1.334 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak belirlenmiştir. Bu ilerleme hızında da en yüksek yaprak üstü kalıntı miktarı düşük sürüklenmeli Lechler ITR memesi tarafından sağlanmış olup elde edilen 1.334 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ lik değer konvansiyonel Albuz ATR, konvansiyonel Lechler TR ve düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memelerine göre sırasıyla %9.61, %21.49 ve %3.98 oranlarında daha yüksektir.

Çizelge 4.13’de verilen yaprak üstü kalıntı miktarları ilerleme hızına bağlı olarak değerlendirildiğinde, ilerleme hızının artmasıyla konvansiyonel memelerde yaprak üstü kalıntı miktarının arttığı görülebilir. Düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesinde ilerleme hızı arttıkça yaprak üstü kalıntı miktarı düşüş göstermiş, düşük sürüklenmeye sahip Lechler ITR memesinde ise ilerleme hızının 4.5 km/h’ den 7.36 km/h’ e çıkmasıyla yaprak üstü kalıntı miktarı artmış, ancak ilerleme hızının 10.32 km/h olması koşulunda tekrar azalmıştır. İlerleme hızının 4.5 km/h’ ten 10.32 km/h’ e çıkmasıyla yaprak üstü kalıntı miktarı konvansiyonel Albuz ATR memede %29.06, konvansiyonel Lechler TR memede %17.18, düşük sürüklenmeli Lechler ITR memede %8.37 oranında artmış, buna karşın düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memede ise %8.55 oranında azalmıştır.

İlerleme hızının artmasıyla bodur elma ağaçları üzerinde sağlanan kalıntı miktarının artması yönündeki sonuçlar, bazı araştırmacıların elde ettikleri sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Pergher ve Gubiani (2006) ve Balsari vd. (2008), bağlarda yaptıkları çalışmalarda pülverizatör ilerleme hızındaki artışla birlikte kanopi üzerinde sağlanan kalıntı miktarının arttığını belirtmişlerdir. Buna karşın Cerruto (2007a), Cerruto vd. (2008) gibi araştırmacılar asma bitkisinin farklı fenolojik dönemlerinde ilerleme hızının kalıntı miktarı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etki oluşturmadığını belirtmişlerdir.

Çizelge 4.13' de verilen yaprak altı kalıntı miktarları incelendiğinde, ilerleme hızının artmasıyla tüm memelerde (düşük sürüklenmeli Lechler ITR 8002 memesinde 10.32 km/h hız hariç) yaprak altı kalıntı miktarının arttığı görülmektedir. İlerleme hızının 4.5 km/h' den 10.32 km/h' e çıkmasıyla konvansiyonel Albuz ATR memesinde yaprak altı kalıntı miktarı %41.02, konvansiyonel Lechler TR memesinde %31.98, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesinde %55.56 ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memesinde ise %11.12 oranında artmıştır. Çizelge 4.13' de verilen yaprak altı kalıntı miktarları meme tipine bağlı olarak incelendiğinde, bazı ilerleme hızlarında konvansiyonel memelerin, bazı ilerleme hızlarında ise düşük sürüklenmeli memelerin daha iyi sonuç verdiği belirlenmiştir. İlerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda konvansiyonel Albuz ATR memesi ile sağlanan yaprak altı kalıntı miktarı $0.646 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ iken konvansiyonel Lechler TR memesinin $0.716 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesinin $0.576 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, düşük sürüklenmeli Lechler ITR memesinin ise $0.809 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak ölçülmüştür. Bu ilerleme hızında düşük sürüklenmeli Lechler ITR memesi ile sağlanan yaprak altı kalıntı miktarı en yüksek olup konvansiyonel Albuz ATR, konvansiyonel Lechler TR ve düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memeleri ile sağlanan yaprak altı kalıntı miktarlarına göre sırasıyla %25.23, %12.99 ve % 40.45 oranlarında daha yüksektir.

İlerleme hızının 7.36 km/h olduğu koşulda konvansiyonel Albuz ATR memesi ile sağlanan yaprak altı kalıntı miktarı $0.731 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ iken konvansiyonel Lechler TR memesinde $0.693 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesinde $0.784 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memesinde $0.929 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak belirlenmiştir. Bu ilerleme hızında en yüksek yaprak altı kalıntı miktarı düşük sürüklenmeli Lechler ITR memesi ile elde edilmiş olup $0.929 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ değeri konvansiyonel Albuz ATR, konvansiyonel Lechler TR ve düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memeleri ile sağlanan yaprak altı kalıntı miktarlarına göre sırasıyla %27.09, %34.05 ve %18.49 oranlarında daha yüksektir.

İlerleme hızı 10.32 km/h olduğunda, konvansiyonel Albuz ATR meme ile sağlanan yaprak altı kalıntı miktarı $0.911 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ iken bu değer konvansiyonel Lechler TR memesinde $0.945 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesinde $0.896 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, düşük

sürüklenmeli Lechler ITR memesinde ise $0.899 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak elde edilmiştir. Görüldüğü gibi bu ilerleme hızında konvansiyonel memelerle sağlanan yaprak altı kalıntı miktarları düşük sürüklenmeli memelere göre daha yüksek olmakla beraber aradaki farklar oldukça küçüktür.

Çizelge 4.13' de verilen yaprak üstü ve yaprak altı kalıntı miktarı oranları (YÜ/YA) incelendiğinde, tüm ilerleme hızlarında ve meme tiplerinde YÜ/YA değerinin 1'in üzerinde olduğu ve 1.16 – 2.44 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. İlerleme hızının 4.5 km/h ve 7.36 km/h olduğu koşullarda en yüksek YÜ/YA değerleri (sırasıyla 2.44 ve 1.74) düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile, ilerleme hızının 10.32 km/h olduğu koşulda ise düşük sürüklenmeli Lechler ITR meme ile 1.48 olarak elde edilmiştir. Tüm ilerleme hızlarında düşük sürüklenmeli memelerin YÜ/YA değerleri konvansiyonel memelere göre daha yüksek bulunmuş yani yaprak üstü/yaprak altı kalıntı miktarı dağılım düzgünlüğü açısından konvansiyonel memeler kısmen daha iyi sonuç vermiştir. YÜ/YA değerleri ilerleme hızına göre değerlendirildiğinde ise düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesi hariç değişimler belirgin yönde bir eğilim göstermemiş, ilerleme hızının artmasıyla ya hemen hemen aynı kalmış, ya önce artmış sonra azalmış ya da birbirlerine oldukça yakın kalmıştır. Düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesinde ilerleme hızının artmasıyla YÜ/YA değerleri azalmıştır. İlerleme hızının 4.5 km/h, 7.36 km/h ve 10.32 km/h olduğu koşullarda YÜ/YA değerleri sırasıyla 2.44, 1.74 ve 1.43 olarak bulunmuştur. YÜ/YA değeri 1'e yaklaştığında kalıntı dağılım düzgünlüğünün iyileştiği düşünüldüğünde, ilerleme hızının artmasıyla düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesinde kalıntı dağılım düzgünlüğünde iyileşme olduğu söylenebilir.

Kule tip pülverizatörle hava akım hızının 19.95 m/s ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu denemelerde 3 farklı ilerleme hızında konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memeler ile bodur elma ağaçlarının farklı bölgelerindeki yaprakların üst ve alt yüzeylerinde sağlanan ortalama kalıntı miktarları ve oranlarına (YÜ/YA) ilişkin sonuçlar Çizelge 4.14' de verilmiştir.

Çizelge 4.14 Kule tip pülverizatörle ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak bodur elma ağaçlarının yaprak üst ve altlarında sağlanan ortalama kalıntı miktarları ve oranları (Hava hızı:19.95 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	0.962	0.647	1.49
	Konvansiyonel Lechler TR	0.876	0.647	1.35
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	1.191	0.652	1.83
	Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR	1.101	0.805	1.37
7.36	Konvansiyonel Albuz ATR	1.184	0.636	1.86
	Konvansiyonel Lechler TR	1.089	0.812	1.34
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	1.162	0.921	1.26
	Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR	1.214	0.980	1.24
10.32	Konvansiyonel Albuz ATR	1.092	0.806	1.35
	Konvansiyonel Lechler TR	1.041	0.837	1.24
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	1.337	0.979	1.37
	Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR	1.184	1.081	1.09

Çizelge 4.14 incelendiğinde, pülverizatörün üç farklı ilerleme hızında hem yaprak üstü hem de yaprak altı kalıntı miktarı açısından düşük sürüklenmeli memeler ile elde edilen değerlerin konvansiyonel memelere göre daha yüksek oldukları görülebilir. İlerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda konvansiyonel Albuz ATR meme ile sağlanan yaprak üstü kalıntı miktarı $0.962 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, konvansiyonel Lechler TR meme ile $0.876 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile $1.191 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, düşük sürüklenmeli Lechler ITR meme ile $1.101 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak ölçülmüştür. İlerleme hızının 7.36 km/h olduğu koşulda konvansiyonel Albuz ATR meme ile sağlanan yaprak üstü kalıntı miktarı $1.184 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ iken konvansiyonel Lechler TR meme ile $1.089 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile $1.162 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, düşük sürüklenmeli Lechler ITR meme ile $1.214 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak belirlenmiştir. İlerleme hızı 10.32 km/h' e çıktığında ise konvansiyonel Albuz ATR meme ile sağlanan yaprak üstü kalıntı miktarı $1.092 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, konvansiyonel Lechler TR meme ile $1.041 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO ile $1.337 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR meme ile $1.184 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ bulunmuştur. İlerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda, en yüksek yaprak üstü kalıntı miktarı düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesi ile sağlanmış olup elde edilen $1.191 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 'lık değer konvansiyonel Albuz ATR, konvansiyonel Lechler TR ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memeleri ile sağlanan yaprak üstü kalıntı miktarlarına göre sırasıyla %23.80, %35.96 ve %8.17

oranlarında daha yüksektir. İlerleme hızı 7.36 km/h olduğunda en yüksek yaprak üstü kalıntı miktarı düşük sürüklenmeli Lechler ITR meme ile elde edilmiş olup, konvansiyonel Albuz ATR, konvansiyonel Lechler TR ve düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memeleri ile sağlanan yaprak üstü kalıntı miktarlarına göre sırasıyla %2.53, %11.48 ve %0.45 oranlarında daha yüksektir. İlerleme hızının 10.32 km/h olduğu koşulda ise düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesinin yaprak üstü kalıntı miktarı en yüksek olup elde edilen kalıntı miktarı konvansiyonel Albuz ATR, konvansiyonel Lechler TR ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memeleri ile sağlanan yaprak üstü kalıntı miktarlarına göre sırasıyla %22.44, %28.43 ve %12.92 oranlarında daha yüksektir.

Çizelge 4.14' de verilen yaprak üstü kalıntı miktarları ilerleme hızına bağlı olarak değerlendirildiğinde, ilerleme hızının artmasıyla hem konvansiyonel memelerde hem de düşük sürüklenmeli memelerde yaprak üstü kalıntı miktarları birbirinden bağımsız olarak artış ve azalışlar göstermiştir. Konvansiyonel Albuz ATR, konvansiyonel Lechler TR ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memelerinde ilerleme hızınının 4.5 km/h' den 7.36 km/h' e çıkmasıyla kalıntı miktarı artmış, hız 7.36 km/h'den 10.32 km/h'e çıktığında kalıntı miktarı azalmıştır. Ancak düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesinde ilerleme hızınının 4.5 km/h' den 7.36 km/h' e çıkmasıyla kalıntı miktarı azalmış, hız 7.36 km/h'den 10.32 km/h'e çıktığında ise kalıntı miktarı artmıştır. Kule pülverizatörle elde edilen tüm sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, ilerleme hızı 4.5 km/h' ten 10.32 km/h'e yükseldiğinde yaprak üstü kalıntı miktarlarında artış gerçekleşmiş olup, artış oranı konvansiyonel Albuz ATR memede %13.5, konvansiyonel Lechler TR memede %18.84, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memede %12.26 ve Lechler ITR memede %7.54 olarak gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.14' de verilen yaprak altı kalıntı miktarları incelendiğinde, tüm ilerleme hızlarında düşük sürüklenmeli memelerle sağlanan değerlerin konvansiyonel memelere göre daha yüksek olduğu görülebilir. Ayrıca, tüm ilerleme hızlarında düşük sürüklenmeli Lechler ITR memesi ile sağlanan yaprak altı kalıntı miktarları en yüksektir. İlerleme hızınının 4.5 km/h olduğu koşulda konvansiyonel Albuz ATR meme ile sağlanan yaprak altı kalıntı miktarı $0.647 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, konvansiyonel Lechler TR meme ile $0.647 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile $0.652 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, düşük sürüklenmeli Lechler ITR

meme ile $0.805 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak ölçülmüştür. İlerleme hızı $7.36 \text{ km}/\text{h}$ 'e çıktığında konvansiyonel Albuz ATR meme ile sağlanan yaprak altı kalıntı miktarı $0.636 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, konvansiyonel Lechler TR meme ile $0.812 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile $0.921 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, düşük sürüklenmeli Lechler ITR meme ile $0.980 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak belirlenmiştir. İlerleme hızı $10.32 \text{ km}/\text{h}$ olduğunda ise konvansiyonel Albuz ATR meme ile sağlanan yaprak altı kalıntı miktarı $0.806 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, konvansiyonel Lechler TR meme ile $0.837 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile sağlanan kalıntı miktarı $0.979 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR meme ile $1.081 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak elde edilmiştir.

Çizelge 4.14' de verilen yaprak altı kalıntı miktarları ilerleme hızına göre değerlendirildiğinde, ilerleme hızının artmasıyla birlikte tüm memelerde yaprak altı kalıntı miktarı artmıştır. İlerleme hızı $4.5 \text{ km}/\text{h}$ ' ten $10.32 \text{ km}/\text{h}$ ' e çıktığında konvansiyonel Albuz ATR memede yaprak altı kalıntı miktarı %24.6 oranında artarken konvansiyonel Lechler TR memede %28.9, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memede %50.15 ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memede %34.4 artış göstermiştir.

Çizelge 4.14' de kule tip pülverizatöre ait yaprak üstü ve yaprak altı kalıntı miktarı oranları (YÜ/YA) incelendiğinde, pülverizatörün her üç ilerleme hızında ve tüm meme tiplerinde YÜ/YA değerinin 1'in üzerinde olduğu, ilerleme hızına ve meme tipine göre 1.09-1.86 arasında değiştiği görülebilir. YÜ/YA değerinin 1'e yaklaşması kalıntı dağılım düzgünlüğünün iyileşmesi anlamına geldiği göz önüne alındığında, ilerleme hızı $4.5 \text{ km}/\text{h}$ iken en düşük YÜ/YA değeri 1.35 ile konvansiyonel Lechler TR memesi ile, en yüksek YÜ/YA değeri ise 1.83 ile düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesi ile elde edilmiştir. İlerleme hızı $7.36 \text{ km}/\text{h}$ olduğunda, en düşük YÜ/YA değeri 1.24 ile düşük sürüklenmeli Lechler ITR memesi ile en yüksek YÜ/YA değeri ise 1.86 konvansiyonel Albuz ATR memesi ile elde edilmiştir. İlerleme hızının $10.32 \text{ km}/\text{h}$ olduğu koşulda ise en düşük YÜ/YA değeri 1.09 ile düşük sürüklenmeli Lechler ITR memesi ile en yüksek YÜ/YA değeri ise 1.37 düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesi ile elde edilmiştir.

İlerleme hızı ve meme tipine göre YÜ ve YA verilerinin olduğu Çizelge 4.13 ve Çizelge 4.14' deki sonuçlar değerlendirildiğinde, yaprak üstündeki ortalama kalıntı miktarları

değerlerinin yaprak altına göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. YÜ/YA değerinin 1'e yaklaşmasıyla kalıntı dağılım düzgünlüğünün iyileştiği düşünüldüğünde, konvansiyonel pülverizatörle çalışılırken ilerleme hızı yükseldiğinde hem konvansiyonel hem de düşük sürüklenmeli memelerin kalıntı dağılım düzgünlüğünde iyileşme olduğu söylenebilir. Kule tip pülverizatör ile konvansiyonel pülverizatör kıyaslandığında kule tip pülverizatörde YÜ/YA değeri ortalaması 1.40 olup, konvansiyonel pülverizatör ortalaması olan 1.53 değerine kıyasla 1'e daha yakındır.

Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada ilerleme hızının etkisi araştırılırken pülverizatör hava akım hızı 17.7 m/s ve çalışma basıncı 10 bar olarak sabit tutulmuştur. Kule tip pülverizatörle çalışmada ise hava akım hızının değiştirilme olanağı bulunmadığı için tüm denemeler 19.95 m/s' de yapılmış olup çalışma basıncı konvansiyonel pülverizatörde olduğu gibi 10 bar olarak sabit tutulmuştur. Kısaca, kule tip pülverizatörle çalışmada hava akım hızının etkisi incelenemediği için sadece farklı ilerleme hızı ve meme tipi koşullarında elde edilen sonuçlara göre karşılaştırma yapılmıştır.

Konvansiyonel ve kule tip pülverizatörlerle farklı ilerleme hızları ve farklı meme tipleriyle yapılan uygulamalarda elma ağaçları üzerinde sağlanan ortalama kalıntı miktarları ve kalıntı dağılım düzgünlüğünün göstergesi olan %CV değerleri Çizelge 4.15'de karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir. Çizelge 4.15' de parantez içinde verilen rakamlar konvansiyonel ve kule tip pülverizatörlerle yaprak yüzeylerinde sağlanan ortalama kalıntı miktarları arasındaki farkı göstermektedir.

Çizelge 4.15 Konvansiyonel ve kule tip pülverizatörlerle çalışmada ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak ağaçlar üzerinde sağlanan ortalama kalıntı miktarları ve kalıntı dağılımlarına ait varyasyon katsayılarının karşılaştırılması

İlerleme Hızı (km/h)	Meme Tipi	Ortalama Kalıntı Miktarı ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)		CV (%)	
		Konvansiyonel	Kule	Konvansiyonel	Kule
4.5	Konvansiyonel Albuz ATR	0.791 (+%0.9)	0.784	27.3	25.5
	Konvansiyonel Lechler TR	0.834 (+%4.1)	0.801	16.9	30.9
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	1.026 (+%7.2)	0.957	57.5	37.8
	Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR	1.020 (+%6.0)	0.962	41.9	23.1
	Ortalama	0.918 (+%4.8)	0.876	35.9	29.3
7.36	Konvansiyonel Albuz ATR	0.895	0.939 (+%4.9)	26.1	35.5
	Konvansiyonel Lechler TR	0.908	0.943 (+%3.9)	29.3	22.5
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	1.128 (+%3.3)	1.092	44.4	22.8
	Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR	1.165 (+%4.9)	1.110	28.3	14.1
	Ortalama	1.024 (+%0.2)	1.021	32.0	23.7
10.32	Konvansiyonel Albuz ATR	0.997 (+%6.4)	0.937	31.7	28.6
	Konvansiyonel Lechler TR	1.020 (+%7.5)	0.949	12.7	19.7
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	1.108	1.169 (+%5.5)	21.1	18.2
	Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR	1.162 (+%0.9)	1.151	30.2	11.9
	Ortalama	1.072 (+%1.9)	1.052	23.9	19.6
	Genel Ortalama	1.005 (+%2.2)	0.983	30.6	24.2

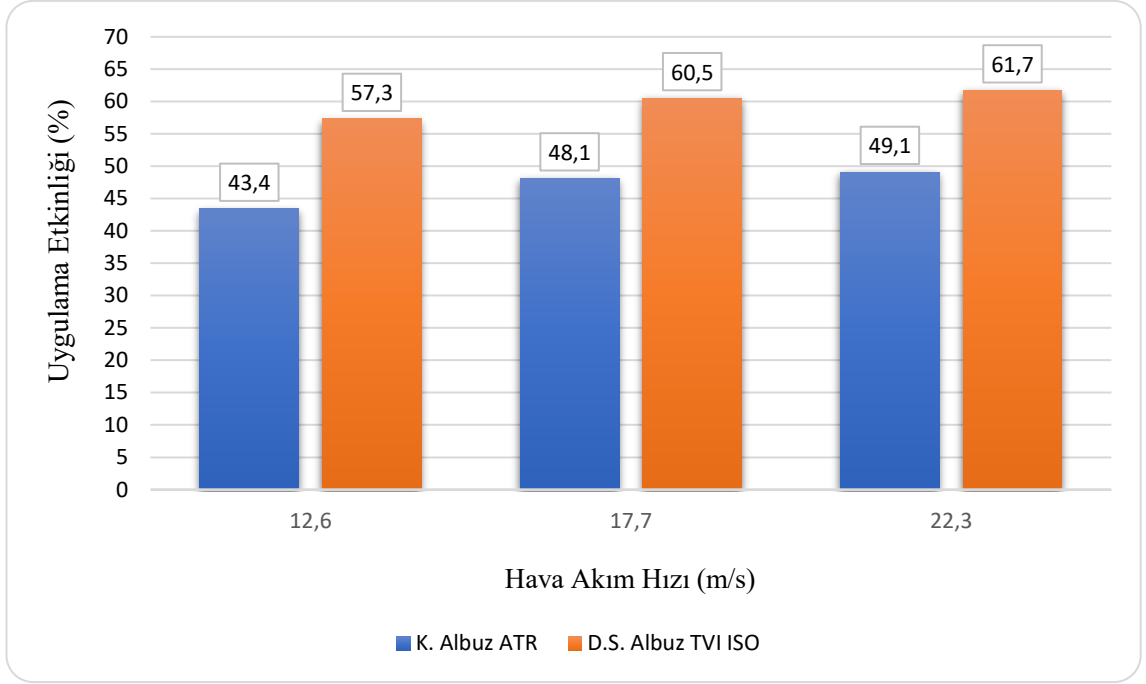
Çizelge 4.15’ de verilen sonuçlar ortalama kalıntı miktarı açısından incelendiğinde, ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak konvansiyonel ve kule tip pülverizatörlerle elde edilen ortalama kalıntı miktarlarının birbirlerine yakın olduğu, bazı ilerleme hızları ve bazı meme tiplerinde konvansiyonel pülverizatörle elde edilen kalıntı miktarlarının, bazılarında ise kule tip pülverizatörle elde edilen kalıntı miktarlarının daha yüksek olduğu görülmüştür. İlerleme hızına ve meme tipine göre bodur elma ağaçlarında sağlanan ortalama kalıntı miktarları konvansiyonel pülverizatörle çalışmada $0.791 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ile $1.165 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ arasında, kule pülverizatörde ise $0.784 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ile $1.169 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ arasında değişmiştir. Tüm memelere ait kalıntı miktarlarının ortalaması göz önüne alınarak pülverizatör tipine göre değerlendirme yapıldığında, ilerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda konvansiyonel pülverizatörle sağlanan kalıntı miktarının kule tipi pülverizatöre göre %4.8 daha fazla olduğu belirlenmiştir. İlerleme hızının 7.36 km/h olduğu durumda konvansiyonel ve kule tip pülverizatörlerin kalıntı miktarları neredeyse aynı iken, 10.32 km/h ilerleme hızında konvansiyonel pülverizatörle sağlanan kalıntı miktarı kule tip pülverizatöre göre yine % 1.9 oranında daha fazladır. Pülverizatör ilerleme hızlarına ve meme tiplerine göre sağlanan kalıntı miktarlarının genel ortalaması göz önüne alınarak değerlendirme yapıldığında ise konvansiyonel pülverizatörün yaprak yüzeylerinde

sağladığı kalıntı miktarının kule pülverizatörüne göre %2.2 oranında daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.15’ te konvansiyonel ve kule tip pülverizatörlerle bodur elma ağaçlarının yaprakları üzerinde sağlanan kalıntı dağılımlarına ait varyasyon katsayıları karşılaştırıldığında, ilerleme hızına göre bazı meme tiplerinde konvansiyonel pülverizatörün kalıntı dağılımına ait %CV değeri daha düşük iken bazı meme tiplerinde kule pülverizatörün kalıntı dağılımına ait %CV değeri daha düşük bulunmuştur. Pülverizatörlerle farklı ilerleme hızlarında ve farklı tip memelerle sağlanan kalıntı dağılımlarına ait %CV değerlerinin ortalamasına göre değerlendirme yapıldığında ise tüm ilerleme hızlarında konvansiyonel pülverizatörün %CV değerlerinin kule tip pülverizatöre göre daha yüksek olduğu, yani kule tip pülverizatörün kalıntı dağılım düzgünlüğünün daha iyi olduğu belirlenmiştir. İlerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda konvansiyonel ve kule pülverizatörlerle sağlanan kalıntı dağılımlarına ait %CV değerleri sırasıyla %35.9 ve %29.3 iken, bu değerler 7.36 km/h hızda sırasıyla %32.0 ve %23.7 ve 10.32 km/h hızda ise sırasıyla %30.6 ve %24.2 olarak bulunmuştur. Tüm ilerleme hızlarının ve meme tiplerinin genel ortalamalarına bakıldığında, konvansiyonel pülverizatörün CV değeri %30.6 iken kule pülverizatörün CV değeri %24.2’ dir.

4.4 Konvansiyonel ve Kule Tip Pülverizatörlerle Çalışmada Meme Tipi, Pülverizatör Hava Akım Hızı ve İlerleme Hızına Bağlı Olarak Uygulama Etkinliği Sonuçları

Konvansiyonel pülverizatörle ilerleme hızının 7.36 km/h ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu denemelerde, pülverizatör hava akım hızına ve meme tipine bağlı olarak bodur elma ağaçlarında elde edilen uygulama etkinliği değerlerine ilişkin sonuçlar Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1 Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada hava akım hızı ve meme tipine bağlı olarak bodur elma ağaçlarında sağlanan uygulama etkinliği sonuçları (İlerleme hızı: 7.36 km/h, Basınç: 10 Bar)

Şekil 4.1’ de görüldüğü gibi konvansiyonel pülverizatörde hem konvansiyonel Albuz ATR meme ve hem de düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile çalışmada hava akım hızının artmasıyla bodur elma ağaçlarında sağlanan uygulama etkinliği değerleri artmıştır. Pülverizatör hava akım hızı 12.6 m/s iken konvansiyonel Albuz ATR meme ile elde edilen uygulama etkinliği %43.4, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile elde edilen uygulama etkinliği %57.3 olarak bulunmuştur. Hava akım hızı 17.7 m/s olduğunda konvansiyonel Albuz ATR meme ile edilen uygulama etkinliği %48.1, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile elde edilen uygulama etkinliği %60.5’tir. Hava akım hızı 22.3 m/s olduğunda ise uygulama etkinliği değeri konvansiyonel Albuz ATR memesi için %49.1 ve düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesi için %61.7 değerine ulaşmıştır. Konvansiyonel pülverizatörle elde edilen uygulama etkinliği sonuçları meme tipine bağlı olarak değerlendirildiğinde, her üç hava akımı hızında da düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesi ile sağlanan uygulama etkinliği değerlerinin konvansiyonel Albuz ATR memesine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada hava akım hızı 12.6 m/s iken düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesi ile elde edilen uygulama etkinliği değeri konvansiyonel Albuz ATR

memesine göre %13.9 daha yüksek iken, 17.7 m/s hava akım hızında %12.4 ve 22.3 m/s hava akım hızında %12.6 daha yüksektir.

Düşük sürüklenmeli memelerle sağlanan uygulama etkinliği değerlerinin konvansiyonel memelere göre daha yüksek bulunmasına ilişkin sonuç McArtney ve Obermiller (2008) tarafından elde edilen sonuçla uyumludur. Araştırmacılar, elma bahçesinde konvansiyonel aksiyal fanlı bir pülverizatörle çalışmada uygulama etkinliği değerini düşük sürüklenme sağlayan hava girişli meme için %38, konvansiyonel meme için %26 bulmuşlardır. Ayrıca, değişken faktörlere bağlı olarak elde edilen uygulama etkinliği değerlerinin bazı araştırmacıların sonuçlarıyla uyumlu olduğu söylenebilir. Pergher ve Petris (2007), bağlarda farklı tip pülverizatörlerle çalışmada uygulama etkinliğinin %33.6 ile %82.3 arasında gerçekleştiğini, Codis vd. (2013) bağlarda yaptıkları çalışmada en yüksek uygulama etkinliğinin %41 olduğunu, van de Zande vd. (2008) ise elma bahçelerinde yapılan ilaçlamalarda uygulama etkinliğinin %50' ye ulaştığını açıklamışlardır. Loquet (2009) ise düşük sürüklenme sağlayan memelerle yapılan uygulamaların etkinliğinin, standart memelerle yapılan uygulamalarla eşdeğer olduğunu göstermektedir.

Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada meme tipi ve hava akım hızının uygulama etkinliği üzerine etkileri istatistik olarak değerlendirilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre hava akım hızının etkisi önemsiz, meme tipinin etkisi istatistik olarak $P < 0.05$ seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.16). Farklı grupların belirlenmesi amacıyla yapılan LSD testi sonuçları ise Çizelge 4.17 'de verilmiştir.

Çizelge 4.16 Konvansiyonel pülverizatörde hava akım hızı ve meme tipinin uygulama etkinliği üzerine olan etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F Derecesi	Olasılık Derecesi
Tekrar (Ağaç)	2	40,76333	0,1437	0,8679
Meme	1	757,90222	5,3425	0,0434**
Hava Akım Hızı	2	84,07000	0,2963	0,7499
Meme*Hava Akım Hızı	2	1,98111	0,0070	0,9930

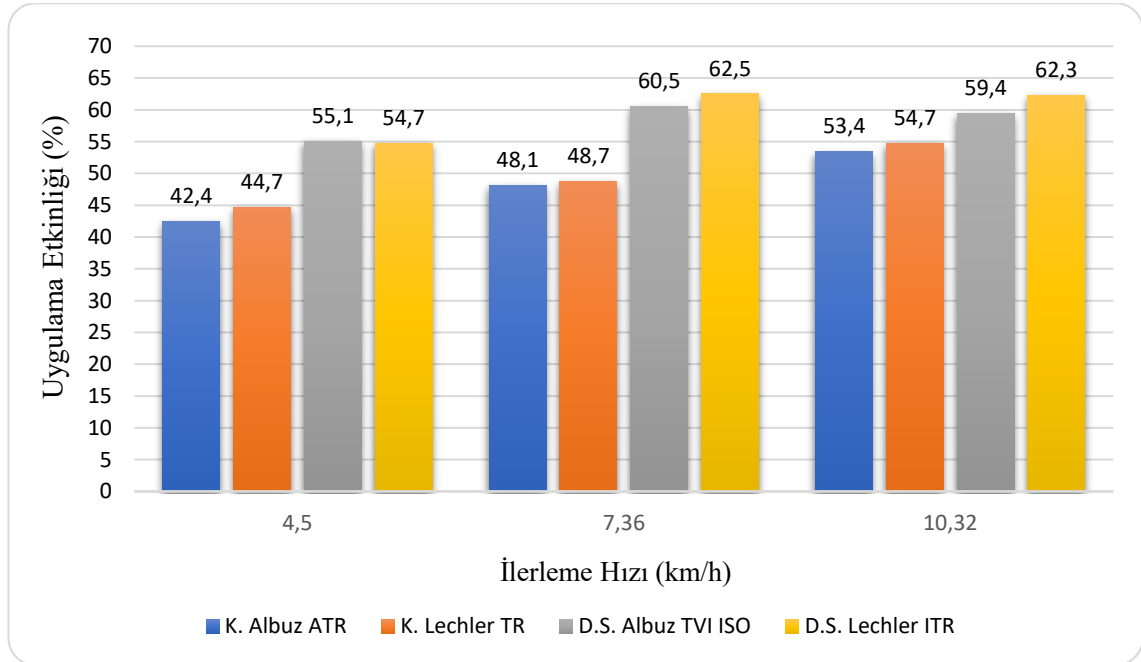
** Çok Önemli

Çizelge 4.17 Konvansiyonel pülverizatörde meme tipine göre uygulama etkinliği değerleri arasındaki farklılıkları gösteren LSD testi sonuçları

Hava Akım Hızı (m/s)	Meme Tipi	
	Konvansiyonel Albuz ATR	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO
12,6	43,4 ± 5,31	57,30 ± 7,56
17,7	48,07 ± 5,31	60,43 ± 3,85
22,3	49,07 ± 7,78	61,73 ± 7,37
Genel Ortalama	46,84 ± 3,24 B	59,82 ± 3,31 A

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

Konvansiyonel pülverizatörde hava akım hızının 17.7 m/s ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu denemelerde, 3 farklı ilerleme hızında konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle bodur elma ağaçlarında sağlanan uygulama etkinliği değerlerine ilişkin sonuçlar Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2 Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada pülverizatör ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak bodur elma ağaçlarında elde edilen uygulama etkinliği değerleri (Hava akımı hızı: 17.7 m/s, Basınç: 10 bar)

Şekil 4.2’de görüldüğü gibi, ilerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda elde edilen uygulama etkinliği konvansiyonel Albuz ATR memede % 42.4, konvansiyonel Lechler

TR memede %44.7, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memede %55.1 ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memede %54.7 olarak belirlenmiştir. İlerleme hızı 7.36 km/h olduğunda uygulama etkinliği değeri konvansiyonel Albuz ATR meme için %48.1, konvansiyonel Lechler TR meme için %48.7, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme için %60.5 ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR meme için %62.5'tir. İlerleme hızının 10.32 km/h olduğu koşulda ise uygulama etkinliği değeri konvansiyonel Albuz ATR meme için %53.4, konvansiyonel Lechler TR meme için %54.7, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme için %59.4 ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR meme için %62.3 olarak bulunmuştur. Elde edilen bu sonuçlardan meme tipine bağlı olarak değerlendirme yapıldığında, her üç ilerleme hızında da düşük sürüklenmeli memeler ile sağlanan uygulama etkinliği değerlerinin konvansiyonel memelere göre daha yüksek olduğu söylenebilir. İlerleme hızı 4.5 km/h olduğunda, %55.1 ile en yüksek uygulama etkinliği düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memede, en düşük uygulama etkinliği %42.4 ile konvansiyonel Albuz ATR memede elde edilmiş olup aradaki fark %12.7'dir. İlerleme hızı 7.36 km/h olduğunda, %62.5 ile en yüksek uygulama etkinliği düşük sürüklenmeli Lechler ITR memede, en düşük uygulama etkinliği %48.1 ile konvansiyonel Albuz ATR memede elde edilmiş olup aradaki fark %14.4'tür. Benzer şekilde ilerleme hızı 10.32 km/h olduğunda, %62.3 ile en yüksek uygulama etkinliği düşük sürüklenmeli Lechler ITR memede, en düşük uygulama etkinliği %53.4 ile konvansiyonel Albuz ATR memede elde edilmiş olup aradaki fark %8.9'dur. Şekil 4.2'de verilen sonuçlar ilerleme hızına göre değerlendirildiğinde, konvansiyonel memelerde ilerleme hızının 4.5 km/h'den 10.32 km/h'e çıkmasıyla uygulama etkinliği değerleri artmıştır. Buna karşın düşük sürüklenmeli memelerde ilerleme hızının 4.5 km/h'den 7.36 km/h'e çıkmasıyla uygulama etkinliği değerleri artmış, ancak ilerleme hızının 7.36 km/h'den 10.32 km/h'e çıkmasıyla uygulama etkinliği değerleri çok düşük oranda da olsa azalmıştır.

Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada ilerleme hızı ve meme tipinin uygulama etkinliğine olan etkileri istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda sadece meme tipinin etkisi istatistik olarak önemli ($P < 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.18). Memeler arasındaki farklı grupların belirlenmesi amacıyla yapılan LSD testi sonuçları ise Çizelge 4.19'da verilmiştir.

Çizelge 4.18 Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada ilerleme hızı ve meme tipinin uygulama etkinliği üzerine olan etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F Derecesi	Olasılık Derecesi
Tekrar (Ağaç)	2	307,00667	1,6950	0,2067
Meme	3	991,31333	3,6487	0,0283**
İlerleme Hızı	2	426,06500	2,3523	0,1186
Meme*İlerleme Hızı	6	73,06833	0,1345	0,9903

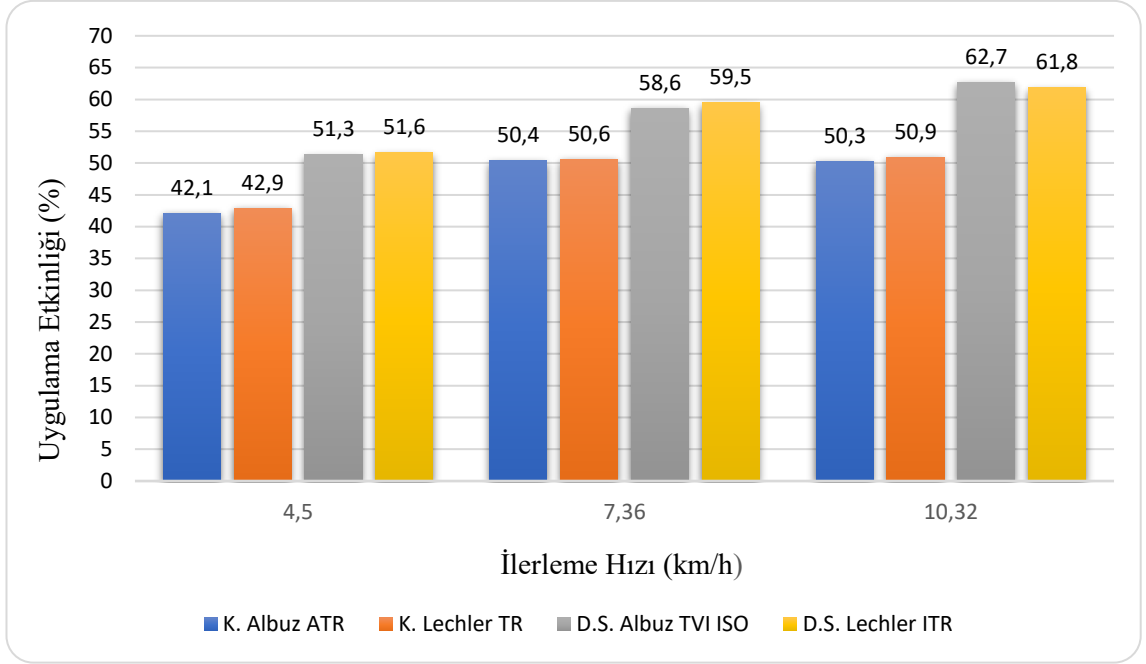
*Çok Önemli

Çizelge 4.19 Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada meme tipine göre sağlanan uygulama etkinliği değerleri arasındaki farklılıkları gösteren LSD testi sonuçları

İlerleme Hızı (km/h)	Meme Tipi			
	Konvansiyonel Albuz ATR	Konvansiyonel Lechler TR	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR
4.5	42,37 ± 1,97	44,77 ± 3,18	55,06 ± 5,82	54,7 ± 2,30
7.32	48,07 ± 5,31	48,73 ± 5,29	60,43 ± 3,85	62,47 ± 7,87
10.32	53,37 ± 5,77	54,73 ± 11,92	59,43 ± 4,30	62,27 ± 1,85
Genel Ortalama	47,93 ± 2,82 C	49,41 ± 2,82 BC	58,31 ± 2,50AB	59,81 ± 2,74A

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

Kule tip pülverizatörle hava akım hızınının 19.95 m/s ve çalışma basıncınının 10 bar olarak sabit tutulduğu çalışma koşullarında, 3 farklı ilerleme hızında konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle yapılan denemelerde bodur elma ağaçlarında uygulama etkinliği değerlerine ilişkin sonuçlar Şekil 4.3’de verilmiştir.



Şekil 4.3 Kule tip pülverizatörle çalışmada pülverizatör ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak bodur elma ağaçlarında elde edilen uygulama etkinliği değerleri (Hava akımı hızı: 19.95 m/s, Basınç: 10 bar)

Şekil 4.3' de görüldüğü gibi ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak uygulama etkinliği değerleri %42.1 ile %62.7 arasında değişmiştir. İlerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda konvansiyonel Albuz ATR meme ile elde edilen uygulama etkinliği % 42.1, konvansiyonel Lechler TR meme ile %42.9, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile %51.3 ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR meme ile %51.6'dır. İlerleme hızı 7.36 km/h olduğunda uygulama etkinliği değeri konvansiyonel Albuz ATR meme için %50.4 konvansiyonel Lechler TR meme ile %50.6, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme için %58.6 ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR meme için %59.5 olarak bulunmuştur. İlerleme hızı 10.32 km/h olduğunda konvansiyonel Albuz ATR meme ile elde edilen uygulama etkinliği %50.3, konvansiyonel Lechler TR meme ile %50.9, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile %62.7 ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR meme ile %61.8 olmuştur. Kule tip pülverizatörle elde edilen sonuçlar meme tipine bağlı olarak değerlendirildiğinde, her üç ilerleme hızında da düşük sürüklenmeli memeler ile sağlanan uygulama etkinliği değerlerinin konvansiyonel memelere göre daha yüksek olduğu söylenebilir. İlerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda en yüksek uygulama etkinliği değeri düşük sürüklenmeli Lechler ITR meme ile %51.6 olarak elde edilmiş olup, bu

değer % 42.1 ile en düşük uygulama etkinliğine sahip olan konvansiyonel Albuz ATR memeye göre %9.5 daha fazladır. İlerleme hızının 7.36 km/h olduğu koşulda en yüksek uygulama etkinliği değeri yine düşük sürüklenmeli Lechler ITR meme ile %59.5 olarak elde edilmiş olup, bu değer %50.4 ile en düşük uygulama etkinliğine sahip olan konvansiyonel Albuz ATR memeye göre %9.1 daha fazladır. İlerleme hızının 10.32 km/h olduğu koşulda ise en yüksek uygulama etkinliği değeri düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile %62.7 olarak elde edilmiş olup, bu değer %50.3 ile en düşük uygulama etkinliğine sahip olan konvansiyonel Albuz ATR memeye göre %12.4 daha yüksektir. Kule tip pülverizatörle elde edilen sonuçlar ilerleme hızına bağlı olarak değerlendirildiğinde, ilerleme hızının artmasıyla hem konvansiyonel memeler hem de düşük sürüklenmeli memelerle çalışmada elde edilen uygulama etkinliği değerlerinin arttığı söylenebilir. Uygulama etkinliğinde sağlanan bu artış özellikle ilerleme hızının 4.5 km/h' den 7.36 km/h'e çıkmasıyla daha fazla olmuştur. İlerleme hızının 7.36 km/h ve 10.32 km/h olduğu koşullarda konvansiyonel memelerin uygulama etkinliği değerleri hemen hemen aynı iken düşük sürüklenmeli memelerin uygulama etkinliği değerleri arasındaki fark biraz daha fazladır.

Kule tip pülverizatörle çalışmada, ilerleme hızı ve meme tipinin uygulama etkinliğine olan etkileri istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre ilerleme hızı ve meme tipi istatistik olarak önemli ($P < 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.20). Farklı grupların belirlenmesi amacıyla yapılan LSD testi sonuçları ise Çizelge 4.21'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.20 Kule tip pülverizatörle çalışmada ilerleme hızı ve meme tipinin uygulama etkinliği üzerine olan etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F Derecesi	Olasılık Derecesi
Tekrar (Ağaç)	2	180,50000	1,0846	0,3554
Meme	3	85,98528	3,4090	0,0354**
İlerleme Hızı	2	613,68500	3,6876	0,0416**
Meme*İlerleme Hızı	6	19,91722	0,0399	0,9997

Çizelge 4.21 Kule tip pülverizatörde ilerleme hızı ve meme tipine göre sağlanan uygulama etkinliği değerleri arasındaki farklılıkları gösteren LSD testi sonuçları

İlerleme Hızı (km/h)	Meme Tipi				Genel Ortalama
	Konvansiyonel Albuz ATR	Konvansiyonel Lechler TR	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR	
4.5	42.06 ± 0.23	42.87 ± 5.27	51.30 ± 6.72	51.57 ± 3.82	46.95 ± 2.41 B
7.32	50.40 ± 3.47	50.57 ± 5.11	58.57 ± 6.17	59.47 ± 9.59	54.75 ± 3.05 A
10.32	50.30 ± 4.94	50.90 ± 1.10	62.70 ± 5.27	61.80 ± 5.10	56.43 ± 2.59 A
Genel Ortalama	47.59 ± 2.22 B	48.11 ± 2.51 B	57.52 ± 3.47 A	57.61 ± 3.67 A	

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

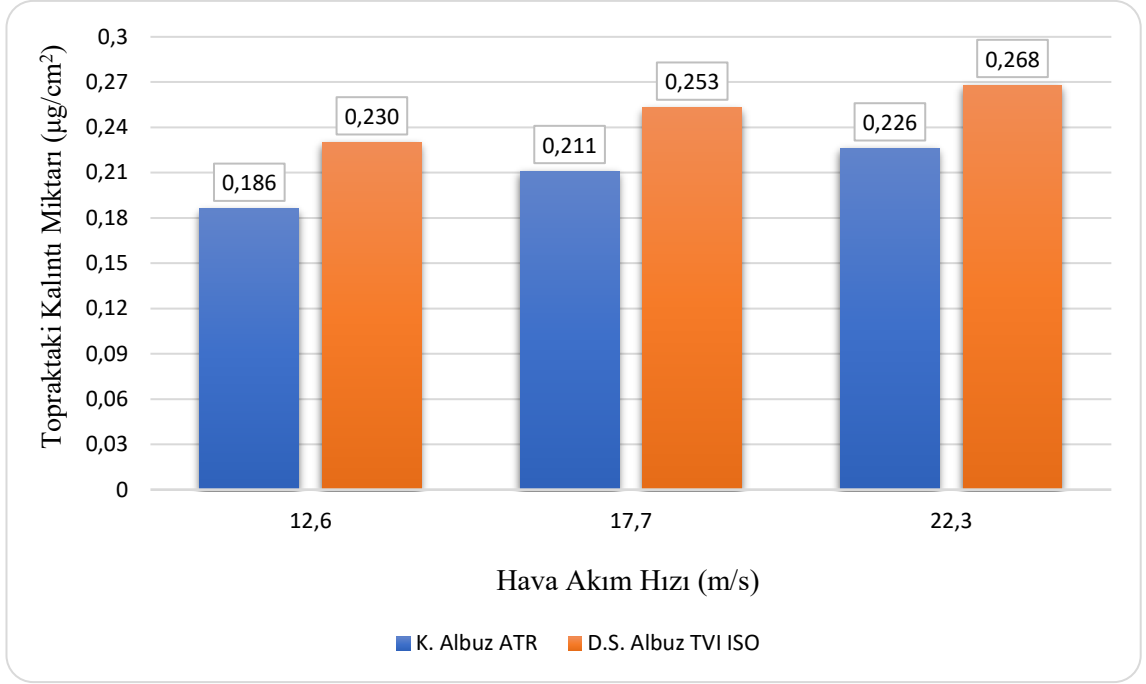
Konvansiyonel ve kule tip pülverizatörlerle farklı ilerleme hızları ve farklı meme tipleriyle yapılan çalışmalardan elde edilen uygulama etkinliği değerleri Çizelge 4.22’de karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Çizelge 4.22 incelendiğinde, genellikle konvansiyonel pülverizatörün uygulama etkinliği değerlerinin kule pülverizatörüne göre daha yüksek olduğu görülebilir. İlerleme hızı ve meme tipine bağlı olarak konvansiyonel pülverizatörün uygulama etkinliği değerleri %42.37 ile %62.47 arasında, kule pülverizatörün uygulama etkinliği değerleri ise %42.06 ile %62.70 arasında değişmiştir. Konvansiyonel ve kule tip pülverizatörlerin uygulama etkinliği değerleri; ilerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda ortalama olarak sırasıyla %49.23 ve %46.95, ilerleme hızının 7.36 km/h olduğu koşulda sırasıyla %54.93 ve 54.75, ilerleme hızının 10.32 km/h olduğu koşulda ise sırasıyla %57.45 ve %52.71 olarak belirlenmiştir. Uygulama etkinliği genel ortalama değerlerine bakıldığında, konvansiyonel pülverizatörle kule pülverizatörün birbirine oldukça yakın oldukları görülebilir. Konvansiyonel pülverizatörün uygulama etkinliği değerinin genel ortalaması %53.87 iken kule pülverizatörün %52.71’dir.

Çizelge 4.22 Konvansiyonel ve kule tip pülverizatörlerle çalışmada ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak uygulama etkinliği değerlerinin karşılaştırılması

İlerleme Hızı (km/h)	Meme Tipi	Uygulama Etkinliği (%)	
		Konvansiyonel	Kule
4.5	Konvansiyonel Albuz ATR	42.37	42.06
	Konvansiyonel Lechler TR	44.77	42.87
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	55.06	51.30
	Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR	54.70	51.57
	Ortalama	49.23	46.95
7.36	Konvansiyonel Albuz ATR	48.07	50.40
	Konvansiyonel Lechler TR	48.73	50.57
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	60.43	58.57
	Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR	62.47	59.47
	Ortalama	54.93	54.75
10.32	Konvansiyonel Albuz ATR	53.37	50.30
	Konvansiyonel Lechler TR	54.73	50.90
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	59.43	62.70
	Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR	62.27	61.80
	Ortalama	57.45	56.43
	Genel Ortalama	53.87	52.71

4.5 Konvansiyonel ve Kule Tip Pülverizatörlerle Çalışmada Meme Tipinin, Pülverizatör Hava Akım Hızının ve İlerleme Hızının Toprağa İlaç Kayıplarına Etkisi

Konvansiyonel pülverizatörle ilerleme hızının 7.36 km/h ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu denemelerde, 3 farklı pülverizatör hava akım hızında konvansiyonel Albuz ATR ve düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memeler ile bodur elma ağaçlarına yapılan uygulamalarda toprak yüzeyinde toplanan kalıntı miktarları yani toprağa olan ilaç kayıpları ölçülmüş ve elde edilen sonuçlar Şekil 4.4’de verilmiştir.



Şekil 4.4 Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada pülverizatör hava akımı hızına ve meme tipine bağlı olarak toprak yüzeyinde ölçülen kalıntı miktarları (İlerleme hızı: 7.36 km/h, Basınç: 10 bar)

Şekil 4.4 incelendiğinde, konvansiyonel pülverizatörde hava akım hızının artmasıyla hem konvansiyonel Albuz ATR hem de düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memelerinin toprak yüzeyine daha fazla kalıntı bıraktığı görülmektedir. Konvansiyonel Albuz ATR meme ile hava akımının 12.6 m/s olduğu çalışma koşullarında toprak üzerinde ölçülen ortalama kalıntı miktarı $0.186 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ iken bu değer 17.7 m/s hava akımı hızında $0.211 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ değerine ve 22.3 m/s hava akımı hızında ise $0.226 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ değerine yükselmiştir. Bu sonuçlar, konvansiyonel Albuz ATR meme ile çalışırken hava akım hızının 12.6 m/s' den 22.3 m/s' ye yükselmesiyle toprak üzerinde biriken kalıntı miktarının %21.51 oranında arttığını göstermektedir. Düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile hava akımı hızının 12.6 m/s olduğu çalışma koşulunda toprak üzerinde ölçülen ortalama kalıntı miktarı $0.230 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ iken bu değer 17.7 m/s hava akımı hızında $0.253 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ değerine, 22,3 m/s hava akımı hızında ise $0.268 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ değerine yükselmiştir. Elde edilen bu sonuçlar, düşük sürüklenmeli meme ile çalışmada hava akımı hızının 12.6 m/s' den 22.3 m/s' ye artmasıyla toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarının %16.52 oranında daha fazla olduğunu göstermektedir. Şekil 4.4'de verilen sonuçlar meme tipine bağlı olarak değerlendirildiğinde, pülverizatörün her üç hava akım hızında da düşük sürüklenmeli

Albuz TVI ISO memesinin toprak yüzeyinde oluşturduğu kalıntı miktarının konvansiyonel Albuz ATR memesine göre daha yüksek olduğu görülebilir.

Hava akım hızının 12.6 m/s olduğu koşulda düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesinin toprak yüzeyinde oluşturduğu kalıntı miktarı konvansiyonel Albuz ATR memesine göre %23.66 daha yüksek, hava akım hızının 17.7 m/s olduğu koşulda %19.91 daha yüksek ve hava akım hızının 22.3 m/s olduğu koşulda ise %18.6 daha yüksektir.

Pülverizatör hava akımı hızı ve meme tipinin toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarına etkileri istatistik olarak da değerlendirilmiştir. Varyans analizi sonunda hava akım hızının etkisi istatistik olarak önemsiz, meme tipinin etkisi ise $P < 0.05$ seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.23). Memeler arasındaki farklılıkların belirlenmesi amacıyla yapılan LSD testi sonuçları ise Çizelge 4.24'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.23 Pülverizatör hava akım hızı ve meme tipinin toprak üzerinde oluşturduğu kalıntı miktarına etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F Derecesi	Olasılık Derecesi
Tekrar (Ağaç)	1	0,05201927	10,9363	0,0031*
Meme	1	0,02145894	4,5114	0,0446**
Hava Akım Hızı	2	0,01243624	1,3073	0,2899
Takoz Noktaları	3	0,00689013	0,4828	0,6974
Meme*Hava Akım Hızı	2	0,00002751	0,0029	0,9971
Hava Akım Hızı*Takoz Noktaları	6	0,04960132	1,7380	0,1572
Meme * Takoz Noktaları	3	0,01234570	0,8652	0,4733
Meme*Hava Akım Hızı*Takoz Noktaları	6	0,02057222	0,7208	0,6370

*Önemli **Çok Önemli

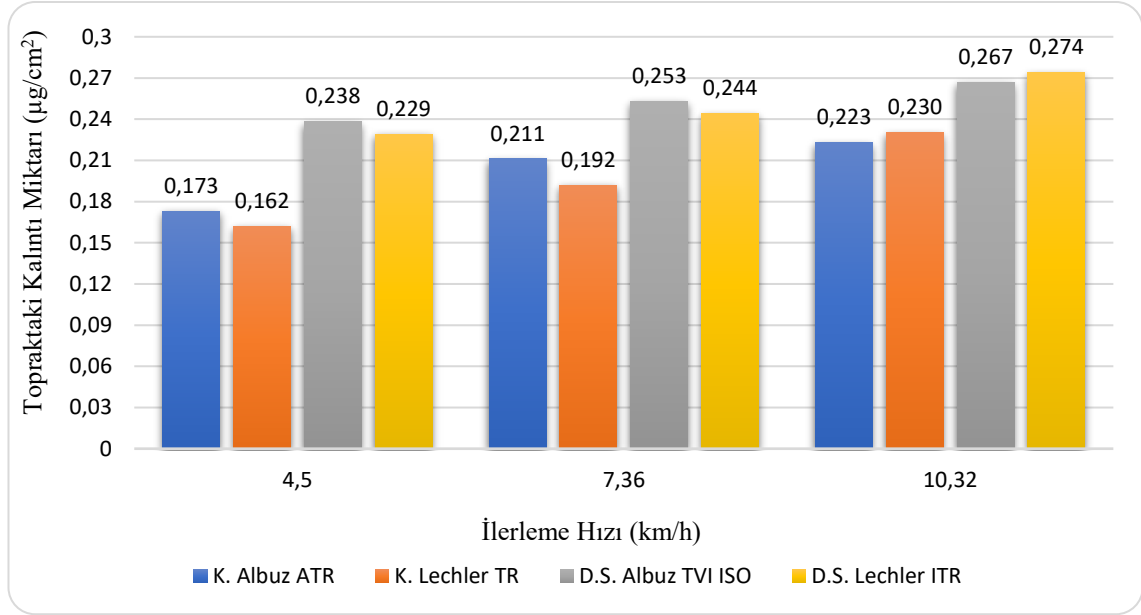
Çizelge 4.24 Toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarına meme tipinin etkisine ilişkin gruplar arasındaki farklılıkları gösteren LSD testi sonuçları

Hava Akım Hızı (m/s)	Meme Tipi	
	Konvansiyonel Albuz ATR	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO
12,6	0.186 ± 0.034	0.230 ± 0.018
17,7	0.211 ± 0.021	0.253 ± 0.029
22,3	0.226 ± 0.036	0.268 ± 0.019
Genel Ortalama	0.208 ± 0.018 B	0.250 ± 0.013 A

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

Düşük sürüklenmeli meme ile toprak üzerinde oluşturulan kalıntı miktarının konvansiyonel memeye göre daha fazla olmasına ilişkin sonuç bazı araştırmacıların elde ettikleri sonuçlarla uyumlu, bazılarıyla uyumsuzdur. Caner (2007), bağlarda olgunlaşma döneminde düşük sürüklenmeli hava girişli meme ve konvansiyonel konik hüzmeli memelerle yaptığı çalışmada, ilaçlamanın yapıldığı asma sırasına yakın mesafelerde hava girişli memelerle toprağa ilaç kayıplarının konvansiyonel konik hüzmeli memelere göre daha fazla olduğunu bildirmiştir. Derksen vd. (2005), hava girişli düşük sürüklenmeli memenin (TD02) toprak üzerinde oluşturduğu kalıntı miktarının konvansiyonel içi boş konik hüzmeli memeye (D4-25) göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Wencker vd. (2009b) elma ağaçlarının ilaçlanmasında ilaçlamanın yapıldığı son elma sırasına yakın mesafede düşük sürüklenmeli memelerle toprağa ilaç kayıplarının konvansiyonel memelere göre daha yüksek olduğunu, bunun nedeninin ise büyük çaplı damlaların daha az sürüklenmesi ve hemen kısa mesafede toprağa ulaşması şeklinde açıklamışlardır. Jamar vd. (2010), bodur elmalarda konvansiyonel Albuz ATR ve düşük sürüklenmeli Albuz TVI memelerini kullanarak yaptıkları çalışmada toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarının ağacın merkezinde sırasıyla 0.64 µg/cm² ve 0.69 µg/cm², ağacın 1.25 m uzaklığında ise sırasıyla 0.62 µg/cm² ve 0.91 µg/cm² olduğunu, yani düşük sürüklenmeli memelerin toprak üzerinde daha fazla kalıntı oluşturduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde Balsari vd. (2013), ilaçlama yapılan bitki sırasına yakın mesafede hava girişli memenin konvansiyonel memeye göre toprak üzerinde daha fazla kalıntı oluşturduğunu yani toprağa ilaç kaybının daha fazla olduğunu açıklamışlardır. Balsari ve Marucco (2005) ise diğer araştırmacıların aksine düşük sürüklenmeli memelerle toprağa ilaç kayıplarının konvansiyonel memelerden daha az olduğunu bildirmişlerdir.

Konvansiyonel pülverizatörle ilerleme hızının 7.36 km/h ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu denemelerde, üç farklı ilerleme hızında konvansiyonel Albuz ATR, konvansiyonel Lechler TR, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR meme tipleriyle bodur elma ağaçlarına yapılan uygulamalarda toprak yüzeyinde toplanan kalıntı miktarları Şekil 4.5’ de verilmiştir.



Şekil 4.5 Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarları (Hava akım hızı:17.7 m/s, Basıncı:10 Bar)

Şekil 4.5 incelendiğinde, konvansiyonel pülverizatörde hem konvansiyonel ve hem de düşük sürüklenmeli memelerle çalışmada ilerleme hızının artmasıyla toprak yüzeyinde ölçülen kalıntı miktarının arttığı görülebilir. Konvansiyonel Albuz ATR meme ile ilerleme hızının 4.5 km/h olduğu çalışma koşulunda toprak üzerinde ölçülen ortalama kalıntı miktarı $0.173 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ iken bu değer 7.36 km/h ilerleme hızında $0.211 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, 10.32 km/h ilerleme hızında ise $0.223 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak belirlenmiştir. Konvansiyonel Lechler TR memesi ile ilerleme hızının 4.5 km/h, 7.36 km/h ve 10.32 km/h olduğu koşullarda toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarları sırasıyla $0.162 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, $0.192 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve $0.230 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak belirlenmiştir. Düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesi ile ilerleme hızının ilerleme hızının 4.5 km/h, 7.36 km/h ve 10.32 km/h olduğu koşullarda toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarları sırasıyla $0.238 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, $0.253 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve $0.267 \mu\text{g}/\text{cm}^2$

bulunmuştur. Düşük sürüklenmeli Lechler ITR meme ile ilerleme hızının 4.5 km/h, 7.36 km/h ve 10.32 km/h olduğu koşullarda toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarları ise sırasıyla bu 0.229 µg/cm², 0.244 µg/cm² ve 0.274 µg/cm² olarak gerçekleşmiştir. İlerleme hızının 4.5 km/h' den 10.32 km/h' e çıkmasıyla toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarı konvansiyonel Albuz ATR memede %28.9 oranında artarken, konvansiyonel Lechler TR memede %42 oranında, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memede %12.2 oranında ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memede ise %19.7 oranında artmıştır.

Şekil 4.5' de konvansiyonel pülverizatörle toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarları meme tipine göre değerlendirildiğinde, tüm ilerleme hızlarında konvansiyonel memelerin toprak üzerinde oluşturduğu kalıntı miktarlarının yani toprağa olan ilaç kayıplarının düşük sürüklenmeli memelere göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. İlerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda toprak üzerinde en yüksek kalıntı miktarına sahip düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesi en düşük kalıntı miktarına sahip konvansiyonel Lechler TR memesine göre %46.91 daha yüksektir. İlerleme hızı 7.36 km/h olduğunda, toprak üzerinde ölçülen en yüksek kalıntı miktarı yine düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesi elde edilmiş olup toprak üzerinde ölçülen en düşük kalıntı miktarına sahip konvansiyonel Lechler TR memesine göre %31.77 oranında daha yüksek oranda kalıntı oluşturmuştur. İlerleme hızının 10.32 km/h olduğu çalışmada ise toprak üzerinde ölçülen en yüksek kalıntı miktarı düşük sürüklenmeli Lechler ITR memesine ait olup en düşük kalıntı miktarına sahip konvansiyonel Albuz ATR memesine göre %22.87 oranında daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarına ilerleme hızı ve meme tipinin etkileri istatistik olarak da değerlendirilmiştir. Varyans analizi sonunda ilerleme hızının ve meme tipinin etkileri istatistik olarak önemli (P<0.05) bulunmuştur (Çizelge 4.25). İlerleme hızına ve meme tipine göre farklı grupların belirlenmesi için yapılan LSD testi sonuçları Çizelge 4.26' de verilmiştir.

Çizelge 4.25 Konvansiyonel pülverizatörde ilerleme hızı ve meme tipinin toprak üzerindeki kalıntı miktarına etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F Derecesi	Olasılık Derecesi
Tekrar (Ağaç)	1	0,01023018	2,6732	0,1087
Meme	3	0,05887790	5,1283	0,0038*
İlerleme Hızı	2	0,03053937	3,9900	0,0251**
Takoz Noktaları	3	0,09317890	8,1160	0,0002*
Meme*İlerleme Hızı	6	0,00318255	0,1386	0,9904
Meme* Takoz Noktaları	9	0,12768399	3,7072	0,0014*
İlerleme Hızı* Takoz Noktaları	6	0,01826641	0,7955	0,5782
Meme*İlerleme Hızı* Takoz Noktaları	18	0,10963861	1,5916	0,1018

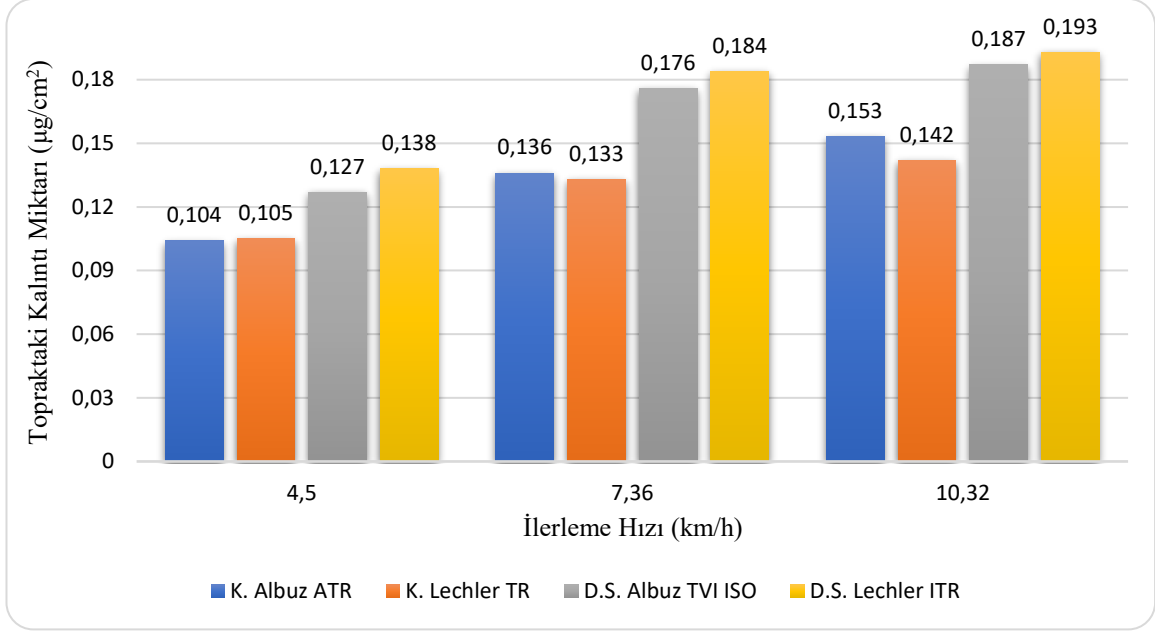
*Önemli

Çizelge 4.26 Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada ilerleme hızı ve meme tipinin toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarına etkilerine ilişkin gruplar arasındaki farklılıkları gösteren LSD testi sonuçları

İlerleme Hızı (km/h)	Meme Tipi				Genel Ortalama
	Konvansiyonel Albuz ATR	Konvansiyonel Lechler TR	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR	
4.5	0.173 ± 0.038	0.179 ± 0.006	0.238 ± 0.012	0.229 ± 0.045	0.205 ± 0.015 B
7.36	0.211 ± 0.021	0.192 ± 0.034	0.253 ± 0.030	0.244 ± 0.034	0.225 ± 0.015 AB
10.32	0.222 ± 0.033	0.230 ± 0.017	0.267 ± 0.026	0.274 ± 0.017	0.248 ± 0.012 A
Genel Ortalama	0.202 ± 0.018B	0.200 ± 0.013B	0.252 ± 0.013A	0.249 ± 0.019A	

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

Kule tip pülverizatörle hava akım hızınının 19.95 m/s ve basıncın 10 bar olarak sabit tutulduğu çalışma koşullarında konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle 3 farklı pülverizatör ilerleme hızında toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarları Şekil 4.6'da verilmiştir.



Şekil 4.6 Kule tip pülverizatörle çalışmada konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle pülverizatör ilerleme hızına bağlı olarak toprak örneklerinde ölçülen kalıntı miktarları (Hava akım hızı:19.95 m/s, Basınç:10 Bar)

Şekil 4.6 incelendiğinde, kule tip pülverizatörde hem konvansiyonel ve hem de düşük sürüklenmeli memelerle çalışmada pülverizatör ilerleme hızının artmasıyla toprak yüzeyinde ölçülen kalıntı miktarının yani toprağa ilaç kayıplarının arttığı görülebilir. Konvansiyonel Albuz ATR meme ile ilerleme hızının 4.5 km/h, 7.36 km/h ve 10.32 km/h olduğu çalışma koşullarında toprak üzerinde ölçülen ortalama kalıntı miktarları sırasıyla 0.104 µg/cm², 0.136 µg/cm² ve 0.153 µg/cm² olarak belirlenmiştir. Konvansiyonel Lechler TR meme için bu değerler sırasıyla 0.105 µg/cm², 0.133 µg/cm² ve 0.142 µg/cm² olarak bulunmuştur. Düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile ilerleme hızının 4.5 km/h olduğu çalışma koşulunda toprak üzerinde ölçülen ortalama kalıntı miktarı 0.127 µg/cm² iken 7.36 km/h ilerleme hızında 0.176 µg/cm², 10.32 km/h ilerleme hızında ise 0.187 µg/cm² olarak ölçülmüştür. Düşük sürüklenmeli Lechler ITR meme ile ilerleme hızının 4.5 km/h, 7.36 km/h ve 10.32 km/h olduğu çalışma koşullarında toprak üzerinde ölçülen ortalama kalıntı miktarları ise sırasıyla 0.138 µg/cm², 0.184 µg/cm² ve 0.193 µg/cm² olarak belirlenmiştir. İlerleme hızının 4.5 km/h' den 10.32 km/h' e çıkmasıyla toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarı konvansiyonel Albuz ATR memede %47.12 oranında, konvansiyonel Lechler TR memede %35.24 oranında, düşük sürüklenmeli

Albuz TVI ISO memede %47.24 oranında ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memede %39.85 oranında artmıştır.

Şekil 4.6’da kule tip pülverizatörle toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarları meme tipine göre değerlendirildiğinde, pülverizatörün tüm ilerleme hızlarında düşük sürüklenmeli memelerin toprak üzerinde oluşturduğu kalıntı miktarlarının yani toprağa olan ilaç kayıplarının konvansiyonel memelere göre yüksek olduğu belirlenmiştir. İlerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda toprak üzerinde ölçülen en yüksek kalıntı miktarına sahip düşük sürüklenmeli Lechler ITR meme ile toprak üzerinde en düşük kalıntı miktarına sahip konvansiyonel Albuz ATR meme arasındaki fark %32.7’dir. İlerleme hızının 7.36 km/h olduğu koşulda toprak üzerinde ölçülen en yüksek kalıntı miktarı düşük sürüklenmeli Lechler ITR memesine ait olup, bu değer en düşük kalıntı miktarına sahip konvansiyonel Lechler TR memesine göre %38.34 daha yüksektir. İlerleme hızının 10.32 km/h olduğu koşulda ise toprak üzerinde ölçülen en yüksek kalıntı miktarı yine düşük sürüklenmeli Lechler ITR meme ile elde edilmiş olup, bu değer konvansiyonel Lechler TR memesine ait en düşük kalıntı miktarına göre %35.92 daha yüksek bulunmuştur.

Konvansiyonel ve kule tip pülverizatörlerle hem konvansiyonel memeler hem de düşük sürüklenmeli memelerle çalışmada ilerleme hızının artmasıyla toprak üzerinde oluşan kalıntı miktarının yani ilaç kayıplarının artmasına ilişkin sonuçlar bazı araştırmacılar tarafından bulunan sonuçlarla uyumludur. Toy ve Dursun (2015), konvansiyonel aksiyal fanlı pülverizatörle bağlarda farklı ilerleme hızlarında yaptıkları çalışmada, ilerleme hızının artmasıyla hem konvansiyonel hem de düşük sürüklenmeli memelerin toprak üzerinde oluşturduğu kalıntı miktarının yani ilaç kayıplarının arttığını bildirmişlerdir. Balsari vd. (2008), pülverizatör ilerleme hızının düşük olduğu uygulamalarda toprağa ilaç kayıplarının daha az, orta ve yüksek ilerleme hızlarında ise daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Sehsah (2007) benzer şekilde pülverizatör ilerleme hızının artmasıyla hem konvansiyonel memeler hem de düşük sürüklenmeli memelerle toprağa sürüklenen kalıntı miktarının arttığını bildirmiştir. Literatürde de belirtildiği gibi ilerleme hızının artmasıyla toprak üzerine olan kayıplar artmıştır. İlerleme hızının artmasıyla pülverizatörün oluşturduğu türbülans artırmakta ve özellikle küçük damlacıklar hedefe ulaşmadan savrulmakta, bu damlacıkların bir kısmı havaya sürüklenmekte, bir kısmı ise

hedef yerine toprak üzerinde toplanmaktadır. Ayrıca, hava içerisinde asılı halde kalan küçük damlacıklar sedimantasyonla toprak üzerinde toplanmaktadır.

Kule tip pülverizatörle çalışmada toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarına ilerleme hızı ve meme tipinin etkilerini belirlemek için yapılan varyans analizi sonunda ilerleme hızının ve meme tipinin etkileri istatistik olarak $P < 0.01$ seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.27). İlerleme hızı ve meme tipi grupları arasındaki farklılıkları gösteren LSD testi sonuçları ise Çizelge 4.28’ de verilmiştir.

Çizelge 4.27 Kule tip pülverizatörde toprak üzerindeki kalıntı miktarına ilerleme hızı ve meme tipinin etkilerini gösteren varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F Derecesi	Olasılık Derecesi
Tekrar (Ağaç)	1	0,00073879	0,4141	0,5230
Meme	3	0,03677758	6,8718	0,0006*
İlerleme Hızı	2	0,04456285	12,4896	<.0001*
Takoz Noktaları	3	0,00783453	1,4639	0,2365
Meme*İlerleme Hızı	6	0,00186136	0,1739	0,9826
İlerleme Hızı* Takoz Noktaları	6	0,00338475	0,3162	0,9253
Meme* Takoz Noktaları	9	0,02262063	1,4089	0,2116
Meme*İlerleme Hızı* Takoz Noktaları	18	0,01971480	0,6139	0,8704

*Önemli

Çizelge 4.28 Kule tip pülverizatörle çalışmada toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarına etkili olan ilerleme hızı ve meme tipi grupları arasındaki farklılıkları gösteren LSD testi sonuçları

İlerleme Hızı (km/h)	Meme Tipi				Genel Ortalama
	Konvansiyonel Albuz ATR	Konvansiyonel Lechler TR	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR	
4.5	0.104 ± 0.014	0.105 ± 0.009	0.127 ± 0.009	0.138 ± 0.016	0.119 ± 0.006 B
7.36	0.136 ± 0.013	0.133 ± 0.016	0.176 ± 0.013	0.184 ± 0.012	0.157 ± 0.008 A
10.32	0.153 ± 0.019	0.142 ± 0.022	0.187 ± 0.011	0.193 ± 0.014	0.169 ± 0.009 A
Genel Ortalama	0.131 ± 0.010B	0.127 ± 0.010B	0.163 ± 0.008A	0.172 ± 0.010A	

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

Konvansiyonel pülverizatörle ilerleme hızının 7.36 km/h olduğu ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu denemelerde 3 farklı hava akımı hızında konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle toprak üzerinde farklı örnekleme noktalarında ölçülen kalıntı miktarlarına ilişkin sonuçlar Çizelge 4.27’de verilmiştir. Bu çizelgede, ağaç

merkezinden uzaklık sütununda yer alan 2.5 m ve 0.3 m ölçüm noktaları ağacın 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 4.29 Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada hava akımı hızına ve meme tipine göre toprak üzerindeki farklı örnekleme noktalarında ölçülen kalıntı miktarları (İlerleme hızı:7.36 km, Basınç: 10 Bar)

Hava Akımı Hızı (m/sn)	Ağaç Merkezinden Uzaklık (m)	Toprak Üzerindeki Kalıntı Miktarı ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	
		Konvansiyonel Albuz ATR	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO
12.6	2.5	0.291	0.225
	0.3	0.150	0.291
	-0.3	0.167	0.238
	-2.5	0.135	0.167
17.7	2.5	0.169	0.176
	0.3	0.242	0.236
	-0.3	0.216	0.270
	-2.5	0.218	0.330
22.3	2.5	0.203	0.225
	0.3	0.266	0.304
	-0.3	0.197	0.274
	-2.5	0.240	0.268

Çizelge 4.29 incelendiğinde, pülverizatör hava akımı hızına ve meme tipine bağlı olarak örnekleme noktalarındaki kalıntı miktarlarının değişimi belirli bir yönde olmamış, bazı hava hızları ve meme tiplerinde ağaç merkezine yakın örnekleme noktalarında (0.3 m ve -0.3 m), bazı hava hızları ve meme tiplerinde ise ağaç merkezinden uzak örnekleme noktalarında (2.5 m ve -2.5 m) kalıntı miktarı daha az ya da daha fazla olmuştur. Hava akım hızının artmasıyla aynı örnekleme noktalarındaki kalıntı miktarları bazen artmış, bazen önce artmış sonra azalmış, bazen de önce azalmış sonra artmıştır. Hava akım hızının 12.6 m/s olduğu koşulda ağaç merkezinden itibaren 2.5 m mesafedeki örnekleme noktası hariç düşük sürüklenmeye sahip Albuz TVI ISO memeye ait kalıntı miktarları konvansiyonel Albuz ATR memeye göre daha yüksek bulunmuştur.

Konvansiyonel pülverizatörle hava akım hızının 17.7 m/s ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu denemelerde ilerleme hızına ve meme tipine göre toprak üzerinde

farklı örnekleme noktalarında ölçülen kalıntı miktarları Çizelge 4.30' da verilmiştir. Çizelge 4.30 incelendiğinde, 4.5 km/h ilerleme hızında ağaç merkezinden 2.5 m ve -2.5 m mesafelerdeki örnekler değerlendirildiğinde, -2.5 m' deki örnek üzerinde düşük sürüklenmeli Lechler ITR memenin bıraktığı kalıntı miktarı hariç tutulduğunda, sıra ortalarında bulunan bu örnekleme noktalarında düşük sürüklenmeli memelerin daha fazla kalıntı bıraktığı söylenebilir. Aynı ilerleme hızında ağaç kanopisi altında bulunan 0.3 m ve -0.3 m örneklerinde, konvansiyonel Albuz ATR memenin 0.3 m mesafedeki örnek üzerinde bıraktığı kalıntı miktarı hariç tutulduğunda, düşük sürüklenmeli memeler konvansiyonel memelere göre daha fazla kalıntı bırakmıştır. İlerleme hızı 7.36 km/h olduğunda ağaç merkezinden 2.5 m ve -0.3 m mesafelerdeki örneklerde konvansiyonel memeler düşük sürüklenmeli memelere göre daha düşük kalıntı miktarına sahiptirler. Örnekleme noktalarından biri olan -2.5 m mesafede düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesinin bıraktığı kalıntı miktarı diğer memelere göre daha yüksek iken, 0.3 m mesafedeki örneklerde ise düşük sürüklenmeli Lechler ITR memenin bıraktığı kalıntı miktarı diğer memelere göre daha yüksek gerçekleşmiştir. İlerleme hızı 10.32 km/h olduğunda ağaç merkezinden itibaren -2.5 m ve -0.3 m mesafedeki örneklerde düşük sürüklenmeli memelerin konvansiyonel memelere göre daha fazla kalıntı miktarına sahip olduğu belirlenmiştir. Örnekleme noktalarından biri olan 2.5 m mesafede düşük sürüklenmeli Lechler ITR memenin kalıntı miktarı diğer memelere göre daha yüksek bulunmuşken, 0.3 m mesafedeki örneklerde konvansiyonel Albuz ATR memenin kalıntı miktarı diğer memelere göre daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.30 Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak toprak üzerinde farklı örnekleme noktalarında ölçülen kalıntı miktarları (Hava akım hızı:17.7 m/s, Basınç:10 bar)

İlerleme Hızı (km/h)	Ağaç Merkezinden Uzaklık (m)	Toprak Üzerindeki Kalıntı Miktarı ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)			
		K. Albuz ATR	K. Lechler TR	D.S. Albuz TVI ISO	D.S. Lechler ITR
4.5	2.5	0.093	0.158	0.227	0.304
	0.3	0.313	0.179	0.243	0.246
	-0.3	0.167	0.152	0.263	0.332
	-2.5	0.120	0.161	0.218	0.034
7.36	2.5	0.169	0.164	0.176	0.261
	0.3	0.242	0.280	0.236	0.295
	-0.3	0.216	0.254	0.270	0.302
	-2.5	0.218	0.069	0.330	0.118
10.32	2.5	0.196	0.252	0.235	0.280
	0.3	0.330	0.242	0.277	0.304
	-0.3	0.217	0.216	0.256	0.268
	-2.5	0.146	0.209	0.301	0.244

Kule tip pülverizatörle hava akım hızının 19.95 m/s ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu çalışma koşullarında konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle 3 farklı ilerleme hızında toprak üzerinde farklı örnekleme noktalarında ölçülen kalıntı miktarlarına ilişkin sonuçlar Çizelge 4.31’ de verilmiştir. Bu çizelge incelendiğinde, 4.5 km/h ilerleme hızında, ağaç merkezinden 2.5 m ve -2.5 m mesafedeki örnekler üzerinde düşük sürüklenmeli memelerin konvansiyonel memelere göre daha fazla kalıntı bıraktığı görülebilir. Aynı ilerleme hızında, ağaç kanopisi altında bulunan 0.3 m mesafedeki örneklerde düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme, -0.3 m mesafedeki örnekler üzerinde ise Lechler ITR meme en yüksek kalıntı miktarını oluşturmuştur. İlerleme hızı 7.36 km/h olduğunda ağaç merkezinden itibaren -2.5 m ve 0.3 m mesafedeki örneklerde düşük sürüklenmeli memelerin konvansiyonel memelere göre daha fazla kalıntı oluşturduğu, 2.5 m ve -0.3 m mesafelerde ise düşük sürüklenmeli Lechler ITR memenin kalıntı miktarının diğer memelere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. İlerleme hızı 10.32 km/h olduğunda ağaç merkezinden 0.3 m mesafede konvansiyonel Albuz ATR memenin kalıntı miktarı hariç düşük sürüklenmeli memelerin konvansiyonel memelere göre daha fazla kalıntı miktarına sahip olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.31 Kule tip pülverizatörle çalışmada ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak toprak üzerinde farklı örnekleme noktalarında ölçülen kalıntı miktarları (Hava akım hızı:19.95 m/s, Basınç:10 bar)

İlerleme Hızı (km/h)	Ağaç Merkezinden Uzaklık (m)	Toprak Üzerindeki Kalıntı Miktarı ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)			
		K. Albuz ATR	K. Lechler TR	D.S. Albuz TVI ISO	D.S. Lechler ITR
4.5	2.5	0.095	0.087	0.131	0.172
	0.3	0.124	0.107	0.129	0.115
	-0.3	0.111	0.126	0.111	0.150
	-2.5	0.087	0.100	0.135	0.115
7.36	2.5	0.164	0.109	0.160	0.228
	0.3	0.144	0.166	0.173	0.179
	-0.3	0.123	0.166	0.158	0.181
	-2.5	0.113	0.088	0.214	0.148
10.32	2.5	0.192	0.146	0.218	0.215
	0.3	0.186	0.126	0.178	0.158
	-0.3	0.138	0.132	0.178	0.221
	-2.5	0.098	0.164	0.175	0.178

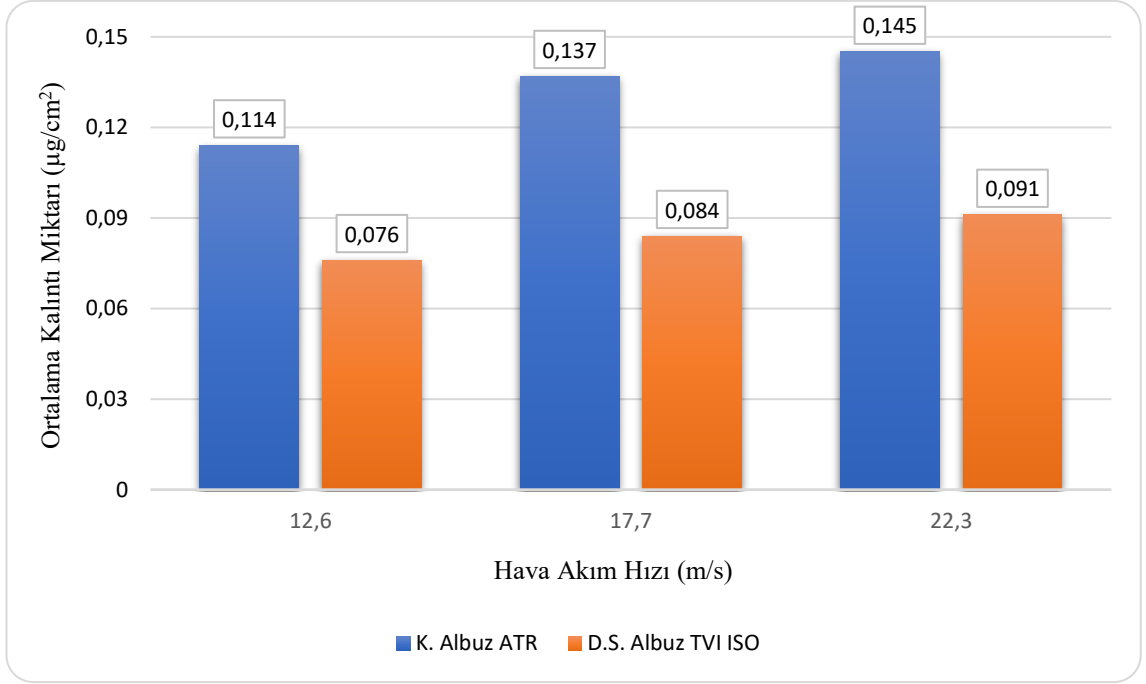
Konvansiyonel ve kule tip pülverizatörlerle farklı ilerleme hızları ve farklı meme tipleriyle yapılan çalışmalarda toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarı değerleri Çizelge 4.32’de karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Çizelge 4.32 incelendiğinde, tüm çalışma koşullarında konvansiyonel pülverizatörün toprak üzerinde oluşturduğu kalıntı miktarı değerlerinin kule pülverizatörüne göre daha yüksek olduğu görülebilir. İlerleme hızı ve meme tipine bağlı olarak konvansiyonel pülverizatörün toprak üzerinde oluşturduğu kalıntı miktarı değerleri $0.173 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ile $0.274 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ arasında, kule pülverizatörün toprak üzerinde oluşturduğu kalıntı miktarı değerleri ise $0.104 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ile $0.193 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ arasında değişmiştir. Tüm memelerin ortalaması esas alındığında konvansiyonel ve kule tip pülverizatörlerin toprak üzerinde oluşturduğu kalıntı miktarı değerleri; ilerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda sırasıyla $0.205 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve $0.119 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, ilerleme hızının 7.36 km/h olduğu koşulda sırasıyla $0.225 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve $0.157 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, ilerleme hızının 10.32 km/h olduğu koşulda ise sırasıyla $0.248 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve $0.169 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak belirlenmiştir. Toprak üzerindeki kalıntı miktarı genel ortalama değerlerine bakıldığında, konvansiyonel pülverizatörün toprak üzerinde oluşturduğu kalıntı miktarının ($0.226 \mu\text{g}/\text{cm}^2$) kule pülverizatörün toprak üzerinde oluşturduğu kalıntı miktarına ($0.148 \mu\text{g}/\text{cm}^2$) göre %52.70 daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.32 Konvansiyonel ve kule tip pülverizatörlerle çalışmada ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarlarının karşılaştırılması

İlerleme Hızı (km/h)	Meme Tipi	Toprak üzerindeki kalıntı miktarı ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	
		Konvansiyonel	Kule
4.5	Konvansiyonel Albuz ATR	0.173	0.104
	Konvansiyonel Lechler TR	0.179	0.105
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	0.238	0.127
	Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR	0.229	0.138
	Ortalama	0.205	0.119
7.36	Konvansiyonel Albuz ATR	0.211	0.136
	Konvansiyonel Lechler TR	0.192	0.133
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	0.253	0.176
	Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR	0.244	0.184
	Ortalama	0.225	0.157
10.32	Konvansiyonel Albuz ATR	0.222	0.153
	Konvansiyonel Lechler TR	0.230	0.142
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	0.267	0.187
	Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR	0.274	0.193
	Ortalama	0.248	0.169
	Genel Ortalama	0.226	0.148

4.6 Konvansiyonel ve Kule Tip Pülverizatörlerle Çalışmada Meme Tipinin, Hava Akım Hızının ve İlerleme Hızının Sürüklenmeyle Nedeniyle Gerçekleşen İlaç Kayıplarına Etkisi

Konvansiyonel pülverizatörle ilerleme hızının 7.36 km/h ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu çalışma koşullarında hava akım hızına bağlı olarak konvansiyonel Albuz ATR ve düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memeleri ile bodur elma ağaçlarına yapılan uygulamalarda hava örnekleme yapılan direklerde 6 farklı ölçme noktasında (yerden itibaren 1 m yükseklikten başlayarak ve 1 m aralıklarla) sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarları ölçülmüş olup ortalama kalıntı miktarları Şekil 4.7’ de gösterilmiştir.



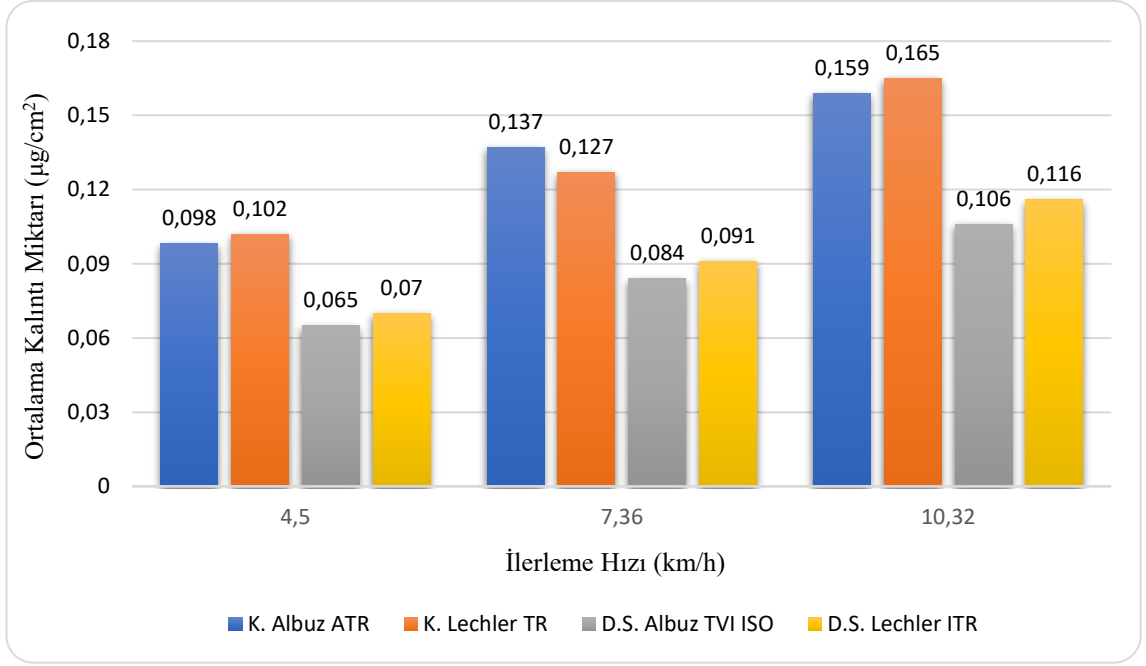
Şekil 4.7 Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada hava akım hızına ve meme tipine bağlı olarak sürüklenmeye oluşan kalıntı miktarları (İlerleme hızı: 7.36 km/h, Basınç: 10 bar)

Şekil 4.7 incelendiğinde, konvansiyonel pülverizatörle çalışmada hava akım hızının artmasıyla hem düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesi hem de konvansiyonel Albuz ATR memesi tarafından havaya sürüklenme yoluyla oluşan kalıntı miktarının arttığı görülmektedir. Konvansiyonel Albuz ATR meme ile hava akım hızının 12.6 m/s olduğu çalışma koşulunda sürüklenme yoluyla hava direklerinde ölçülen ortalama kalıntı miktarı $0.114 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ iken bu değer 17.7 m/s hava akımı hızında $0.137 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ değerine, 22.3 m/s hava akımı hızında ise $0.145 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ değerine yükselmiştir. Bu sonuçlar, konvansiyonel Albuz ATR meme ile çalışmada hava akım hızının 12.6 m/s' den 22.3 m/s' ye yükselmesiyle sürüklenen kalıntı miktarının %27.2 oranında arttığını göstermektedir. Düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile hava akımı hızının 12.6 m/s olduğu çalışma koşulunda sürüklenme yoluyla hava direklerinde ölçülen ortalama kalıntı miktarı $0.076 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ iken bu değer 17.7 m/s hava akımı hızında $0.084 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ değerine, 22.3 m/s hava akımı hızında ise $0.091 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ değerine yükselmiştir. Bu sonuçlara göre, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile çalışmada hava akımı hızının 12.6 m/s' den 22.3 m/s' ye artmasıyla sürüklenen kalıntı miktarının %19.74 oranında arttığı söylenebilir.

Şekil 4.7’de verilen sonuçlar meme tipine göre değerlendirildiğinde, konvansiyonel pülverizatörün tüm hava akımı hızlarında konvansiyonel Albuz ATR memeye ait sürüklenen kalıntı miktarının düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesine göre daha fazla olduğu anlaşılmıştır. Hava akım hızının 12.6 m/s olduğu koşulda konvansiyonel Albuz ATR meme ile havaya sürüklenen ortalama kalıntı miktarı düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesine göre %50 daha yüksek, hava akım hızının 17.7 m/s olduğu koşulda %63.1 daha yüksek ve hava akım hızının 22.3 m/s olduğu koşulda ise %59.3 daha yüksektir.

Pülverizatör hava akım hızının artmasıyla hem konvansiyonel ve hem de düşük sürüklenmeli memelerde havaya sürüklenen kalıntı miktarının artmasına ilişkin elde edilen sonuç literatürle benzerlik göstermektedir. Doruchowski vd. (1996a ve 1996b), Cross vd. (1997), Pezzi ve Rondelli (2000), Landers (2011a ve 2011b), Balsari ve Marucco (2014) gibi farklı araştırmacılar, konvansiyonel aksiyal fanlı yardımcı hava akımlı pülverizatörlerle yaptıkları çalışmalar sonunda pülverizatör hava akım hızındaki artışın havaya sürüklenme yoluyla oluşan ilaç kayıplarını artırdığını bildirmişlerdir.

Konvansiyonel pülverizatörle hava akım hızının 17.7 m/s ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu çalışma koşullarında 3 farklı ilerleme hızında konvansiyonel (Albuz ATR ve Lechler TR) memeler ve düşük sürüklenmeli (Albuz TVI ISO ve Lechler ITR) memeler kullanılarak bodur elma ağaçlarına yapılan uygulamalarda sürüklenmeyle oluşan ortalama kalıntı miktarları Şekil 4.8’ de verilmiştir.



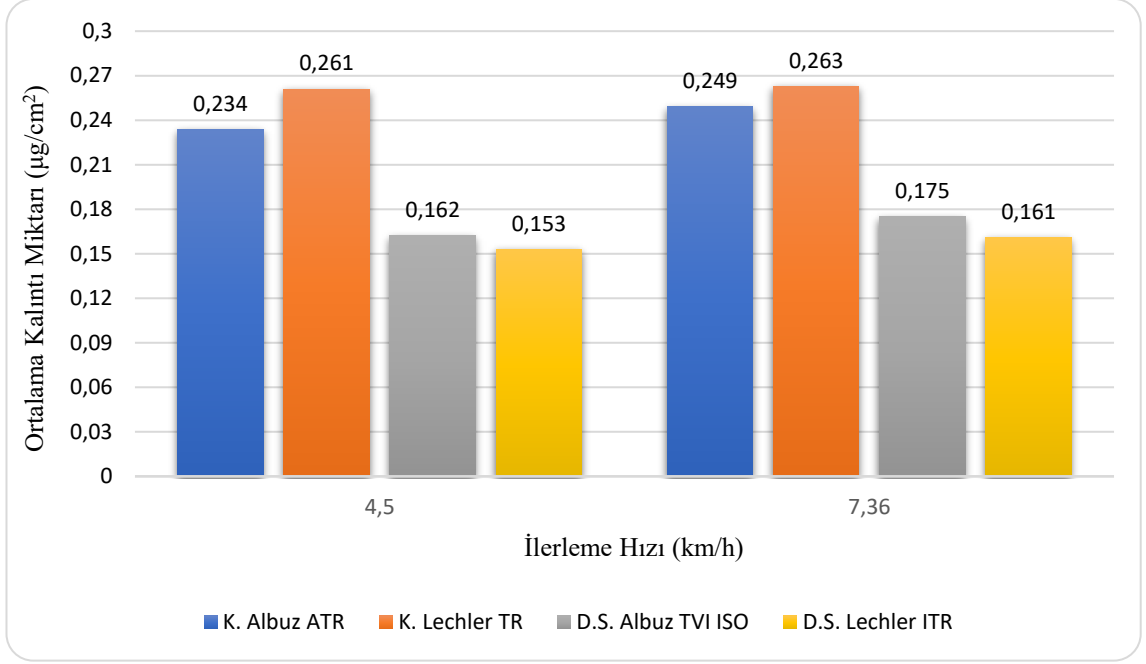
Şekil 4.8 Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada pülverizatör ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak sürüklenmeyle oluşan ortalama kalıntı miktarları (Hava akımı hızı: 17.7 m/s, Basınç:10 bar)

Şekil 4.8’ de görüldüğü gibi konvansiyonel pülverizatörle çalışmada ilerleme hızının artmasıyla hem konvansiyonel ve hem de düşük sürüklenmeli memelerde havaya sürüklenme yoluyla oluşan kalıntı miktarları artmıştır. İlerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda sürüklenmeyle oluşan ortalama kalıntı miktarı konvansiyonel Albuz ATR memesi için $0.098 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, konvansiyonel Lechler TR meme için $0.102 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme için $0.065 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR meme için $0.07 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak belirlenmiştir. İlerleme hızının 7.36 km/h olduğu çalışma koşulunda sürüklenmeyle oluşan ortalama kalıntı miktarı konvansiyonel Albuz ATR meme için $0.137 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, konvansiyonel Lechler TR meme için $0.127 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme için $0.084 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR meme için $0.091 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ bulunmuştur. İlerleme hızının 10.32 km/h olduğu koşulda ise sürüklenmeyle oluşan ortalama kalıntı miktarı konvansiyonel Albuz ATR meme için $0.159 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, konvansiyonel Lechler TR meme için $0.165 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme için $0.106 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR meme için $0.116 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak ölçülmüştür. İlerleme hızının 4.5 km/h’ den 10.3 km/h’ e çıkmasıyla konvansiyonel Albuz ATR memede sürüklenme yoluyla oluşan kalıntı

miktarı %62.25, konvansiyonel Lechler TR memede %61.76, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memede %63.08 ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memede %65.71 oranında artmıştır.

Şekil 4.8’de verilen sürüklenen kalıntı miktarları meme tipine bağlı olarak değerlendirildiğinde, konvansiyonel pülverizatörle tüm ilerleme hızlarında konvansiyonel memeler ile oluşan sürüklenme kayıplarının düşük sürüklenmeli memelere göre daha fazla olduğu söylenebilir. İlerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda sürüklenmeyle oluşan en yüksek kalıntı miktarı konvansiyonel Lechler TR memeye ait olup en düşük kalıntı miktarına sahip düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesine göre %56.92 oranında daha yüksektir. Sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarı açısından diğer konvansiyonel meme olan Albuz ATR meme ile düşük sürüklenmeli Lechler ITR meme arasındaki fark ise %40 olarak gerçekleşmiştir. İlerleme hızının 7.36 km/h olduğu koşulda konvansiyonel Albuz ATR memenin sürüklenmeyle oluşturduğu kalıntı miktarı en yüksek olup en düşük kalıntı miktarına sahip düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memeye göre %63.1 daha yüksektir. Diğer konvansiyonel meme olan Lechler TR meme ile düşük sürüklenmeli Lechler ITR memelerinin sürüklenmeyle oluşturdukları kalıntı miktarları arasındaki fark ise %39.6’ dır. İlerleme hızının 10.32 km/h olduğu koşulda konvansiyonel Lechler TR memenin sürüklenmeyle oluşturduğu kalıntı miktarı en yüksek olup en düşük kalıntı miktarına sahip düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memeye göre %55.7 daha yüksektir. Diğer konvansiyonel meme olan Albuz ATR memesinin sürüklenmeyle oluşturduğu kalıntı miktarı ile düşük sürüklenmeli Lechler ITR memenin sürüklenmeyle oluşturduğu kalıntı miktarı arasındaki fark ise %37.1 olarak gerçekleşmiştir. Genel bir değerlendirme yapılacak olursa konvansiyonel pülverizatörle çalışmada ilerleme hızına bağlı olarak konvansiyonel memelerle havaya sürüklenen kalıntı miktarlarının düşük sürüklenmeli memelerle göre %37.1 ile %63.1 arasında daha yüksek olduğu söylenebilir.

Kule tip pülverizatörle hava akımı hızının 19.95 m/s ve basıncın 10 bar olduğu çalışma koşulunda pülverizatör ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak havaya sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarları Şekil 4.9’da verilmiştir. Kule pülverizatörle 10.32 km/h’lik ilerleme hızında hava örnekleme yapılan direklerde bulunan filtre kağıtlarında kalıntı oluşmadığı için spektrofotometrede herhangi bir değer elde edilememiştir.



Şekil 4.9 Kule tip pülverizatörle çalışmada ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak havaya sürüklenmeye oluşan kalıntı miktarları (Hava akımı hızı: 19.95 m/s, Basınç:10 bar)

Şekil 4.9’ da görüldüğü gibi kule tip pülverizatörle çalışmada ilerleme hızının 4.5 km/h’den 7.36 km/h’e çıkmasıyla hem konvansiyonel ve hem de düşük sürüklenmeli memelerde havaya sürüklenme yoluyla oluşan kalıntı miktarlarında belirli oranda bir artış olmakla beraber bu artış oranları düşük seviyededir. İlerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda sürüklenmeye oluşan ortalama kalıntı miktarı konvansiyonel Albuz ATR meme ile $0.234 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, konvansiyonel Lechler TR meme ile $0.261 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile $0.162 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR meme ile $0.153 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak belirlenmiştir. İlerleme hızının 7.36 km/h olduğu koşulda sürüklenen kalıntı miktarı konvansiyonel Albuz ATR meme ile $0.249 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, konvansiyonel Lechler TR meme ile $0.263 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile $0.175 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR meme ile $0.161 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ’ dir. İlerleme hızının 4.5 km/h’ den 7.36 km/h’ e artmasıyla konvansiyonel Albuz ATR memede sürüklenen kalıntı miktarı %6.4, konvansiyonel Lechler TR memede %0.7, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memede %8.02 ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memede %5.23 oranında artmıştır.

Şekil 4.9’da kule pülverizatörle çalışmada havaya sürüklenen kalıntı miktarları meme tipine bağlı olarak değerlendirildiğinde, her iki ilerleme hızında da konvansiyonel memeler ile havaya sürüklenen kalıntı miktarının yani sürüklenme kayıplarının düşük sürüklenmeli memelere göre daha fazla olduğu görülmektedir. İlerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda sürüklenmeyle oluşan en yüksek kalıntı miktarı konvansiyonel Lechler TR memeye ait olup en düşük kalıntı miktarına sahip düşük sürüklenmeli Lechler ITR memeye göre %70.6 oranında daha yüksektir. Diğer konvansiyonel meme olan Albuz ATR memeye ait kalıntı miktarı ise düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesine göre %44.44 daha yüksektir. İlerleme hızının 7.36 km/h olduğu koşulda sürüklenmeyle oluşan en yüksek kalıntı miktarı konvansiyonel Lechler TR memeye ait olup düşük sürüklenmeli Lechler ITR memeye göre %63.4 daha yüksek gerçekleşmiştir. Diğer konvansiyonel Albuz ATR memenin sürüklenmeyle oluşturduğu kalıntı miktarı ise düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesine göre %54.66 oranında daha yüksektir. Kısaca, kule pülverizatörle çalışmada konvansiyonel memelerin oluşturduğu sürüklenme kayıpları düşük sürüklenmeli memelere göre %44.44 ile %70.6 arasında daha fazla bulunmuştur.

Konvansiyonel ve kule tip pülverizatörlerle çalışmada, ilerleme hızının artmasıyla hem konvansiyonel memeler hem de düşük sürüklenmeli memeler kullanılarak yapılan denemelerde havaya sürüklenen kalıntı miktarının artmasına ilişkin bulunan sonuç, bazı araştırmacıların elde ettikleri sonuçlarla uyumlu iken, bazılarıyla uyumsuzluk göstermektedir. Salyani vd. (2009), farklı ilerleme hızlarında yaptığı çalışmada havaya sürüklenen kalıntı miktarının en yüksek ilerleme hızında en fazla olduğunu açıklamışlardır. Douzals (2012), pülverizatör ilerleme hızındaki artışın havaya sürüklenen kalıntı miktarını artırdığını, ayrıca tüm ilerleme hızlarında düşük sürüklenmeli memelerin havaya sürüklenme yoluyla oluşturdukları kalıntı miktarının konvansiyonel memelerden daha az olduğunu belirtmiştir. Buna zıt olarak Landers (2011b), erken gelişme döneminde pülverizatör ilerleme hızının artmasıyla havaya sürüklenen kalıntı miktarının azaldığını bildirmiştir. Salyani vd. (2009), turuncgillerde yaptığı ilaç uygulamalarında düşük ilerleme hızlarında havaya sürüklenme potansiyelinin yüksek ilerleme hızına göre daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Konvansiyonel pülverizatörle ilerleme hızının 7.36 km/h ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu çalışma koşullarında, 3 farklı hava akımı hızında konvansiyonel Albuz ATR, konvansiyonel Lechler TR, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memeleri ile bodur elma ağaçlarına yapılan uygulamalarda hava örnekleme yapılarak direk yüksekliği boyunca 6 farklı ölçme noktasında (yerden itibaren 1 m yükseklikte başlayarak ve 1 m aralıklarla) ölçülen kalıntı miktarları Çizelge 4.33’ de verilmiştir.

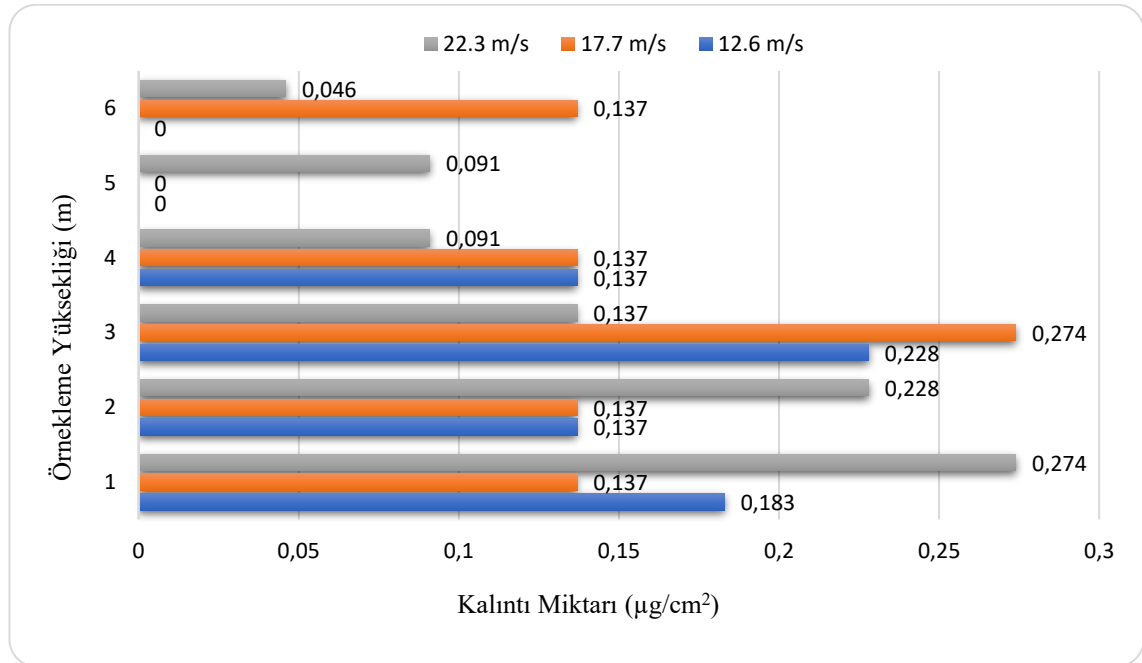
Çizelge 4.33 Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada hava akım hızına ve meme tipine göre sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarının örnekleme yüksekliğine göre değişimi (İlerleme hızı 7.36 km/h, Basınç: 10 Bar)

Hava Akım 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
12.6	Konvansiyonel Albuz ATR	0.183	0.137	0.228	0.137	-	-
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	0.228	0.137	0.046	0.046	-	-
17.7	Konvansiyonel Albuz ATR	0.137	0.137	0.274	0.137	-	0.137
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	0.137	0.091	0.137	0.091	0.046	-
22.3	Konvansiyonel Albuz ATR	0.274	0.228	0.137	0.091	0.091	0.046
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	0.183	0.183	0.091	0.046	0.046	-

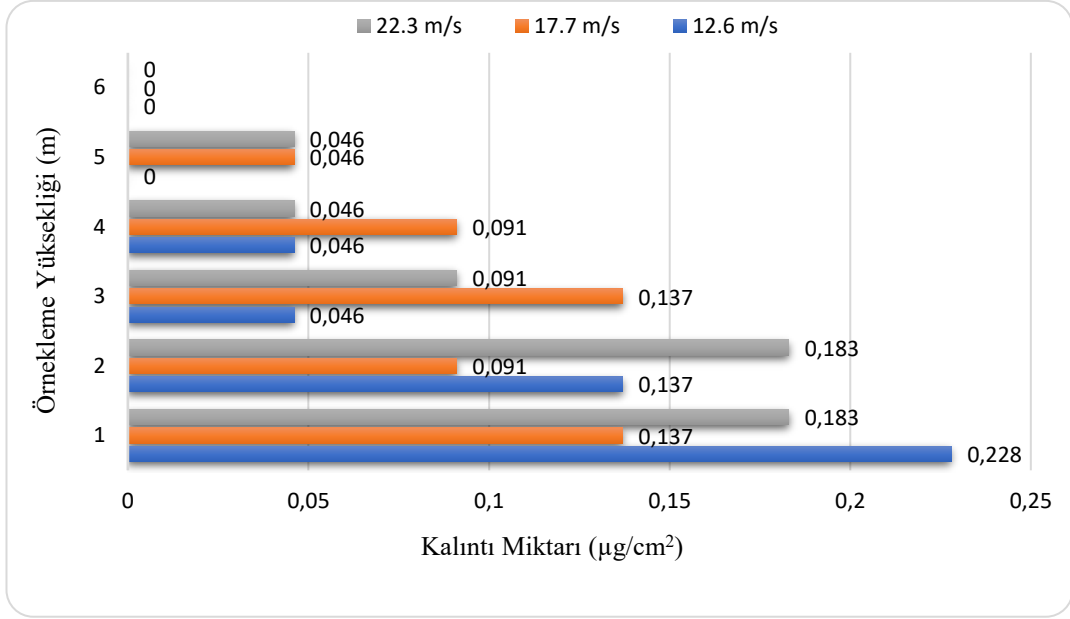
Çizelge 4.33 incelendiğinde, konvansiyonel pülverizatörle 12.6 m/s hava akımı hızında konvansiyonel Albuz ATR memede sürüklenmeyle oluşan en yüksek kalıntı miktarı 3. m’de elde edilirken 5. ve 6. m’deki örnekleme yüzeylerinde kalıntı oluşmamıştır. Düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile en yüksek kalıntı miktarı 1. m’de elde edilmiş ve yine 5. ve 6. m’deki örnekleme yüzeylerinde kalıntı ölçülememiştir. Hava akım hızının 17.7 m/s olduğu koşulda en yüksek kalıntı miktarı 3. m’de ölçülmüş, diğer ölçüm yüksekliklerindeki (1.m, 2.m, 4.m ve 5.m) kalıntı miktarları birbirine eşit bulunmuş, 5. m yükseklikte ise kalıntı ölçümü yapılamamıştır. Düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile en yüksek kalıntı miktarları 1. ve 3. m’deki ölçüm noktalarında elde edilmiş, en düşük kalıntı miktarı 5. m yükseklikte ölçülmüş, 6. m’de ise ölçülecek miktarda kalıntı bulunamamıştır. Hava akım hızının 22.3 m/s olduğu koşulda konvansiyonel Albuz ATR memesi ile en yüksek kalıntı miktarı 1. m yükseklikte ölçülmüş, ölçüm yüksekliği arttıkça sürüklenme ile oluşan kalıntı miktarlarının azaldığı görülmüştür. Düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesi ile en yüksek kalıntı miktarları 1. ve 2. m’deki ölçüm

noktalarında elde edilmiş, ölçüm yüksekliği arttıkça kalıntı miktarı azalmış ve en yüksekteki ölçüm noktası olan 6.m mesafede ise kalıntıya rastlanılmamıştır.

Konvansiyonel pülverizatörde konvansiyonel Albuz ATR ve düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memelerinde hava akımı hızına bağlı olarak farklı örnekleme yüksekliklerindeki kalıntı miktarı değişimleri ayrıca Şekil 4.10 ve Şekil 4.11’de verilmiştir. Şekil 4.10 ve 4.11 incelendiğinde de genellikle en yüksek kalıntı miktarlarının 1., 2. ve 3. m ölçüm noktalarında elde edildiği, 4., 5. ve 6.m’deki ölçüm noktalarında ölçülen kalıntı miktarının azaldığı ya da kalıntı ölçülemediği görülmektedir.



Şekil 4.10 Konvansiyonel pülverizatörde konvansiyonel Albuz ATR meme ile farklı hava akım hızlarında sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarlarının örnekleme yüksekliğine göre değişimi (İlerleme Hızı:7.36 km/h, Basınç:10 Bar)



Şekil 4.11 Konvansiyonel pülverizatörde düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile farklı hava akım hızlarında çalışmada sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarlarının örnekleme yüksekliğine göre değişimi (İlerleme Hızı:7.36 km/h, Basınç:10 Bar)

Konvansiyonel pülverizatörde havaya sürüklenen kalıntı miktarına hava akım hızı ve meme tipinin etkileri istatistiksel olarak değerlendirilmiş olup, yapılan varyans analizi sonunda hava akım hızı ve meme tipinin etkisi önemsiz bulunmuştur. (Çizelge 4.34).

Çizelge 4.34 Hava akım hızı ve meme tipinin havaya olan sürüklenmeye olan etkilerini gösteren varyans analiz tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F Derecesi	Olasılık Derecesi
Tekrar (Ağaç)	2	0.03582707	0.7465	0.4777
Meme	1	0.06278433	2.6165	0.1103
Hava Akım Hızı	2	0.00973940	0.2029	0.8168
Direk Noktaları	5	0.41409829	3.4514	0.0076*
Meme*Hava Akım Hızı	2	0.00139134	0.0290	0.9714
Meme*Direk Noktaları	5	0.04260986	0.3551	0.8773
Hava Akım Hızı*Direk Noktaları	10	0.10713337	0.4465	0.9179
Meme*Hava Akım Hızı*Direk Noktaları	10	0.05287101	0.2203	0.9936

Konvansiyonel pülverizatörle hava akım hızınının 17.7 m/s ve çalışma basıncınının 10 bar olarak sabit tutulduğu çalışma koşullarında, 3 farklı ilerleme hızında konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memeler kullanılarak bodur elma ağaçlarına yapılan uygulamalarda

örnekleme yüksekliği boyunca sürüklenme yoluyla oluşan kalıntı miktarlarına ilişkin sonuçlar Çizelge 4.35’ de verilmiştir.

Çizelge 4.35 Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarlarının örnekleme yüksekliğine göre değişimi (Hava hızı:17.7 m/s, Basınç:10 Bar)

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	Kon. Albuz ATR	0.139	0.084	0.028	0.167	0.167	-
	Kon. Lechler TR	0.122	0.092	0.184	0.092	0.031	0.092
	D.S. Albuz TVI ISO	0.084	0.111	0.056	0.084	0.028	0.028
	D.S. Lechler ITR	0.084	0.168	0.084	0.056	0.028	-
7.36	Kon. Albuz ATR	0.137	0.137	0.274	0.137	-	0.137
	Kon. Lechler TR	0.152	0.152	0.152	-	0.152	0.152
	D.S. Albuz TVI ISO	0.137	0.091	0.137	0.091	0.046	-
	D.S. Lechler ITR	0.183	0.137	0.091	0.046	0.091	-
10.32	Kon. Albuz ATR	0.381	0.191	0.127	0.064	0.191	-
	Kon. Lechler TR	0.283	0.212	0.071	0.212	-	0.212
	D.S. Albuz TVI ISO	0.254	0.127	0.064	0.127	0.064	-
	D.S. Lechler ITR	0.191	0.191	0.127	0.191	-	-

Çizelge 4.35 incelendiğinde, pülverizatör ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak sürüklenmeyle farklı örnekleme yüksekliklerinde toplanan kalıntı miktarlarının oldukça değişkenlik gösterdiği, 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 Albuz ATR memede 6. m’ de kalıntı ölçülemedi, en yüksek kalıntı miktarı ise 4. ve 5. m’ de $0.167 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak ölçülmüştür. Konvansiyonel Lechler TR memede en düşük kalıntı miktarı 5. m’ de $0.031 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, en yüksek kalıntı miktarı 3. m’ de $0.184 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak ölçülmüştür. Düşük sürüklenmeli Albuz ATR memede en düşük kalıntı miktarı 5. ve 6. m’ de $0.028 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, en yüksek kalıntı miktarı 2. m’ de $0.111 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak belirlenmiştir. Düşük sürüklenmeli Lechler ITR memede 6. m’ de kalıntı ölçülemedi iken, en yüksek kalıntı miktarı 2. m’ de $0.168 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak ölçülmüştür. İlerleme hızı 7.36 km/h olduğunda konvansiyonel Albuz ATR memede 5. m’ de kalıntı ölçümü yapılamamış iken, en yüksek kalıntı miktarı 3. m’ de $0.274 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak ölçülmüştür. Konvansiyonel Lechler TR memede 4. m’ de kalıntı ölçülemedi iken, diğer tüm ölçüm noktalarında $0.152 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak ölçülmüştür. Düşük sürüklenmeli Albuz ATR memede 6. m’ de kalıntı ölçülemedi iken, en yüksek kalıntı miktarı 1. ve

3. m' de 0.137 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak ölçülmüştür. Düşük sürüklenmeli Lechler ITR memede yine 6. m' de kalıntı ölçülemedi iken, en yüksek kalıntı miktarı 1. m' de 0.183 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak ölçülmüştür. İlerleme hızı 10.32 km/h olduğunda, konvansiyonel Albuz ATR memede 6. m' de kalıntı ölçülemedi, en yüksek kalıntı miktarı ise 1. m' de 0.381 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak ölçülmüştür. Konvansiyonel Lechler TR memede 5. m' de kalıntı ölçülemedi, en yüksek kalıntı miktarı 1. m' de 0.283 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak bulunmuştur. Düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memede 6. m' de kalıntı ölçülemedi, en yüksek kalıntı miktarı 1. m' de 0.254 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak ölçülmüştür. Düşük sürüklenmeli Lechler ITR memede ise 5. ve 6. m' deki ölçüm noktalarında kalıntı ölçülemedi, en yüksek kalıntı miktarı 1., 2. ve 4. m' de 0.191 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak ölçülmüştür.

Kule tip pülverizatörle hava akımı hızının 19.95 m/s ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu çalışma koşullarında, 3 farklı ilerleme hızında konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli meme tipleriyle bodur elma ağaçlarına yapılan uygulamalarda örnekleme yüksekliğine bağlı olarak sürüklenme yoluyla oluşan kalıntı miktarlarına ilişkin sonuçlar Çizelge 4.36' da verilmiştir. İlerleme hızının 10.32 km/h olduğu çalışma koşulunda hava örnekleme direklerindeki ölçüm noktalarında kalıntı toplanmadığı için ölçüm yapılamadığından bu çizelgede verilememiştir.

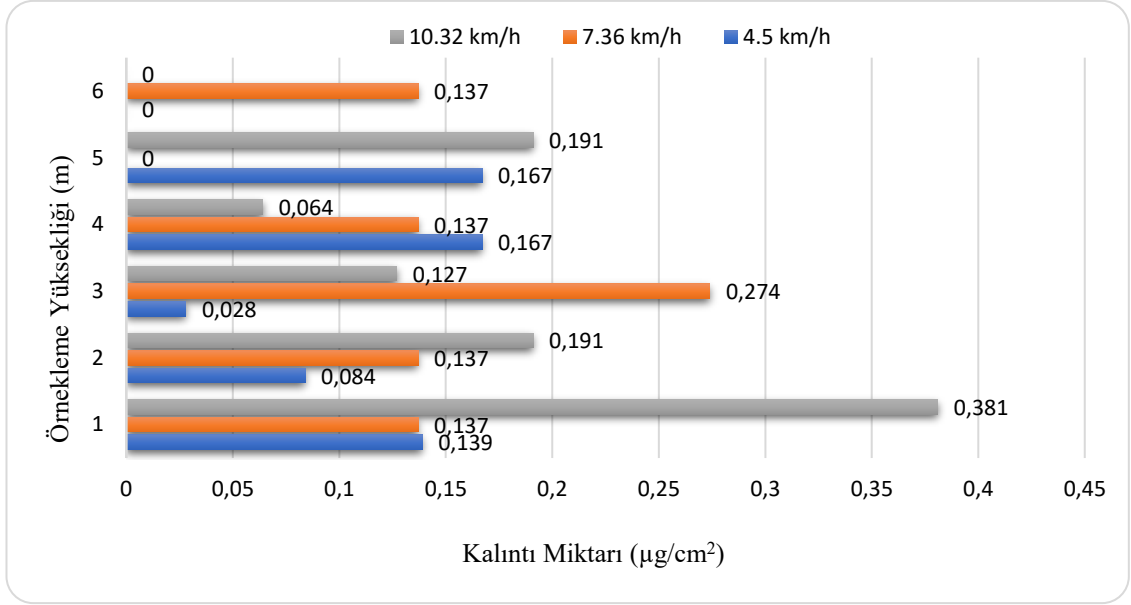
Çizelge 4.36 Kule tip pülverizatörle çalışmada ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarlarının örnekleme yüksekliğine göre değişimi (Hava hızı:17.7 m/s, Basınç:10 Bar)

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	Kon. Albuz ATR	0.404	0.323	0.162	0.243	0.135	0.135
	Kon. Lechler TR	0.593	0.404	0.243	0.162	0.108	0.054
	D.S. Albuz TVI ISO	0.458	0.377	0.054	0.054	0.027	-
	D.S. Lechler ITR	0.296	0.216	0.189	0.108	0.108	-
7.36	Kon. Albuz ATR	0.570	0.263	0.175	0.219	0.175	0.088
	Kon. Lechler TR	0.658	0.351	0.263	0.219	0.088	-
	D.S. Albuz TVI ISO	0.482	0.219	0.219	0.088	0.044	-
	D.S. Lechler ITR	0.439	0.263	0.219	0.044	-	-

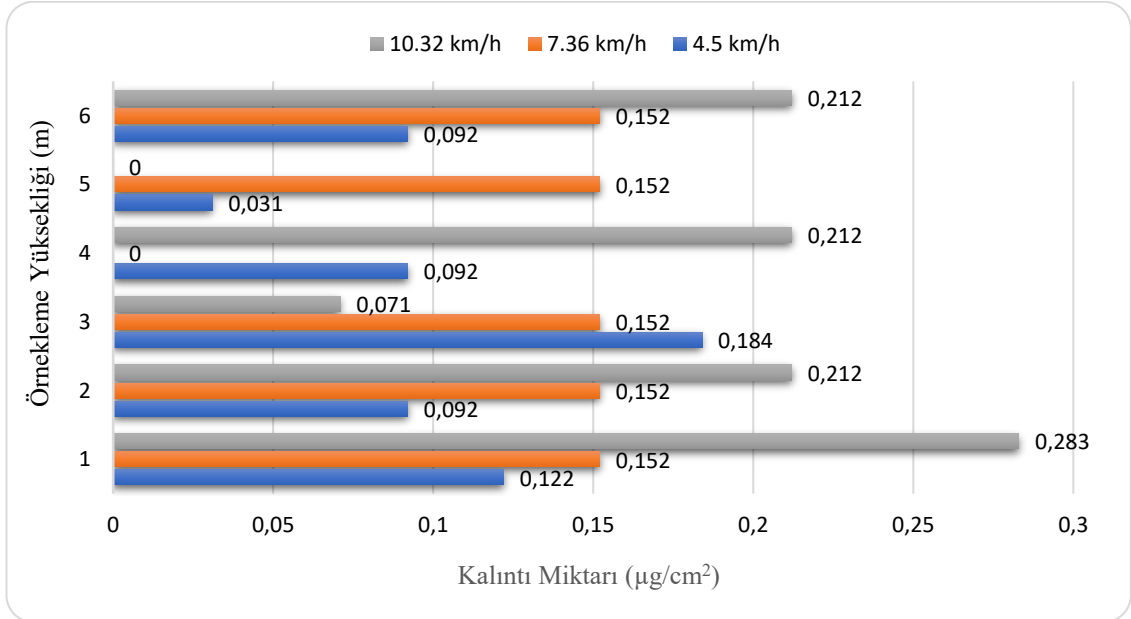
Çizelge 4.36 incelendiğinde kule pülverizatörle iki farklı ilerleme hızında konvansiyonel memelere ait kalıntı miktarlarının bazı örnekleme yüksekliklerinde düşük sürüklenmeli

memelere göre daha yüksek, bazı örnekleme yüksekliklerinde ise daha düşük olduğu görülebilir. Konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerde ilerleme hızının artmasıyla farklı örnekleme yüksekliklerindeki kalıntı miktarları genel olarak artmış, fakat bazı örnekleme yüksekliklerinde azalmıştır. İlerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda konvansiyonel Albuz ATR memede en düşük kalıntı miktarı 5. ve 6. m' de 0.135 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, en yüksek kalıntı miktarı 1. m' de 0.404 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak ölçülmüştür. Konvansiyonel Lechler TR memede en düşük kalıntı miktarı 6. m' de 0.054 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, en yüksek kalıntı miktarı 1. m' de 0.593 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak elde edilmiştir. Düşük sürüklenmeli Albuz ATR memede 6. m' de kalıntı ölçülememiş olup en yüksek kalıntı miktarı 1. m' de 0.458 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak bulunmuştur. Düşük sürüklenmeli Lechler ITR memede ise yine 6. m' de kalıntı ölçülememiş, en yüksek kalıntı miktarı 1. m' de 0.296 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ölçülmüştür. İlerleme hızının 7.36 km/h olduğu koşulda konvansiyonel Albuz ATR memede en düşük kalıntı miktarı 6. m' de 0.088 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, en yüksek kalıntı miktarı 1. m' de 0.570 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak ölçülmüştür. Konvansiyonel Lechler TR memede en düşük kalıntı miktarı 6. m' de kalıntı ölçülememiş, en yüksek kalıntı miktarı 1. m' de 0.658 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak ölçülmüştür. Düşük sürüklenmeli Albuz ATR memede 6. m' de kalıntı ölçülememiş iken en yüksek kalıntı miktarı 1. m' de 0.482 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak ölçülmüştür. Düşük sürüklenmeli Lechler ITR memede 5. ve 6. m' deki örnekleme noktalarında kalıntı ölçülememiş olup, en yüksek kalıntı miktarı ise 1. m' de 0.439 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak ölçülmüştür. İlerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak farklı örnekleme yüksekliklerinde elde edilen kalıntı miktarları genel olarak değerlendirildiğinde, örnekleme yüksekliği arttıkça kalıntı miktarının genel olarak azaldığı, ancak bazı çalışma koşullarında artma azalma şeklinde değişimler de olduğu söylenebilir.

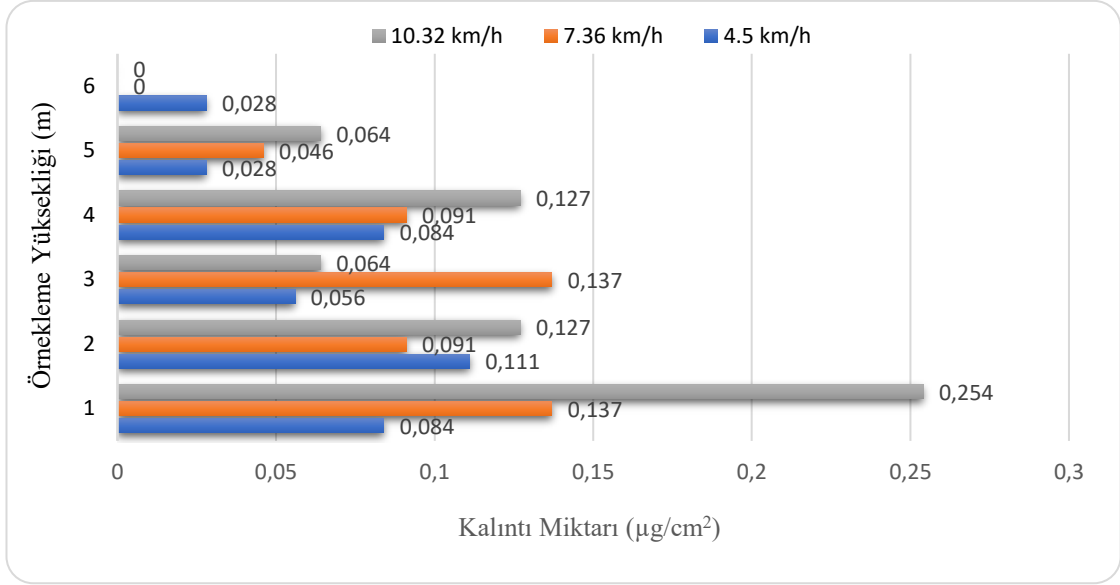
Konvansiyonel pülverizatörle havaya sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarlarının ilerleme hızına ve meme tipine göre değişimleri Şekil 4.14, Şekil 4.15, Şekil 4.16 ve Şekil 4.17'de ayrı ayrı verilmiştir. Şekiller incelendiğinde hem konvansiyonel memelerde hem de düşük sürüklenmeli memelerde genel olarak örnekleme yüksekliklerinin çoğunda toplanan kalıntı miktarlarının en yüksek ilerleme hızı olan 10.32 km/h'de elde edildiği, en düşük ilerleme hızı olan 4.5 km/h hızda ise genellikle en düşük kalıntı miktarlarının elde edildiği söylenebilir.



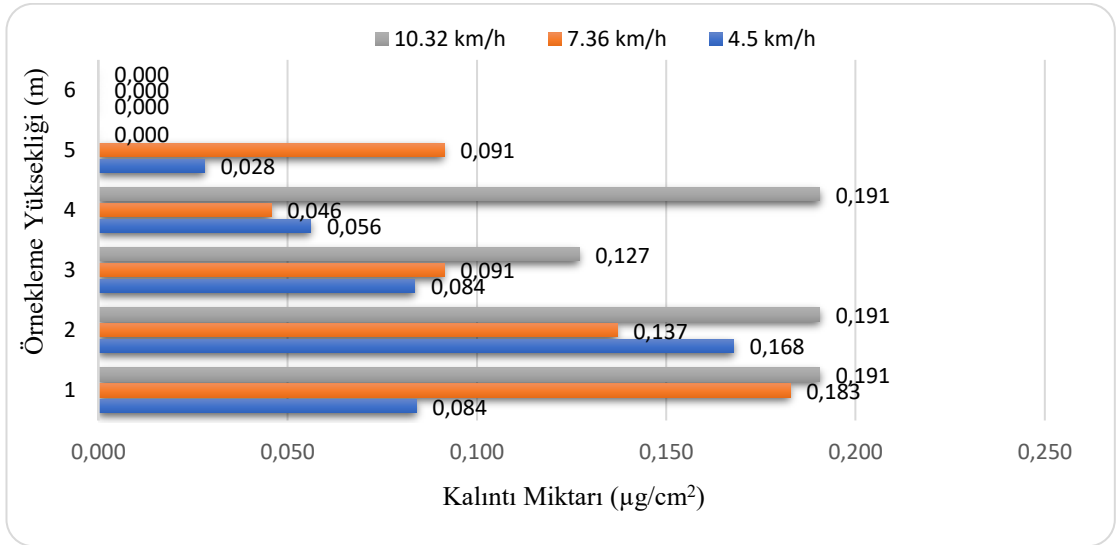
Şekil 4.12 Konvansiyonel pülverizatör ve konvansiyonel Albuz ATR meme ile çalışmada farklı ilerleme hızlarında sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarlarının örnekleme yüksekliğine göre değişimi (Hava akım hızı: 17.7 m/s, Basınç:10 Bar)



Şekil 4.13 Konvansiyonel pülverizatör ve konvansiyonel Lechler TR meme ile çalışmada farklı ilerleme hızlarında sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarlarının örnekleme yüksekliğine göre değişimi (Hava akım hızı: 17.7 m/s, Basınç:10 Bar)



Şekil 4.14 Konvansiyonel pülverizatör ve düşük sürüklenmeli Albus TVI ISO meme ile çalışmada farklı ilerleme hızlarında sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarlarının örneklemme yüksekliğine göre değişimi (Hava akım hızı: 17.7 m/s, Basınç: 10 Bar)



Şekil 4.15 Konvansiyonel pülverizatör ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR meme ile çalışmada farklı ilerleme hızlarında sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarlarının örneklemme yüksekliğine göre değişimi (Hava akım hızı: 17.7 m/s, Basınç: 10 Bar)

Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada ilerleme hızı ve meme tipi faktörlerinin havaya sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarlarına etkileri istatistik olarak değerlendirilmiş olup, varyans analizi sonunda bu faktörlerin etkileri önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.37).

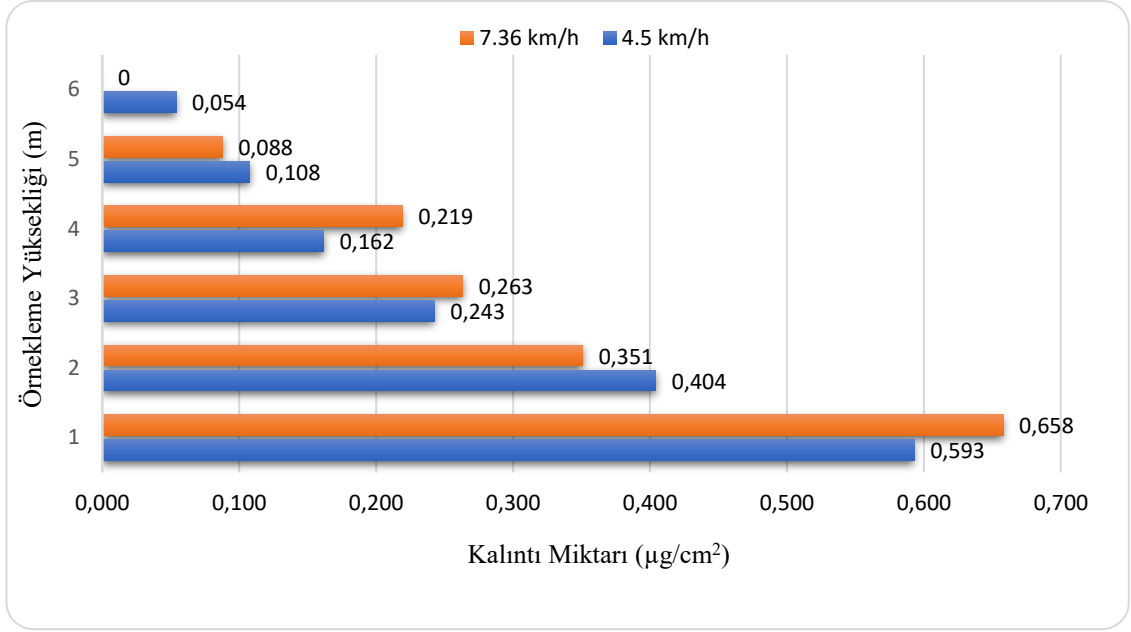
Çizelge 4.37 Konvansiyonel pülverizatörde havaya olan sürüklenen kalıntı miktarına ilerleme hızı ve meme tipinin etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F Derecesi	Olasılık Derecesi
Tekrar (Ağaç)	2	0,01105924	0,1329	0,8756
Meme	3	0,08217855	0,6586	0,5789
İlerleme Hızı	2	0,06994684	0,8408	0,4335
Direk Noktaları	5	0,42934584	2,0644	0,0733
Meme* İlerleme Hızı	6	0,02201359	0,0882	0,9974
Meme*Direk Noktaları	15	0,15562992	0,2494	0,9982
İlerleme Hızı *Direk Noktaları	10	0,20337056	0,4889	0,8951
Meme* İlerleme Hızı *Direk Noktaları	30	0,40383528	0,3236	0,9997

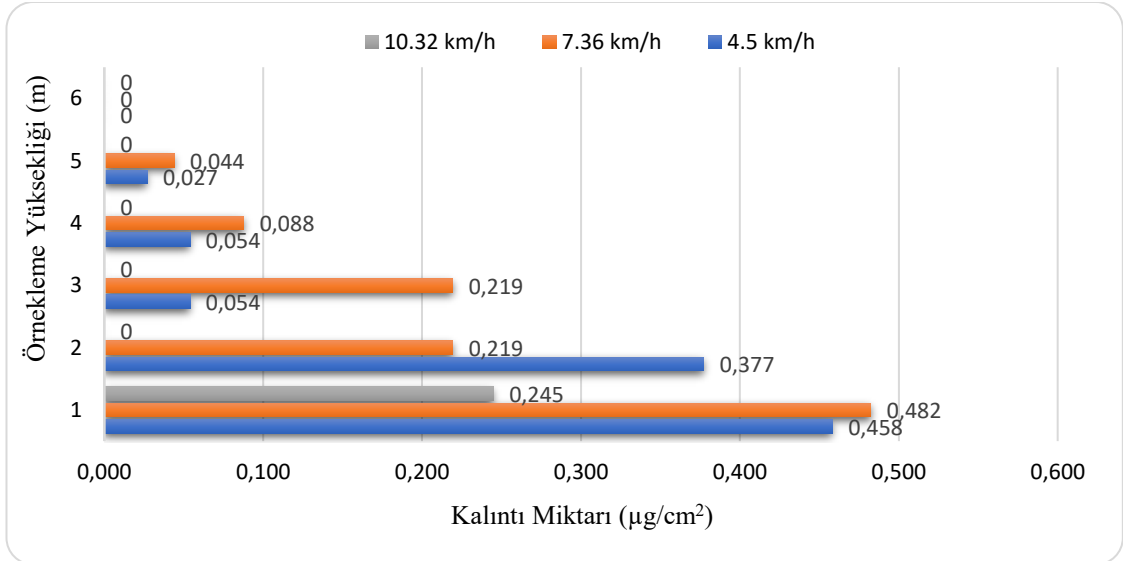
Kule pülverizatörde havaya sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarlarının ilerleme hızına ve meme tipine göre değişimleri ise Şekil 4.18, Şekil 4.19, Şekil 4.20 ve Şekil 4.21’de ayrı ayrı verilmiştir. Şekiller incelendiğinde hem konvansiyonel memelerde hem de düşük sürüklenmeli memelerde ilerleme hızının 7.36 km/h olduğu koşulda örnekleme yüksekliklerinin çoğunda toplanan kalıntı miktarlarının genel olarak ilerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşula göre daha yüksek olduğu söylenebilir.



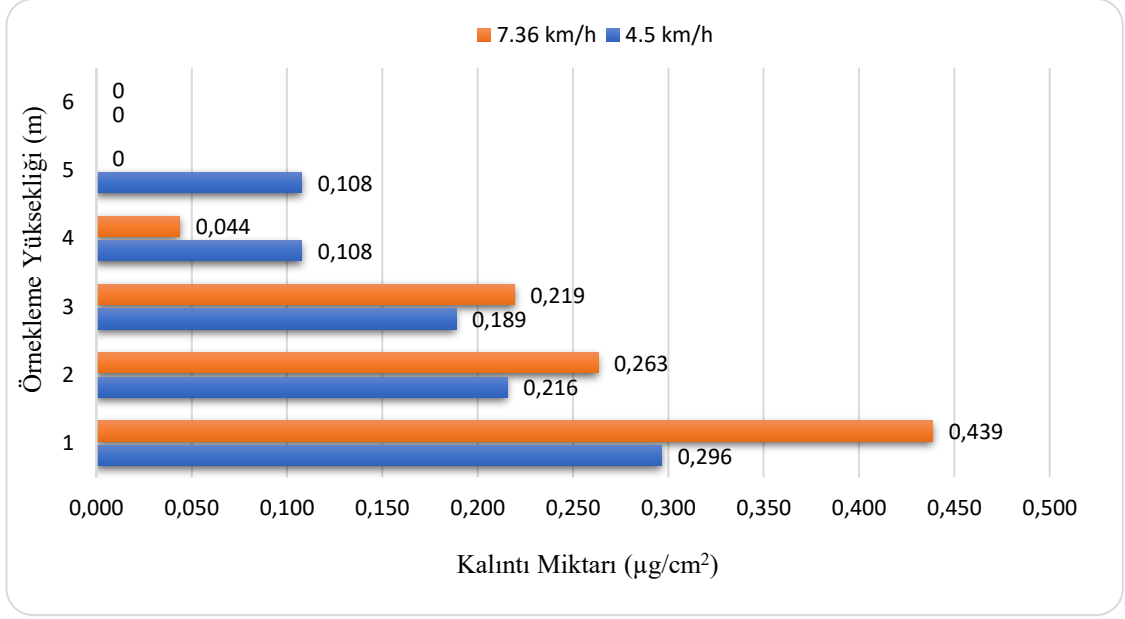
Şekil 4.16 Kule tip pülverizatör ve konvansiyonel Albuz ATR meme ile çalışmada farklı ilerleme hızlarında sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarlarının örnekleme yüksekliğine göre değişimi (Hava akım hızı: 19.95 m/s, Basınç:10 Bar)



Şekil 4.17 Kule tip pülverizatör ve konvansiyonel Lechler TR meme ile çalışmada farklı ilerleme hızlarında sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarlarının örnekleme yüksekliğine göre değişimi (Hava akım hızı: 19.95 m/s, Basınç: 10 Bar)



Şekil 4.18 Kule tip pülverizatör ve düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile çalışmada farklı ilerleme hızlarında sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarlarının örnekleme yüksekliğine göre değişimi (Hava akım hızı: 19.95 m/s, Basınç: 10 Bar)



Şekil 4.19 Kule tip pülverizatör ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR meme ile çalışmada farklı ilerleme hızlarında sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarlarının örnekleme yüksekliğine göre değişimi (Hava akım hızı: 19.95 m/s, Basınç: 10 Bar)

Kule tip pülverizatörle çalışmada ilerleme hızı ve meme tipinin havaya sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarına etkileri istatistik olarak da değerlendirilmiş olup elde edilen sonuçlar önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.38).

Çizelge 4.38 Kule tip pülverizatörde havaya sürüklenen kalıntı miktarına ilerleme hızı ve meme tipinin etkilerini gösteren varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F Derecesi	Olasılık Derecesi
Tekrar (Ağaç)	2	0.1888879	2.3500	0.1009
Meme	3	0.2940254	2.4387	0.0693
İlerleme Hızı	1	0.0034730	0.0864	0.7694
Direk Noktaları	5	3.2828234	16.3371	<.0001*
Meme* İlerleme Hızı	3	0.0008684	0.0072	0.9992
Meme*Direk Noktaları	15	0.2305127	0.3824	0.9807
İlerleme Hızı *Direk Noktaları	5	0.1000608	0.4980	0.7771
Meme* İlerleme Hızı *Direk Noktaları	15	0.1105312	0.1834	0.9997

Konvansiyonel ve kule tip pülverizatörlerle farklı ilerleme hızları ve farklı meme tipleriyle yapılan çalışmalarda havaya sürüklenen kalıntı miktarları Çizelge 4.39’da karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Çizelge 4.39’ da görüldüğü gibi, tüm çalışma koşullarında kule pülverizatörle havaya sürüklenen kalıntı miktarı değerleri

konvansiyonel pülverizatöre göre daha yüksektir. İlerleme hızı ve meme tipine bağlı olarak konvansiyonel pülverizatörle havaya sürüklenen kalıntı miktarı $0.065 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ile $0.137 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ arasında, kule pülverizatörle havaya sürüklenen kalıntı miktarı ise $0.153 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ile $0.263 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ arasında değişmiştir. Tüm memelerin ortalama değeri esas alındığında, konvansiyonel ve kule tip pülverizatörlerle havaya sürüklenen kalıntı miktarları; ilerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda sırasıyla $0.084 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve $0.230 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, ilerleme hızının 7.36 km/h olduğu koşulda ise sırasıyla $0.110 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ve $0.212 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ olarak belirlenmiştir. Havaya sürüklenen kalıntı miktarı genel ortalama değerleri incelendiğinde, kule pülverizatörle havaya sürüklenen kalıntı miktarının ($0.221 \mu\text{g}/\text{cm}^2$) konvansiyonel pülverizatörle havaya sürüklenen kalıntı miktarına ($0.097 \mu\text{g}/\text{cm}^2$) göre yaklaşık %128 oranında daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.39 Konvansiyonel ve kule tip pülverizatörlerle çalışmada ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak sürüklenmeyle oluşan kalıntı miktarlarının karşılaştırılması

İlerleme Hızı (km/h)	Meme Tipi	Sürüklenen kalıntı miktarı ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	
		Konvansiyonel	Kule
4.5	Konvansiyonel Albuz ATR	0.098	0.234
	Konvansiyonel Lechler TR	0.102	0.261
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	0.065	0.162
	Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR	0.070	0.153
	Ortalama	0.084	0.230
7.36	Konvansiyonel Albuz ATR	0.137	0.249
	Konvansiyonel Lechler TR	0.127	0.263
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	0.084	0.175
	Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR	0.091	0.161
	Ortalama	0.110	0.212
	Genel Ortalama	0.097	0.221

4.7 Konvansiyonel ve Kule Tip Pülverizatörlerle Çalışmada Meme Tipi,

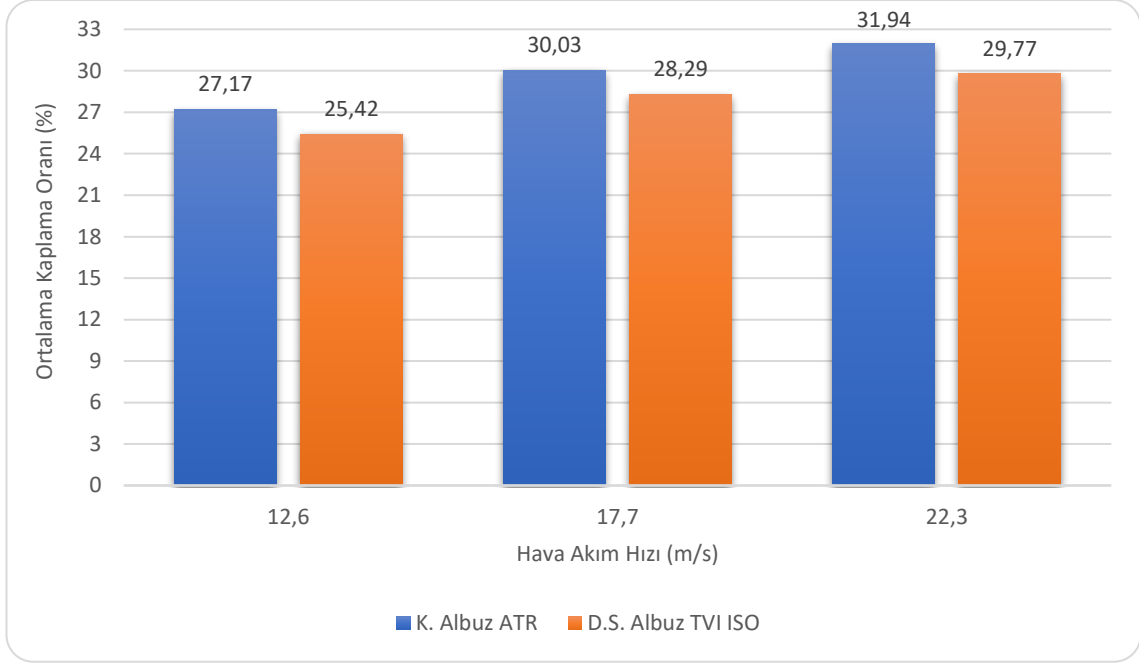
Pülverizatör Hava Akım Hızı ve İlerleme Hızının Kaplama Oranına Etkisi

Konvansiyonel pülverizatörle ilerleme hızının 7.36 km/h ve basıncın 10 bar olduğu çalışma koşullarında 3 farklı hava akım hızında konvansiyonel Albuz ATR ve düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memeler kullanılarak bodur elma ağaçlarına yapılan uygulamalarda elde edilen ortalama kaplama oranı değerleri Şekil 4.20’de verilmiştir. Şekil 4.20 incelendiğinde, hava akımı hızının artmasıyla hem konvansiyonel ve hem de

düşük sürüklenmeli memelerde kaplama oranı değerlerinin arttığı görülebilir. Diğer taraftan tüm hava akım hızlarında konvansiyonel meme ile elma ağaçlarında sağlanan ortalama kaplama oranı değerleri, düşük sürüklenmeli meme ile sağlanan ortalama kaplama oranı değerlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Pülverizatör hava akımı hızının 12.6 m/s olduğu koşulda, konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle sağlanan ortalama kaplama oranları sırasıyla %27.17 ve %25.42 iken, 17.7 m/s hava akımı hızında bu değerler sırasıyla %30.03 ve %28.29 olarak, 22.3 m/s hava akımı hızında ise sırasıyla %31.94 ve %29.77 olarak belirlenmiştir. Hava akımı hızının 12.6 m/s'den 22.3 m/s' ye artmasıyla bodur elma ağaçlarının yapraklarında sağlanan kaplama oranı %4.77 artmıştır. Konvansiyonel pülverizatörle farklı hava akımı hızlarında elde edilen kaplama oranları meme tipine göre değerlendirildiğinde, hava akımı hızının 12.6 m/s olduğu koşulda konvansiyonel Albuz ATR meme ile sağlanan kaplama oranı düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesine göre %1.75 daha yüksek iken hava akımı hızının 17.7 m/s olduğu koşulda %1.74 daha yüksek, hava akımı hızının 22.3 m/s olduğu koşulda ise %2.17 daha yüksek bulunmuştur.

Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada konvansiyonel meme ile elma ağaçlarında sağlanan ortalama kaplama oranlarının düşük sürüklenmeli memeye göre daha yüksek bulunmasına ilişkin elde edilen sonuç literatürle benzerlik göstermektedir. Derksen vd. (2005), yarı bodur elmalar üzerinde yaptıkları çalışmada düşük sürüklenmeli memelerle yaprak yüzeylerinde sağlanan kaplama oranlarının konvansiyonel memelerden daha düşük olduğunu bildirmiştir. Jamar vd. (2010) ise konvansiyonel Albuz ATR ve düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memelerinin yapraklar üzerinde sağladıkları kaplama oranlarının sırasıyla %44.9 ve %33.7 olarak belirlediklerini, yani konvansiyonel memelerin kaplama oranı değerlerinin düşük sürüklenmeli memeye göre daha yüksek olduğunu açıklamışlardır. Garcera vd. (2017), yaptıkları çalışmada düşük sürüklenmeli memelerin konvansiyonel memelere göre daha düşük kaplama oranı sağladıklarını bildirmişlerdir. Derksen vd. (2007), yarı bodur elma bahçesinde yapmış oldukları çalışmada, iki farklı konvansiyonel meme (D3-25 ve D4-25) ve bir adet düşük sürüklenme sağlayan TurboDrop02 (TD02) hava emişli meme kullanmışlardır. Küçük damlacık çapına sahip D3-25 memesinin, kanopinin 2 ve 3 m yüksekliklerinde hem yaprak üstünde hem de yaprak altında en yüksek yüzey kaplaması sağladığı,

konvansiyonel D3-25 memelerinin yaprak üst yüzeyinde sağladıkları kaplama oranının daha büyük çaplı damlacıklar üreten hava emişli TD02 memesine göre sadece biraz daha iyi olduğu vurgulanmıştır. Bununla birlikte, konvansiyonel D3-25 memelerinin hem 2 m, hem de 3 m yüksekliklerde düşük sürüklenmeli TD02 memelerine göre yaprak altı yüzey kaplamasının önemli ölçüde daha yüksek olduğu açıklanmıştır.



Şekil 4.20 Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada hava akım hızına ve meme tipine göre bodur elma ağaçlarında sağlanan ortalama kaplama oranları (İlerleme Hızı:7.36 km/h, Basınç:10 Bar)

Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada hava akımı hızı ve meme tipine bağlı olarak yapraklar üzerinde sağlanan kaplama oranları istatistik olarak da değerlendirilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre pülverizatör hava akım hızı ve meme tipi faktörlerinin etkileri istatistik olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.40).

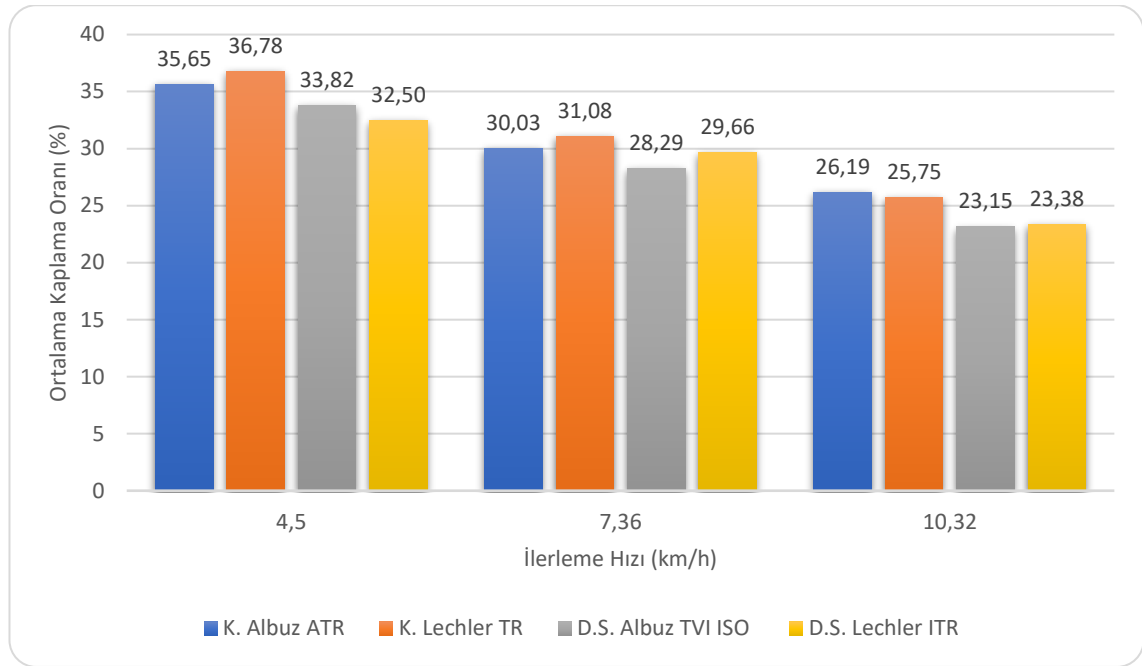
Çizelge 4.40 Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada hava akım hızı ve meme tipinin kaplama oranına olan etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F Derecesi	Olasılık Derecesi
Tekrar (Ağaç)	2	1258,509	3,2177	0,0525
Meme	1	48,016	0,2455	0,6234
Hava Akım Hızı	2	191,348	0,4892	0,6173
Ağaç Bölgeleri	2	14420,245	36,8695	<.0001*
Meme*Hava Akım Hızı	2	0,545	0,0014	0,9986
Hava Akım Hızı*Ağaç Bölgeleri	4	48,275	0,0617	0,9926
Meme*Ağaç Bölgeleri	2	84,655	0,2164	0,8065
Meme*Hava Akım Hızı*Ağaç Bölgeleri	4	64,448	0,0824	0,9873

Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada ilerleme hızının kaplama oranına etkisini belirlemek için üç farklı ilerleme hızında konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle çalışılmış olup bodur elma ağaçlarında sağlanan ortalama kaplama oranları Şekil 4.21’ de verilmiştir. Şekil 4.21 incelendiğinde, pülverizatör ilerleme hızının artmasıyla hem konvansiyonel hem de düşük sürüklenmeli memelerde kaplama oranlarının azaldığı görülebilir. Ayrıca, tüm ilerleme hızlarında konvansiyonel meme ile elma ağaçlarında sağlanan ortalama kaplama oranlarının, düşük sürüklenmeli memelerle sağlanan ortalama kaplama oranlarına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Pülverizatör ilerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda, konvansiyonel Albuz ATR meme ile sağlanan kaplama oranı %35.65, konvansiyonel Lechler TR meme ile %36.78, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO ile %33.82 ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR meme ile %32.50 olarak bulunmuştur. İlerleme hızının 7.36 km/h olduğu koşulda konvansiyonel Albuz ATR, konvansiyonel Lechler TR, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memelerine ait kaplama oranları sırasıyla %30.03, %31.08, %28.29 ve %29.66 ve ilerleme hızının 10.32 km/h olduğu koşulda ise aynı memeler için sırasıyla %26.19, %25.75, %23.15 ve %23.38 olarak belirlenmiştir. İlerleme hızının 4.5 km/h’den 10.32 km/h’e çıkmasıyla kaplama oranı değeri konvansiyonel Albuz ATR memede %35.65’den %26.19’a, konvansiyonel Lechler TR memede %36.78’den %25.75’e, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memede %33.82’den %23.15’e ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memede %32.50’den %23.38’e düşmüştür.

İlerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak elma ağaçlarında sağlanan kaplama oranlarıyla ilgili sonuçlar bazı araştırmacıların sonuçlarıyla kısmen uyumlu iken bazılarıyla kısmen uyumsuz bulunmuştur. Panneton ve Lacasse (2004), ilerleme hızı ile

kaplama oranı arasındaki ilişkinin istatistik olarak önemli olduğunu bildirmişlerdir. Caner (2007), asmalarda düşük sürüklenmeli hava giriqli memelerin konvansiyonel memelere göre yaprak yüzeylerinde daha fazla kaplama oranı sağladığını açıklamıştır. Toy ve Dursun (2015) ise, ilerleme hızının düşük olduğu koşulda düşük sürüklenmeli memelerin konvansiyonel memelere göre asma yapraklarında daha fazla kaplama oranı sağladığını açıklamışlardır.



Şekil 4.21 Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada meme tipine ve ilerleme hızına göre elma ağaçlarında sağlanan ortalama kaplama oranları (Hava Akım Hızı:17.7 m/s, Basınç:10 Bar)

Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada ilerleme hızı ve meme tipine bağlı olarak yapraklar üzerinde sağlanan kaplama oranları istatistiksel olarak da değerlendirilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre sadece ilerleme hızının etkisi istatistik olarak önemli ($P < 0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.41). İlerleme hızı grupları arasındaki farklılıkların belirlenmesi amacıyla yapılan LSD testi sonuçları ise Çizelge 4.42’de verilmiştir.

Çizelge 4.41 Konvansiyonel pülverizatörde ilerleme hızı ve meme tipinin uygulama etkinliğine olan etkilerini gösteren varyans analiz tablosu

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F Derecesi	Olasılık Derecesi
Tekrar (Ağaç)	2	893,538	2,4235	0,0960
Meme	3	166,139	0,3004	0,8250
İlerleme Hızı	2	1826,093	4,9528	0,0097*
Ağaç Bölgeleri	2	19544,322	53,0091	<.0001*
Meme* İlerleme Hızı	6	34,205	0,0309	0,9999
Meme*Ağaç Bölgeleri	6	1025,422	0,9271	0,4811
İlerleme Hızı*Ağaç Bölgeleri	4	534,336	0,7246	0,5781
Meme* İlerleme Hızı*Ağaç Bölgeleri	12	575,529	0,2602	0,9933

*Önemli

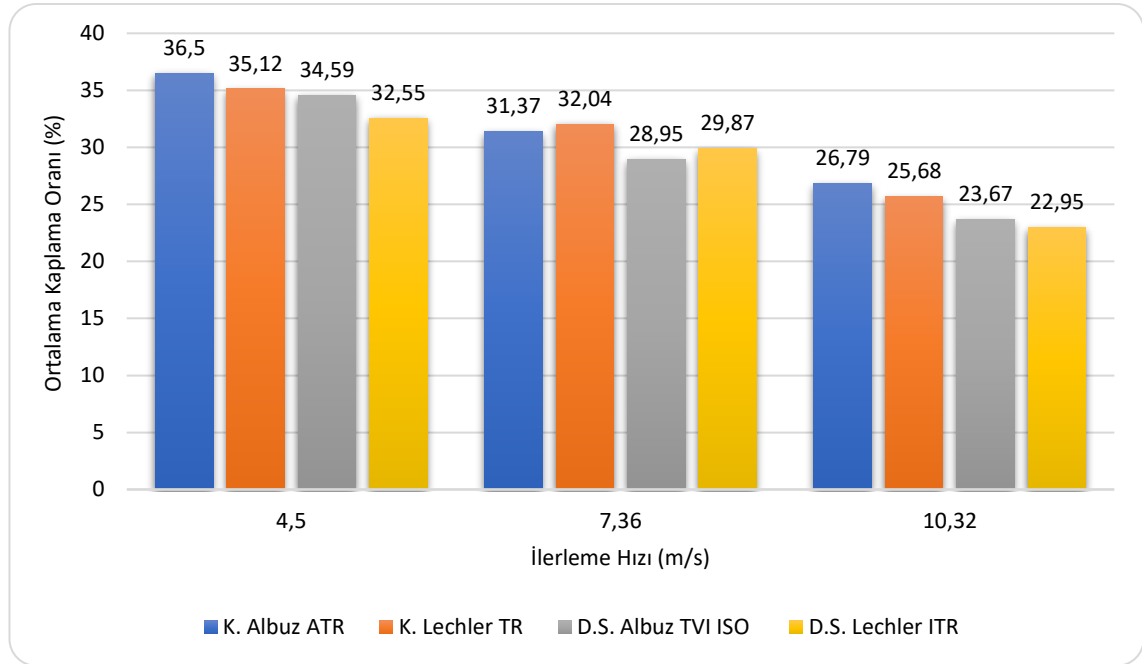
Çizelge 4.42 Konvansiyonel pülverizatörde ilerleme hızı faktörünün kaplama oranına etkisine ilişkin LSD testi sonuçları

İlerleme Hızı (km/h)	Meme Tipi				Genel Ortalama
	Konvansiyonel Albuz ATR	Konvansiyonel Lechler TR	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR	
4,5	35,648 ± 6,937	36,784 ± 6,885	33,819 ± 8,368	32,504 ± 7,273	34,689 ±3,544 A
7,36	30,030 ± 7,532	31,077 ± 7,284	28,292 ± 6,340	29,662 ± 5,176	29,765 ±3,183 AB
10,32	26,193 ± 5,194	25,748 ± 5,107	23,145 ± 3,602	23,383 ± 5,610	24,618 ±2,372 B

Aynı sütundaki farklı harfler arasındaki farklılıklar istatistik olarak önemlidir.

Kule tip pülverizatörle çalışmada ilerleme hızının kaplama oranına etkisini belirlemek için üç farklı ilerleme hızında konvansiyonel ve düşük sürüklenmeli memelerle çalışılmış olup bodur elma ağaçlarında sağlanan ortalama kaplama oranları Şekil 4.22’ de verilmiştir. Şekil 4.22 incelendiğinde, konvansiyonel pülverizatörde olduğu gibi kule tip pülverizatörle çalışmada da ilerleme hızının artmasıyla hem konvansiyonel hem de düşük sürüklenmeli memelerin kaplama oranı değerlerinin azaldığı görülebilir. Ayrıca, pülverizatörün üç ilerleme hızında da konvansiyonel memelerle elma ağaçlarında sağlanan ortalama kaplama oranı değerleri, düşük sürüklenmeli memelerle elde edilen ortalama kaplama oranı değerlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Pülverizatör ilerleme hızının 4.5 km/h olduğu çalışma koşulunda, konvansiyonel Albuz ATR memenin kaplama oranı %36.50, konvansiyonel Lechler TR memenin %35.12, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memenin %34.59 ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memenin %32.55 olarak belirlenmiştir. İlerleme hızının 7.36 km/h olduğu koşulda kaplama oranları aynı memeler için sırasıyla %31.37, %32.04, %28.95 ve %29.87 olarak, ilerleme hızının 10.32 km/h olduğu koşulda ise sırasıyla %26.79, %25.68, %23.67 ve %22.95 olarak gerçekleşmiştir.

Bu sonuçlardan anlaşılacağı gibi ilerleme hızının 4.5 km/h'den 10.32 km/h'e artmasıyla kaplama oranları konvansiyonel Albuz ATR memede %36.5'den %26.79'a, konvansiyonel Lechler TR memede %35.12'den %25.68'e, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memede %34.59'dan %23.67'ye ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memede %32.55'den %22.95'e düşmüştür.



Şekil 4.22 Kule tip pülverizatörle çalışmada meme tipine ve ilerleme hızına göre elma ağaçlarında sağlanan ortalama kaplama oranları (Hava Akım Hızı:19.95 m/s, Basınç:10 Bar)

Kule tip pülverizatörle çalışmada ilerleme hızı ve meme tipine bağlı olarak yapraklarda sağlanan kaplama oranları istatistiksel olarak da değerlendirilmiştir. Yapılan varyans analizi sonunda sadece ilerleme hızının etkisi istatistik olarak önemli ($P < 0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.43). İlerleme hızı grupları arasındaki farklılıkların belirlenmesi için yapılan LSD testi sonuçları Çizelge 4.44'de verilmiştir.

Çizelge 4.43 Kule tip pülverizatörde ilerleme hızı ve meme tipinin kaplama oranına etkilerini gösteren varyans analizi sonuçları

Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F Derecesi	Olasılık Derecesi
Tekrar (Ağaç)	2	329,4859	1,4934	0,2317
Meme	3	176,7796	0,5342	0,6604
İlerleme Hızı	2	1787,4906	8,1017	0,0007*
Ağaç Bölgeleri	2	9867,2521	44,7229	<.0001*
Meme* İlerleme Hızı	6	33,6606	0,0509	0,9994
İlerleme Hızı*Ağaç Bölgeleri	4	566,9158	1,2848	0,2843
Meme*Ağaç Bölgeleri	6	604,8513	0,9138	0,4903
Meme* İlerleme Hızı*Ağaç Bölgeleri	12	173,9122	0,1314	0,9998

*Önemli

Çizelge 4.44 İlerleme hızı ve meme tipine ait faktörlerin kaplama oranına etkisine ilişkin LSD testi sonuçları

İlerleme Hızı (km/h)	Meme Tipi				Genel Ortalama
	Konvansiyonel Albuz ATR	Konvansiyonel Lechler TR	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR	
4,5	36,499 ± 3,936	35,124 ± 4,586	34,594 ± 4,620	32,553 ± 6,801	34,693 ±2,451 A
7,36	31,367 ± 4,080	32,044 ± 6,195	28,946 ± 4,606	29,869 ± 6,114	30,556±2,556 A
10,32	26,791 ± 3,041	25,676 ± 4,396	23,671 ± 2,809	22,954 ± 3,654	24,773± 1,707B

Aynı sütundaki farklı harfler arasındaki farklılıklar istatistik olarak önemlidir.

Konvansiyonel ve kule tip pülverizatörlerle farklı ilerleme hızları ve farklı meme tipleriyle yapılan çalışmalarda yaprak yüzeylerinde sağlanan kaplama oranı değerleri Çizelge 4.45’da karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Çizelge 4.45 incelendiğinde, tüm çalışma koşullarında konvansiyonel ve kule pülverizatörlerle sağlanan kaplama oranı değerlerinin birbirine oldukça yakın olduğu görülebilir. İlerleme hızı ve meme tipine bağlı olarak konvansiyonel pülverizatörle sağlanan kaplama oranı değerleri %23.15 ile %36.78 arasında değişirken, kule pülverizatörle sağlanan kaplama oranı değerleri %22.95 ile %36.50 arasında değişmiştir. Tüm memelerin ortalaması esas alındığında konvansiyonel ve kule tip pülverizatörlerle sağlanan kaplama oranı değerleri; ilerleme hızınının 4.5 km/h olduğu koşulda sırasıyla %34.69 ve 34.78, ilerleme hızınının 7.36 km/h olduğu koşulda sırasıyla %29.77 ve %30.56, ilerleme hızınının 10.32 km/h olduğu koşulda ise sırasıyla 24.62 ve %24.77 olarak belirlenmiştir. Kaplama oranı genel ortalama değerlerine bakıldığında, konvansiyonel pülverizatörle sağlanan kaplama oranının %29.69, kule pülverizatörle sağlanan kaplama oranının ise %30.04 olduğu yani kaplama oranı

açısından iki pülverizatörle elde edilen sonuçların birbirine oldukça yakın olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.45 Konvansiyonel ve kule tip pülverizatörlerle çalışmada ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak yaprak yüzeylerinde sağlanan kaplama oranlarının karşılaştırılması

İlerleme Hızı (km/h)	Meme Tipi	Kaplama Oranı (%)	
		Konvansiyonel	Kule
4.5	Konvansiyonel Albuz ATR	35.65	36.50
	Konvansiyonel Lechler TR	36.78	35.12
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	33.82	34.59
	Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR	32.50	32.55
	Ortalama	34.69	34.78
7.36	Konvansiyonel Albuz ATR	30.03	31.37
	Konvansiyonel Lechler TR	31.08	32.04
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	28.29	28.95
	Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR	29.66	29.87
	Ortalama	29.77	30.56
10.32	Konvansiyonel Albuz ATR	26.19	26.79
	Konvansiyonel Lechler TR	25.75	25.68
	Düşük Sürüklenmeli Albuz TVI ISO	23.15	23.67
	Düşük Sürüklenmeli Lechler ITR	23.38	22.95
	Ortalama	24.62	24.77
	Genel Ortalama	29.69	30.04

5. SONUÇ

5.1 Kalıntı Miktarı, Dağılım Düzgünlüğü ve Uygulama Etkinliği

Konvansiyonel pülverizatörle sabit ilerleme hızı (7.36 km/h) ve çalışma basıncında (10 Bar) 12.6 m/s, 17.7 m/s ve 22.3 m/s olmak üzere 3 farklı hava akım hızında yapılan denemelerde konvansiyonel Albuz ATR meme ile bodur elma ağaçlarında sağlanan ortalama kalıntı miktarları düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile sağlanan kalıntı miktarlarına göre daha yüksek bulunmuştur. Düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile sağlanan kalıntı miktarı konvansiyonel memeye göre; hava akım hızının 12,6 m/s olduğu koşulda %32.14, hava akım hızının 17.7 m/s olduğu koşulda %26.03 ve hava akım hızının 22.3 m/s olduğu koşulda ise %25.93 daha yüksektir. Hem konvansiyonel hem de düşük sürüklenmeli memelerde pülverizatörün hava akım hızının artmasıyla bodur elma ağaçlarında sağlanan ortalama kalıntı miktarı artmıştır. Hava akım hızının 12.6 m/s' den 22.3 m/s'ye artmasıyla bodur elma ağaçlarında sağlanan ortalama kalıntı miktarı konvansiyonel Albuz ATR memede %12.98, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memede ise %7.7 oranında artmıştır.

Hem konvansiyonel Albuz ATR memede hem de düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memede hava akım hızının artmasıyla bodur elma ağaçları üzerinde kalıntı dağılımlarına ait % CV değerlerinde bir düşüş olduğu, yani kalıntı dağılım düzgünlüğünün iyileştiği belirlenmiştir. Diğer yandan hava akım hızının 22.3 m/s olduğu çalışma koşulu hariç pülverizatörün diğer hava akım hızlarında konvansiyonel Albuz ATR meme ile sağlanan kalıntı dağılımlarına ait % CV değerlerinin düşük sürüklenmeli memeye göre daha düşük olduğu, fakat 22.3 m/s'lik hava akım hızında düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memenin konvansiyonel Albuz ATR memeye göre daha kalıntı dağılımı düzgünlüğünün daha iyi olduğu belirlenmiştir.

Konvansiyonel pülverizatörle tüm hava akımı hızlarında düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesi ile sağlanan yaprak üstü ve yaprak altı kalıntı miktarları konvansiyonel Albuz ATR memesine göre daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca, hava akım hızının artmasıyla konvansiyonel Albuz ATR meme tarafından yaprak üstünde sağlanan kalıntı

miktarı artmış, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO 8002 memede ise düşmüştür. Pülverizatör hava akımı hızının 12.6 m/s' den 22.3 m/s' ye artmasıyla konvansiyonel Albuz ATR memede yaprak üstü kalıntı miktarı %1.43 oranında artarken, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memede yaprak üstü kalıntı miktarında %10.5 oranında düşmüştür. Hava akımı hızının artmasıyla hem konvansiyonel Albuz ATR meme ile hem de düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile yaprak altında sağlanan kalıntı miktarı artmıştır. Hava akımı hızının 12.6 m/s' den 22.3 m/s' ye artmasıyla konvansiyonel Albuz ATR memede yaprak üstü kalıntı miktarı %33.45 oranında artarken, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memede bu artış oranı %85.49 olarak bulunmuştur. Pülverizatör hava akımı hızının artması özellikle yaprak altı kalıntı miktarını önemli oranda artırmıştır.

Yaprak üstü ve yaprak altı kalıntı miktarı oranları (YÜ/YA) pülverizatör hava akımı hızına ve meme tipine bağlı olarak 1.21 ile 2.49 arasında değişmiştir. YÜ/YA değeri 1'e yaklaştıkça kalıntı dağılım düzgünlüğü iyileşmektedir. Bu durum göz önüne alındığında, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesinin konvansiyonel Albuz ATR memesine göre kalıntı dağılım düzgünlüğü açısından daha iyi sonuç verdiği saptanmıştır.

Konvansiyonel pülverizatörle hava akımı hızı 17.7 m/s ve çalışma basıncı 10 bar olarak sabit tutularak konvansiyonel Albuz ATR, konvansiyonel Lechler TR, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memeleri kullanılarak pülverizatörün 3 farklı ilerleme hızında denemeler yapılmıştır. Bu denemelerden elde edilen sonuçlara göre, 4.5 km/h ilerleme hızında bodur elma ağaçlarında sağlanan en yüksek ortalama kalıntı miktarının düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesi ile sağlandığı, 7.36 km/h ve 10.32 km/h ilerleme hızlarında ise düşük sürüklenmeli Lechler ITR memeleri ile elde edildiği belirlenmiştir. Kısaca, konvansiyonel pülverizatörün tüm ilerleme hızlarında düşük sürüklenmeli memelerle bodur elma ağaçlarında sağlanan kalıntı miktarları konvansiyonel memelere göre daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca, pülverizatör ilerleme hızının artmasıyla hem konvansiyonel ve hem de düşük sürüklenmeli memelerde elma ağaçlarında sağlanan ortalama kalıntı miktarı artmıştır. İlerleme hızının 4.5 km/h' den 10.32 km/h' e artmasıyla elma ağaçlarında sağlanan ortalama kalıntı miktarı konvansiyonel Albuz ATR memede %26.04, konvansiyonel

Lechler TR memede %22.3, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memede %8, düşük sürüklenmeli Lechler ITR memede ise %13.92 oranında artmıştır.

Kule tip pülverizatörle ilerleme hızının ve meme tipinin bodur elma ağaçlarında sağlanan kalıntı miktarına ve dağılımına etkilerini belirlemek amacıyla hava akımı hızının 19.95 m/s ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu çalışma koşullarında, konvansiyonel (Albuz ATR ve Lechler TR) ve düşük sürüklenmeli (Albuz TVI ISO ve Lechler ITR) memeler kullanılarak pülverizatörün 3 farklı ilerleme hızında denemeler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, 4.5 km/h ve 7.36 km/h ilerleme hızlarında bodur elma ağaçlarında sağlanan en yüksek ortalama kalıntı miktarları düşük sürüklenmeli Lechler ITR meme ile, 10.32 km/h ilerleme hızında ise düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile elde edilmiştir. Kısaca, konvansiyonel pülverizatörde olduğu gibi kule pülverizatörde de tüm ilerleme hızlarında düşük sürüklenmeli memeler konvansiyonel memelere göre bodur elma ağaçları üzerinde daha fazla kalıntı sağlamıştır. Diğer taraftan kule tip pülverizatörle çalışmada tüm meme tiplerinde pülverizatör ilerleme hızının artmasıyla bodur elma ağaçlarında sağlanan ortalama kalıntı miktarları artmıştır. İlerleme hızının 4.5 km/h' den 10.32 km/h' e artmasıyla elma ağaçlarında sağlanan ortalama kalıntı miktarı konvansiyonel Albuz ATR memede %19.52, konvansiyonel Lechler TR memede %18.48, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memede %22.15 ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memede %19.65 oranında artmıştır.

Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada ilerleme hızının artmasıyla düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile sağlanan kalıntı dağılımına ait % CV değerlerinin azalmış yani kalıntı dağılım düzgünlüğünde iyileşme olmuştur. Diğer düşük sürüklenmeli Lechler ITR memede ilerleme hızının 4.5 km/h' ten 7.36 km/h' e yükselmesiyle %CV düşüş göstermiş, ilerleme hızının 7.36 km/h' den 10,32 km/h' e yükselmesiyle %CV değeri artmıştır. Konvansiyonel Albuz ATR memeye ait % CV değerleri, ilerleme hızının artmasıyla önce düşmüş sonra artmıştır. Diğer konvansiyonel meme olan Lechler TR memede ise ilerleme hızının 4.5 km/h' ten 7.36 km/h' e yükselmesiyle %CV artmış, ilerleme hızının 10.32 km/h' e yükselmesiyle tekrar düşüş göstermiştir. İlerleme hızının 4.5, 7.36 ve 10.32 km/h olduğu koşullarda konvansiyonel Albuz ATR meme ile elma ağaçlarında sağlanan kalıntı dağılımlarına ait CV değerleri sırasıyla %27.3, %26.1 ve %31.7 iken konvansiyonel

Lechler TR memede bu değerler sırasıyla %16.9, %29.3 ve %12.7 olarak bulunmuştur. İlerleme hızının 4.5, 7.36 ve 10.32 km/h olduğu koşullarda düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memenin CV değerleri sırasıyla %57.5, %44.4 ve %21.1, düşük sürüklenmeli Lechler ITR memesinin ise sırasıyla %41.9, %28.3 ve %30.2 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlardan anlaşılacağı gibi konvansiyonel pülverizatörle çalışmada, ilerleme hızının 4.5 km/h olduğu çalışma koşulunda konvansiyonel Lechler TR meme elma ağaçları üzerinde daha düzgün bir kalıntı dağılımı sağlamış, ilerleme hızının 7.36 km/h olduğu koşulda konvansiyonel Albuz ATR meme ve ilerleme hızının 10.32 km/h olduğu koşulda ise yine konvansiyonel Lechler TR meme elma ağaçları üzerinde daha düzgün bir kalıntı dağılımı sağlamıştır.

Kule tip pülverizatörle çalışmada ilerleme hızının artmasıyla konvansiyonel Albuz ATR meme hariç tüm memelere ait % CV değerleri azalmış, yani kalıntı dağılım düzgünlüğünde iyileşme olduğu belirlenmiştir. İlerleme hızının 4.5, 7.36 ve 10.32 km/h olduğu koşullarda konvansiyonel Albuz ATR meme ile elma ağaçlarında sağlanan kalıntı dağılımlarına ait CV değerleri sırasıyla %25.5, %35.5 ve %28.6 olarak, konvansiyonel Lechler TR memede ise sırasıyla %30.9, %22.5 ve %19.7 olarak, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memede sırasıyla %37.8, %22.8 ve %18.2 olarak, düşük sürüklenmeli Lechler ITR memede ise sırasıyla %23.1, %14.1 ve %11.9 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar, kule tip pülverizatörle tüm ilerleme hızlarında düşük sürüklenmeli Lechler ITR memesinin elma ağaçları üzerinde daha düzgün bir kalıntı dağılımı sağladığını göstermiştir.

Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada üç farklı ilerleme hızında da düşük sürüklenmeli memelerle elde edilen yaprak üstü kalıntı miktarları konvansiyonel memelerle elde edilen değerlerden daha yüksek bulunmuştur. Yaprak altı kalıntı miktarı açısından, ilerleme hızının 4.5 km/h ve 7.36 km/h olduğu çalışma koşullarında en yüksek değer düşük sürüklenmeli Lechler ITR meme ile, 10.32 km/h ilerleme hızında ise konvansiyonel Lechler TR meme ile elde edilmiştir. Diğer taraftan ilerleme hızının artmasıyla konvansiyonel memelerle yaprak üstünde sağlanan kalıntı miktarları artmış, yaprak altı kalıntı miktarları ise konvansiyonel Albuz ATR memede ilerleme hızı ile artmış, diğer konvansiyonel Lechler TR memede önce düşmüş sonra artmıştır. Düşük sürüklenmeli

Albuz TVI ISO memenin yaprak üstü kalıntı miktarları ilerleme hızı arttıkça azalmış, yaprak üstü kalıntı miktarları ise artmıştır. Diğer düşük sürüklenmeli meme olan Lechler ITR memede ise ilerleme hızının artmasıyla yaprak üstü ve yaprak altı kalıntı miktarları önce artmış sonra düşmüştür. İlerleme hızının 4.5 km/h' den 10.32 km/h' e artmasıyla konvansiyonel Albuz ATR memede yaprak üstü kalıntı miktarı %29.06 oranında, konvansiyonel Lechler TR memede %17.2 oranında ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memede %8.4 oranında artmış, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memede ise %9.4 oranında azalmıştır. İlerleme hızının artmasıyla konvansiyonel Albuz ATR meme ve düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile yaprak altı kalıntı miktarı artmış, diğer konvansiyonel meme olan Lechler TR ile çalışmada ise ilerleme hızının 4.5 km/h' ten 7.36 km/h' yükselmesiyle yaprak altı kalıntı miktarı azalmış, ilerleme hızının 7.36 km/h' den 10.32 km/h' e çıkmasıyla tekrar artmıştır. Düşük sürüklenmeli Lechler ITR memede ise ilerleme hızının 4.5 km/h' ten 7.36 km/h' e yükselmesiyle yaprak altı kalıntı miktarı artmış, ilerleme hızının 7.36 km/h' den 10.32 km/h' e yükselmesiyle azalmıştır. İlerleme hızının 4.5 km/h' den 10.32 km/h' e artmasıyla yaprak altı kalıntı miktarı konvansiyonel Albuz ATR memede %41.02, konvansiyonel Lechler TR memede %32, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memede %55.6 ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memede ise %11.12 oranında artmıştır.

Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada yaprak üstü ve yaprak altı kalıntı miktarı oranları (YÜ/YA), ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak 1.16 ile 2.44 arasında değişmiştir. İlerleme hızının artmasıyla hem konvansiyonel memelerin hem de düşük sürüklenmeli memelerin YÜ/YA değerleri azalarak 1'e yaklaşmış yani kalıntı dağılım düzgünlüğü iyileşmiştir.

Kule tip pülverizatörle çalışmada tüm ilerleme hızlarında düşük sürüklenmeli memelerle sağlanan yaprak üstü ve yaprak altı kalıntı miktarları daha yüksek bulunmuştur. İlerleme hızının 4.5 km/h' den 10.32 km/h' e çıkmasıyla konvansiyonel Albuz ATR memede yaprak üstü kalıntı miktarı %13.51 oranında, konvansiyonel Lechler TR memede %18.84 oranında, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memede %12.26 oranında ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memede %7.5 oranında artmıştır. Diğer taraftan ilerleme hızının 4.5 km/h' ten 10.32 km/h' e çıkmasıyla yaprak altı kalıntı miktarı konvansiyonel

Albuz ATR memede %24.57, konvansiyonel Lechler TR memede %29.4, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memede %50.15 ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memede ise %34.29 oranında artmıştır.

Kule pülverizatörle çalışmada yaprak üstü ve yaprak altı kalıntı miktarı oranları (YÜ/YA) ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak 1.09 ile 1.86 arasında değişmiştir. İlerleme hızının artmasıyla hem konvansiyonel memelerin hem de düşük sürüklenmeli memelerin YÜ/YA değerleri azalarak 1 değerine yaklaşmış, yani kalıntı dağılım düzgünlüğünde iyileşme olmuştur. Sadece ilerleme hızının 7.36 km/h' ten 10.32 km/h' e çıkmasıyla düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memede YÜ/YA oranı artmış yani kalıntı dağılımı kısmen bozulmuştur. YÜ/YA değeri esas alındığında en iyi sonuç 1.09 değeri ile 10.32 km/h ilerleme hızında düşük sürüklenmeli Lechler ITR meme ile elde edilmiştir.

Konvansiyonel pülverizatörle ilerleme hızının 7.36 km/h ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu çalışma koşullarında, hava akımı hızının artmasıyla hem konvansiyonel Albuz ATR memenin hem de düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memenin elma ağaçlarına ilaç uygulama etkinliği artmıştır. Hava akımı hızının 12.6 m/s olduğu koşulda konvansiyonel Albuz ATR meme ile elde edilen uygulama etkinliği %43.4 iken, hava akımı hızı 17.7 m/s olduğunda uygulama etkinliği %48.1' e, hava akımı hızı 22.3 m/s olduğunda ise uygulama etkinliği %61.7' ye yükselmiştir. Düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesinde ise hava akımı hızının 12.6, 17.7 ve 22.3 m/s' lik değerlerinde uygulama etkinliği değerleri sırasıyla %57.3, %60.5 ve %61.7 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar meme tipine bağlı olarak değerlendirildiğinde ise düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesi ile sağlanan uygulama etkinliği değerlerinin konvansiyonel Albuz ATR memesine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Konvansiyonel pülverizatörle hava akımı hızının 17.7 m/s ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu çalışma koşullarında ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak ilaç uygulama etkinliği değerlendirilmiştir. Pülverizatör ilerleme hızının artmasıyla hem konvansiyonel ve hem de düşük sürüklenmeli memelerde elma ağaçlarına ilaç uygulama etkinliği değerleri artmıştır. Konvansiyonel Albuz ATR meme ile sağlanan uygulama etkinliği değeri ilerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda %42.4 iken, ilerleme hızı 7.36

km/h olduğunda %48.1' e, ilerleme hızı 10.32 km/h olduğunda ise %53.4' e yükselmiştir. İlerleme hızının 4.5 km/h, 7.36 km/h ve 10.32 km/h olduğu koşullarda konvansiyonel Lechler TR memesinin uygulama etkinliği değerleri sırasıyla %44.7, %48.7 ve %54.7; düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memenin uygulama etkinliği değerleri sırasıyla %55.1, %60.5 ve %59.4, düşük sürüklenmeli Lechler ITR memenin uygulama etkinliği değerleri ise sırasıyla %54.7, %62.5 ve %62.3 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlardan anlaşılacağı gibi konvansiyonel pülverizatörle her üç ilerleme hızında da düşük sürüklenmeli memelerle sağlanan uygulama etkinliği değerleri konvansiyonel memelere göre daha yüksektir.

Kule tip pülverizatörle hava akım hızı 19.95 m/s ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutularak yapılan çalışmada pülverizatör ilerleme hızının uygulama etkinliği üzerine etkisi değerlendirilmiştir. Kule pülverizatörle çalışmada ilerleme hızının artmasıyla hem konvansiyonel ve hem de düşük sürüklenmeli memelerin bodur elma ağaçlarına ilaç uygulama etkinliği artmıştır. İlerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda konvansiyonel Albuz ATR memenin uygulama etkinliği %42.1 iken, ilerleme hızı 7.36 km/h olduğunda uygulama etkinliği %50.4' e, ilerleme hızı 10.32 km/h olduğunda ise uygulama etkinliği %50.3' e yükselmiştir. İlerleme hızının 4.5 km/h, 7.36 km/h ve 10.32 km/h olduğu koşullarda uygulama etkinliği konvansiyonel Lechler TR memede sırasıyla %42.9, %50.6 ve %50.9 olarak, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memede sırasıyla %51.3, %58.6 ve %62.7 olarak, düşük sürüklenmeli Lechler ITR memede ise sırasıyla %51.6, %59.5 ve %61.8 olarak belirlenmiştir. Kule tip pülverizatör ile elde edilen bu sonuçlardan anlaşılacağı gibi, her üç ilerleme hızında da düşük sürüklenmeli memelerle sağlanan uygulama etkinliği değerleri konvansiyonel memelerden daha yüksektir.

5.2 Toprağa İlaç (İz Maddesi) Kayıpları

Konvansiyonel pülverizatörle çalışmada toprağa ilaç kayıpları yani toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarları hava akımı hızına, ilerleme hızına ve meme tipine bağlı olarak değerlendirilmiştir. Pülverizatör ilerleme hızının 7.36 km/h ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu çalışma koşullarında hava akımı hızının artmasıyla hem konvansiyonel Albuz ATR memenin hem de düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO

memenin toprak yüzeyinde oluşturduğu kalıntı miktarı artmıştır. Konvansiyonel Albuz ATR meme ile çalışmada hava akımı hızının 12.6 m/s' den 22.3 m/s' ye artmasıyla toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarı %21.5 oranında artmış, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memede ise %16.5 oranında artmıştır. Diğer taraftan, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile çalışmada toprağa olan ilaç kayıpları konvansiyonel Albuz ATR memeye göre daha yüksek bulunmuştur. Hava akımı hızının 12.6 m/s olduğu koşulda düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesinin toprak üzerinde oluşturduğu kalıntı miktarı konvansiyonel memeye göre %23.7 daha yüksek iken, hava akımı hızının 17.7 m/s olduğu koşulda %19.9 daha yüksek, hava akımı hızının 22.3 m/s olduğu koşulda ise %18.6 daha yüksektir.

Konvansiyonel pülverizatör ile çalışmada hava akım hızının 17.7 m/s 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 Albuz ATR memede ilerleme hızının 4.5 km/h' den 10.32 km/h' e çıkmasıyla toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarı %28.9 oranında, konvansiyonel Lechler TR memede %41.98 oranında, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memede %12.2 oranında ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memede ise %19.7 oranında artmıştır. Ayrıca, tüm ilerleme hızlarında konvansiyonel Albuz ATR ve konvansiyonel Lechler TR memeler ile toprağa ilaç kayıpları düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memelerine göre oldukça düşük bulunmuş, diğer bir deyişle düşük sürüklenmeli memelerin toprak üzerinde oluşturdukları kalıntı miktarları konvansiyonel memelerden daha yüksektir. İlerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda toprak yüzeyinde en yüksek kalıntı miktarı oluşturan düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesi ile en düşük kalıntı miktarı oluşturan konvansiyonel Lechler TR memesi arasında oluşan fark %46.9 iken, diğer düşük sürüklenmeli Lechler ITR meme ile diğer konvansiyonel meme olan Albuz ATR meme arasındaki fark %32.4 olarak belirlenmiştir. İlerleme hızının 7.36 km/h olduğu koşulda toprak üzerinde en yüksek kalıntı oluşturan düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile en düşük kalıntı oluşturan konvansiyonel Lechler TR memesi arasında fark %31.8 iken, diğer düşük sürüklenmeli Lechler ITR memesi ile diğer konvansiyonel meme olan Albuz ATR memesi arasındaki fark %15.64'tür. İlerleme hızının 10.32 km/h olduğu koşulda ise toprak üzerinde en yüksek

kalıntı oluşturan düşük sürüklenmeli Lechler ITR memesi ile en düşük kalıntı oluşturan konvansiyonel Albuz ATR memesi arasındaki fark %22.9 iken, diğer düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesi ile diğer konvansiyonel Lechler TR meme arasındaki fark %16.1 olarak bulunmuştur.

Kule tip pülverizatörle hava akım hızı 19.95 m/s ve çalışma basıncı 10 bar olarak sabit tutulduğu çalışma koşullarında ilerleme hızının ve meme tipinin toprağa ilaç kayıplarına etkisi değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre ilerleme hızının artmasıyla hem konvansiyonel hem de düşük sürüklenmeli memelerin toprak yüzeyinde oluşturduğu kalıntı miktarını artmıştır. İlerleme hızının 4.5 km/h' den 10.32 km/h' e çıkmasıyla toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarı konvansiyonel Albuz ATR memede %47.12 oranında, konvansiyonel Lechler TR memede %35.24 oranında, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memede %47.24 oranında ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memede %39.86 oranında artmıştır. Diğer yandan, tüm ilerleme hızlarında toprak üzerinde ölçülen kalıntı miktarları yani toprağa ilaç kayıpları meme tipine göre değerlendirildiğinde, konvansiyonel Albuz ATR ve konvansiyonel Lechler TR memeler ile toprağa ilaç kayıpları düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memelerine göre oldukça düşük bulunmuştur. İlerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda toprak yüzeyinde en yüksek kalıntı oluşturan düşük sürüklenmeli Lechler ITR meme ile en düşük kalıntı oluşturan konvansiyonel Albuz ATR meme arasındaki fark %32.7 iken, diğer düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesi ile diğer konvansiyonel Lechler TR memesi arasındaki fark %20.95 olarak belirlenmiştir. İlerleme hızının 7.36 km/h olduğu koşulda toprak üzerinde en yüksek kalıntı oluşturan düşük sürüklenmeli Lechler ITR meme ile en düşük kalıntı oluşturan konvansiyonel Lechler TR meme arasındaki fark %38.35 iken, diğer düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile diğer konvansiyonel Albuz ATR meme arasındaki fark %32.33'tür. İlerleme hızının 10.32 km/h olduğu koşulda ise toprak yüzeyinde en yüksek kalıntı oluşturan düşük sürüklenmeli Lechler ITR meme ile en düşük kalıntı oluşturan konvansiyonel Lechler TR meme arasındaki fark %35.92 iken, diğer düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO meme ile diğer konvansiyonel Albuz ATR meme arasındaki fark %22.2 olarak belirlenmiştir.

5.3 Sürüklenmeyle Oluşan İlaç Kayıpları

Konvansiyonel pülverizatörle ilerleme hızının 7.36 km/h ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu denemelerde, hava akımı hızı ve meme tipinin havaya sürüklenme yoluyla oluşan kalıntı miktarına etkileri değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, pülverizatör hava akımı hızının artmasıyla hem konvansiyonel hem de düşük sürüklenmeli memelerde havaya sürüklenme yoluyla oluşan kalıntı miktarlarının arttığını göstermiştir. Hava akımı hızının 12.6 m/s' den 22.3 m/s' ye artmasıyla konvansiyonel Albuz ATR memede havaya sürüklenen kalıntı miktarı %27.2 artmış iken, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memede %19.74 artmıştır. Bundan başka, pülverizatörün üç hava akımı hızında da konvansiyonel Albuz ATR meme ile oluşan sürüklenme kayıplarının düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memeye göre daha fazla olduğu saptanmıştır. Hava akımı hızının 12.6 m/s olduğu koşulda konvansiyonel Albuz ATR memenin havaya sürüklenmeyle oluşturduğu kalıntı miktarı düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memeye göre %50 daha yüksek iken, hava akımı hızının 17.7 m/s olduğu koşulda %63.1 daha yüksek ve hava akımı hızının 22.3 m/s olduğu koşulda ise %59.3 daha yüksek bulunmuştur.

Konvansiyonel pülverizatörle hava akım hızının 17.7 m/s ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu çalışma koşullarında ilerleme hızının ve meme tipinin havaya sürüklenen kalıntı miktarına etkileri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, pülverizatör ilerleme hızının artmasıyla hem konvansiyonel hem de düşük sürüklenmeli memelerde havaya sürüklenme yoluyla oluşan kalıntı miktarlarının arttığını göstermiştir. İlerleme hızının 4.5 km/h' den 10.32 km/h' e artmasıyla havaya sürüklenen kalıntı miktarı konvansiyonel Albuz ATR memede %62.2, konvansiyonel Lechler TR memede %61.8, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memede %63.1 ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memede %65.7 oranında artmıştır. Ayrıca, her üç ilerleme hızında da konvansiyonel memelerle havaya sürüklenen kalıntı miktarlarının düşük sürüklenmeli memelere göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. İlerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda konvansiyonel Lechler TR memesiyle havaya sürüklenen kalıntı miktarı en yüksek olup, havaya sürüklenen kalıntı miktarı en düşük olan düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesine göre %56.9 oranında daha fazladır. Diğer konvansiyonel Albuz ATR memesinin havaya

sürüklenen kalıntı miktarı, diğer düşük sürüklenmeli Lechler ITR memesine göre %40 oranında daha fazla bulunmuştur. İlerleme hızının 7.36 km/h olduğu koşulda, konvansiyonel Albuz ATR memenin havaya sürüklenen kalıntı miktarı en yüksek olup, havaya sürüklenen kalıntı miktarı en düşük olan düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesine göre %63.1 daha yüksek iken, diğer konvansiyonel Lechler TR memesinin havaya sürüklenen kalıntı miktarı diğer düşük sürüklenmeli meme olan Lechler ITR'ye göre %39.6 daha fazladır. İlerleme hızının 10.32 km/h olduğu koşulda havaya sürüklenen kalıntı miktarı açısından en yüksek değere sahip konvansiyonel Lechler TR memesinin en düşük değere sahip düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesine göre havaya sürüklenen kalıntı miktarı %55.7 oranında daha yüksek iken, diğer konvansiyonel meme olan Albuz ATR memenin havaya sürüklenen kalıntı miktarı, diğer düşük sürüklenmeli meme olan Lechler ITR memesine göre havaya sürüklenen kalıntı miktarı %37.1 oranında daha fazla bulunmuştur.

Kule tip pülverizatörle çalışmada hava akım hızı 19.95 m/s ve çalışma basıncı 10 bar olarak sabit tutularak ilerleme hızının ve meme tipinin havaya sürüklenen kalıntı miktarına etkileri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar konvansiyonel pülverizatörde olduğu gibi kule pülverizatörde de ilerleme hızının artmasıyla hem konvansiyonel hem de düşük sürüklenmeli memelerde havaya sürüklenme yoluyla oluşan kalıntı miktarlarının arttığını göstermiştir. İlerleme hızının 10.32 km/h olduğunda koşulda veri elde edilemediği için bu hız için değerlendirme yapılamamıştır. İlerleme hızının 4.5 km/h' den 7.36 km/h' e artmasıyla havaya sürüklenen kalıntı miktarı konvansiyonel Albuz ATR memede %6.4 oranında, konvansiyonel Lechler TR memede %1 oranında, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memede %8 ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memede %5.2 oranında artmıştır. Ayrıca, her iki ilerleme hızında da konvansiyonel memelerle havaya sürüklenme kayıpları düşük sürüklenmeli memelere göre daha fazla bulunmuştur. İlerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda konvansiyonel Lechler TR memesinin havaya sürüklenen kalıntı miktarı en yüksek, düşük sürüklenmeli Lechler ITR memesinin ise en düşük olup iki meme arasındaki fark %70.6'dır. Diğer konvansiyonel Albuz ATR memesinin havaya sürüklenen kalıntı miktarı ise diğer düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesine göre %44.4 daha fazla gerçekleşmiştir. İlerleme hızının 7.36 km/h olduğu koşulda konvansiyonel Lechler TR memesinin havaya sürüklenen kalıntı miktarı en

yüksek olup havaya sürüklenen kalıntı miktarı en düşük olan düşük sürüklenmeli Lechler ITR memesine göre %63.4 oranında daha fazla sürüklenme kaybı oluşturmuştur. Diğer konvansiyonel Albuz ATR memesinin havaya sürüklenen kalıntı miktarı ise diğer düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memesine göre %42.3 oranında daha fazla bulunmuştur.

5.4 Kaplama Oranı

Konvansiyonel pülverizatörle ilerleme hızının 7.36 km/h ve çalışma basıncının 10 bar olduğu çalışma koşullarında hava akım hızına ve meme tipine bağlı olarak bodur elma ağaçlarında sağlanan kaplama oranları değerlendirilmiştir. Pülverizatör hava akımı hızının 12.6 m/s' den 22.3 m/s' ye artmasıyla hem konvansiyonel konvansiyonel Albuz ATR meme hem de düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memede kaplama oranı değerleri artmıştır. Meme tipine bağlı olarak değerlendirme yapıldığında, her üç hava akımı hızında da genellikle konvansiyonel Albuz ATR meme ile bodur elma ağaçlarında sağlanan kaplama oranlarının düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memeye göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Konvansiyonel pülverizatörle hava akım hızının 17.7 m/s ve çalışma basıncının 10 bar olduğu çalışma koşullarında ilerleme hızı ve meme tipine bağlı olarak da bodur elma ağaçlarında sağlanan kaplama oranları değerlendirilmiştir. İlerleme hızının artmasıyla hem konvansiyonel hem de düşük sürüklenmeli memelerle bodur elma ağaçlarında sağlanan ortalama kaplama oranları azalmıştır. Diğer taraftan, pülverizatörün üç ilerleme hızında da konvansiyonel memelerle bodur elma ağaçlarında sağlanan ortalama kaplama oranları düşük sürüklenmeli memelere göre daha yüksek bulunmuştur. Pülverizatör ilerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda bodur elma ağaçlarında sağlanan kaplama oranı; konvansiyonel Albuz ATR memede %35.65, konvansiyonel Lechler TR memede %36.78, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memede %33.82 ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memede %32.50 olarak belirlenmiştir. İlerleme hızının 7.36 km/h olduğu koşulda kaplama oranları; konvansiyonel Albuz ATR memede %30.03, konvansiyonel Lechler TR memede %31.08, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memede %28.29 ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memede %29.66 olarak gerçekleşmiştir. İlerleme hızının 10.32 km/h olduğu koşulda kaplama oranları ise; konvansiyonel Albuz ATR memede %26.19,

konvansiyonel Lechler TR memede %25.75, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memede %23.15 ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memede %23.38 olarak bulunmuştur.

Kule tip pülverizatörle hava akım hızının 19.95 m/s ve çalışma basıncının 10 bar olarak sabit tutulduğu çalışma koşullarında, ilerleme hızının ve meme tipinin bodur elma ağaçlarında sağlanan kaplama oranına etkileri incelenmiştir. Konvansiyonel pülverizatörde olduğu gibi kule tip pülverizatörde de ilerleme hızının artmasıyla hem konvansiyonel hem de düşük sürüklenmeli memelerle bodur elma ağaçlarında sağlanan ortalama kaplama oranları azalmıştır. Ayrıca, tüm ilerleme hızlarında konvansiyonel memelerle elma ağaçlarında sağlanan ortalama kaplama oranları, düşük sürüklenmeli memelere göre daha yüksek bulunmuştur. İlerleme hızının 4.5 km/h olduğu koşulda bodur elma ağaçlarında sağlanan ortalama kaplama oranı; konvansiyonel Albuz ATR memede %36.5, konvansiyonel Lechler TR memede %35.12, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memede %34.59 ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memede %32.55 olarak belirlenmiştir. İlerleme hızının 7.36 km/h olduğu koşulda ortalama kaplama oranı; konvansiyonel Albuz ATR memede %31.37, konvansiyonel Lechler TR memede %32.04, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memede %28.95 ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memede %29.87 olarak gerçekleşmiştir. İlerleme hızının 10.32 km/h olduğu koşuldaki kaplama oranları ise; konvansiyonel Albuz ATR memede %26.79, konvansiyonel Lechler TR memede %25.68, düşük sürüklenmeli Albuz TVI ISO memede %23.67 ve düşük sürüklenmeli Lechler ITR memede %22.95 olarak gerçekleşmiştir.

KAYNAKLAR

- Ade, G., ve F. Pezzi (2001). Results of Field Tests on a Recycling Air-Assisted Tunnel Sprayer in a Peach Orchard”. *Journal of agricultural engineering research* 80 (2): 147-52.
- Ağaoğlu, S., Çelik, H., Çelik M., Fidan, Y., Gülşen Y., Günay, A., Halloran, N., Köksal, İ., Yanmaz R. (2001). Genel Bahçe Bitkileri (3.Baskı). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No:5, Ankara.
- Akçay, M. E., & Balcı, B. (2011). Entansif Meyvecilikte Kullanılan Bazı Terbiye Sistemleri/Some Pruning System in Intensive Fruit Growing. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(2).
- Amaya K.; Bayat A., (2023). The Present Situation Of The Pesticide Application By The Electrostatic Spraying Method For Fruit Trees In The World An Turkey
- An, Q., Li, D., Wu, Y. ve Pan, C. (2020). Deposition and distribution of myclobutanil and tebuconazole in a semidwarf apple orchard by hand-held gun and air-assisted sprayer application. *Pest Management Science*, 76(12), 4123-4130.
- Anonim, (2011). Elma Entegre Mücadele Teknik Talimatı Web Sitesi: https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/012_elma.pdf Erişim Tarihi 17.12.2024 Erişim Tarihi: 16.12.2024
- Anonim, (2017). Elma Yetiştiriciliği Web Sitesi: <http://persembe.ziraatodasi.org.tr/elma-yetisirciligi> Erişim Tarihi: 16.12.2024
- Anonim, (2024). Ülkelere Göre Dünya Elma Üretimi Web Sitesi: <https://atlasbig.com.tr/elma-uretimine-gore-ulkeler#:~:text=Apple%20%C3%9Cretimine%20G%C3%B6re%20%C3%9Cleri%20%C3%BC%C3%A7%C3%BCnc%C3%BC%20b%C3%BCy%C3%BCk%20elma%20%C3%BCreticisidir>. Erişim Tarihi: 16.12.2024
- Anonim (2025). Pestisitlerin Avantajları ve Dezavantajları Web Sitesi: <https://www.chefsbest.com/advantages-disadvantages-pesticides/> Erişim Tarihi: 11.04.2025
- Atay, A. N., & Atay, E. (2018). Elma Islahında ve Çeşit Yönetiminde Yenilikçi Eğilimler. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 28(2), 234-240.
- 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., P. Marucco ve G. Oggero (2002). Spray applications in Italian apple orchards: Target coverage, ground losses and drift. *ASAE Annual Meeting*, 1. American Society of Agricultural and Biological Engineers. ASAE Paper No: 021002.
- 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., Marucco P., Tamagnone M. (2007). A Test Bench For The Classification of Boom Sprayers According to Drift Risk *Crop Protection* 26 (2007) 1482-1489
- 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. nad 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.
- Bayat, A., Bozdoğan, N. Y., Soysal, A., & Öztürk, G. (2006). Hava akımlı bahçe pülverizatörleriyle gelişmiş turunçgil ağaçlarına yüksek hacimli ilaç uygulamaları. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 2(3), 181-188.
- Bayramoğlu, Z., & Çelik, Y. (2009). Konya ilinde elma üretiminin mevcut durumu ve gelişme olanakları. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 2(1), 11-15.
- Brown, D. L., D. K. Giles, M. N. Oliver ve P. Klassen (2008). Targeted spray technology to reduce pesticide in runoff from dormant orchards. *Crop Protection* 27 (3-5): 545-52.
- Campbell, M.M., Loveless, R.T. and Evans, P.T., (1988). Effects of Spraying Volume and Chemical Rate on the Control of Apple Scab (*Venturia Inaequalis*) and Codling Moth (*Cydia Pomonella*) in an Apple Orchard. *Crop Protection*, 7(2): 112-117.
- Caner, Ö. K. (2008). Yardımcı hava akımlı hidrolik pülverizatörle bağ ilaçlamasında toprak yüzeyine sürüklenmeyi azaltmaya yönelik en uygun kullanım koşullarının belirlenmesi.
- Cerruto, E. (2007a). Influence Ofairflow Rate And Forward Speed On The Spray Deposit in Vineyards. *Journal of Agricultural Engineering*, 38(1), 7-14.
- Cerruto, E. (2007b). Further studies on the variation of spray deposits in vineyards with airflow rate and volume rate. *Journal of Agricultural Engineering*, 38(1), 31-38.
- Chen, Y., H. Zhu ve H. E. Ozkan. (2012). Development of a variable-rate sprayer with laser scanning sensor to synchronize spray outputs to tree structures. *Transactions of the ASABE* 55 (3): 773-781.
- Codis, S., Bonicel, J. F., Diouloufet, G., Douzals, J. P., Hébrard, O., Montegano, P., & Vergès, A. (2013). EvaSprayViti: a new tool for sprayer's agro-environmental performance assessment. In 12th Workshop on spray application techniques in fruit growing (SuproFruit 2013), Valencia (Spain).

- Cross, J.V., Walklate, P.J., Murray, R.A. and Richardson, G.M., (2001a). Spray Deposits and Losses in Different Sized Apple Trees From an Axial Fan Orchard Sprayer: 2. Effects of Spray Liquid Flow Rate. *Crop Protection*, 20(1): 13-40.
- Cross, J.V., Walklate, P.J., Murray, R.A. and Richardson, G.M., (2001b). 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.
- Cross, J.V., Walklate, P.J., Murray, R.A. and Richardson, G.M., (2003). Spray Deposits and Losses in Different Sized Apple Trees From an Axial Fan Orchard Sprayer: 3. Effects of Air Volumetric Flow Rate. *Crop Protection*, 22(2): 381-394.
- Çelen, İ. H. (2023). Tarım Dijitalleşirken Bitki Koruma Teknolojileri. *Tarım, Orman Ve Su Bilimlerinde Yenilikçi Çalışmalar*, 97-120.
- Çelen, İ. H. (2008). Effect of angle of sprayer deflector on spray distribution in dwarf apple trees. *Journal of Agronomy*, 7(2), 206-208.
- Çilingir, İ., Dursun, E. (2018). Bitki Koruma Makinaları (3.Baskı). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1531, Ders Kitabı: 484, Ankara.
- Derksen, R. C., H. Zhu, R. D. Fox, R. D. Brazee ve C. R. Krause (2007). Coverage and drift produced by air induction and conventional hydraulic nozzles used for orchard applications. *Transactions of the ASABE* 50 (5): 1493-1501.
- Dolera, L., Vercher, R., Garcerá, C., Soler, J. M., & Val, L. (2012). Spraying citrus orchards with antidrift nozzles.
- Doruchowski, G. ve R. Holownicki. (2000). Environmentally friendly spray techniques for tree crops. *Crop Protection* 19 (8-10): 617-22.
- Doruchowski, G., Ś. Wiechowski, W., Masny, S., Maciesiak, A., Tartanus, M., Bryk, H. ve Hołownicki, R. (2017). Low-drift nozzles vs. Standard nozzles for pesticide application in the biological efficacy trials of pesticides in apple pest and disease control. *Science of the Total Environment*, 575, 1239-1246.
- Dou, H., Zhai, C., Chen, L., Wang, X., & Zou, W. (2021). Comparison of orchard target-oriented spraying systems using photoelectric or ultrasonic sensors. *Agriculture*, 11(8), 753.
- Dursun, E., Çilingir, İ., Erman, A., Sabahoğlu, Y., Zeki, C., & Şenöz, B. (2008). Elma içkurdu (*Cydia pomonella* L. mücadelesinde yardımcı hava akımlı iki bahçe pülverizatörünün ilaç uygulama etkinliğinin belirlenmesi.
- Dursun, E. (1994). Tarla Pülverizatörlerinde İlaçlama Özelliklerinin İyileştirilme Olanakları. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı Doktora Tezi.
- Escolà, A., F. Camp, F. Solanelles, S. Planas, F. Gracia, J.-R. Rosell, E. Gil ve L. Val (2006). Spray application volume test in apple and pear orchards in Catalonia (Spain) and Variable Rate Technology for dose adjustment. *ASAE Annual Meeting*, 1. American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- Faostat, (2024). FAO İstatistik Bölümü. <https://www.fao.org/> (Erişim tarihi: 17 Aralık 2024).

- Ferguson, J. C., O'Donnell, C. C., Chauhan, B. S., Adkins, S. W., Kruger, G. R., Wang, R., ... & Hewitt, A. J. (2015). Determining the uniformity and consistency of droplet size across spray drift reducing nozzles in a wind tunnel. *Crop Protection*, 76, 1-6.
- Fox, R. D., D. L. Reichard, R. D. Brazee, C. R. Krause ve F. R. Hall (1993). Downwind residues from spraying a semi-dwarf apple orchard. *Transactions of the ASAE* 36 (2): 333-340.
- Gil, Y., Sinfort, C., Brunet, Y., Polveche, V., & Bonicelli, B. (2007). Atmospheric loss of pesticides above an artificial vineyard during air-assisted spraying. *Atmospheric Environment*, 41(14), 2945-2957.
- Garcerá, C., Moltó, E., & Chueca, P. (2017). Spray pesticide applications in Mediterranean citrus orchards: Canopy deposition and off-target losses. *Science of the Total Environment*, 599, 1344-1362.
- 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.
- Güleryüz, M. (1993). Günümüz Meyve Yetiştiriciliğinde Görülen Bazı Teknik Gelişmeler. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(1).
- Grella M., Marucco P., Manzone M., Gallo R., Mazzetto F., Balsari P., (2021). Indoor test bench measurements of potential spray drift generated by multi-row sprayers. *International Workshop on Metrology for Agriculture and Forestry* 978-1-6654-0533-1/21
- 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., G. Doruchowski, A. Godyn ve W. Swiechowski (2000). Variation of spray deposit and loss with air-jet directions applied in orchards. *Journal of Agricultural Engineering Research* 77 (2): 129-36.
- Jafari, M. A., Sadeghi, M., & Zaki, D. H. (2016). Comparing Quality of a Telescopic Boom Sprayer with Conventional Orchard Sprayers in Iran, 585-599.
- Jamar, L., Mostade, O., Huyghebaert, B., Pigeon, O., & Lateur, M. (2010). Comparative performance of recycling tunnel and conventional sprayers using standard and drift-mitigating nozzles in dwarf apple orchards. *Crop Protection*, 29(6), 561-566.
- Kesik, A. (2021). Tescilli bazı SÖ ayva anaçlarının, Williams, Beurre Hardy ve Passe Crassane armut çeşitlerinde genç ağaçların vejetatif ve generatif gelişimleri üzerine etkileri (Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Türkiye).
- Landers, A. (2011a). Improving spray deposition and reducing drift—airflow adjustment is the answer. *New York Fruit Quarterly*, 19(4), 3-6.
- Landers, A. N. D. R. E. W. (2011b). Drift from fruit sprayers-why not prevent it at source?.
- Larbi, P. A. (2024). On-target Deposition from Two Engine-Powered Sprayers in Medium Foliage Density Citrus Canopies. Lešnik, M., C. Pintar, A. Lobnik ve M. Kolar

2005. Comparison of the effectiveness of standard and drift-reducing nozzles for control of some pests of apple. *Crop protection* 24 (2): 93-100.
- Lešnik, M., Pintar, C., Lobnik, A. and Kolar, M., (2005). Comparison of the Effectiveness of Standart and Drift-Reducing Nozzles For Control of Some Pests of Apple. *Crop Protection*, 24(2): 93-100.
- Lešnik, M., Stajniko, D., & Vajs, S. (2015). Interactions between spray drift and sprayer travel speed in two different apple orchard training systems. *International journal of environmental science and technology*, 12, 3017-3028.
- Liu, Y., Li, L., Liu, Y., He, X., Song, J., Zeng, A., & Wang, Z. (2020). Assessment of spray deposition and losses in an apple orchard with an unmanned agricultural aircraft system in China. *Transactions of the ASABE*, 63(3), 619-627.
- Loquet, B., Siham, M., Zavagli, F., & Gleizer, B. (2009). Reducing drift during spray application in orchard: efficiency of nozzles. *SuproFruit* 2009, 72.
- Magdalena, J. C., L. Val, AP di Prinzio ve S. Behmer (2012). Effect of a cross flow sprayer and an air-carrier, axial-fan sprayer on the quality distribution, pest control and drift in an apple orchard.
- McArtney, S. J. ve J. D. Obermiller (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., Zande, J. V. D., & Wenneker, M. (2009). Nozzle classification for drift reduction in orchard spraying; effect of nozzle type in a dormant stage orchards. *SuproFruit* 2009, 36.
- Miranda-Fuentes, A., Rodríguez-Lizana, A., Gil, E., Agüera-Vega, J. ve Gil-Ribes, J. A. (2015). Influence of liquid-volume and airflow rates on spray application quality and homogeneity in super-intensive olive tree canopies. *Science of the Total Environment*, 537, 250-259.
- Öz, F., Büyükyılmaz, M., & Burak, M. (1995). Bodur meyve yetiştiriciliği. Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Yayınları, Yalova, 54.
- Özçatalbaş, O., Turhanoğulları, Z., & Kutlar, İ. (2009). Dünya elma üretim sektörünün genel durumu ve gelişmeler. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, (1), 139-144.
- Pathak SV., Sgšrsat NA., Shahare Pu., Pawar PS., (2021). A Rewiev Study On Vertical Boom Sprayer For Orchard The Pharma Innovation Journal Sp-10(6): 57-59
- Pergher, Gianfranco ve Rino Gubiani. (1995). "The effect of spray application rate and airflow rate on foliar deposition in a hedgerow vineyard". *Journal of Agricultural Engineering Research* 61 (3): 205-16.
- Pergher, G., R. Gubiani ve G. Tonetto. (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., & Petris, R. (2007). Canopy structure and deposition efficiency of vineyard sprayers. *Journal of Agricultural Engineering*, 38(2), 31-38.

- Pergher, G. and Petris, R. (2008). The effect of air flow rate on spray deposition in a guyot-trained vineyard. *Agricultural Engineering International*. Manuscript ALNARP 08 010 Vol.X
- Pergher, G., R. Gubiani, S. RS Cividino, D. Dell'Antonia ve C. Lagazio. (2013). Assessment of spray deposition and recycling rate in the vineyard from a new type of air-assisted tunnel sprayer. *Crop Protection* 45: 6-14.
- Pezzi, F., & Rondelli, V. (2000). The performance of an air-assisted sprayer operating in vines. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 76(4), 331-340.
- Planas, S., Solanelles, F. and Fillat, A., (2002). Assesment of Recycling Tunnel Sprayers in Mediterranean Vineyards and Apple Orchards. *Biosystem Engineering*, 82(1): 45-52.
- Rautmann, D. (2003). Drift Reducing Sprayers--Testing and Listing in Germany. In 2003 ASAE Annual Meeting (p. 1). American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- Sánchez-Hermosilla, J., Rincón, V. J., Páez, F., & Fernández, M. (2012). Comparative spray deposits by manually pulled trolley sprayer and a spray gun in greenhouse tomato crops. *Crop Protection*, 31(1), 119-124.
- Sedlar, A. D., Bugarin, R. M., Nuytens, D., Turan, J. J., Zoranovic, M. S., Ponjican, O. O., & Janic, T. V. (2013). Quality and efficiency of apple orchard protection affected by sprayer type and application rate. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 11(4), 935-944.
- 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.
- Siegfried W., Viret O., Huber B., Wohlhauser R. (2007). Dosage Of Plant Protection Products Adapted to Leaf Area Index in Viticulture *Crop Protection* 26(2007) 73-82
- Sinha, R., Khot, L. R., Hoheisel, G. A., Grieshop, M. J., & Bahlol, H. (2019). Feasibility of a Solid set canopy delivery system for efficient agrochemical delivery in vertical shoot position trained vineyards. *Biosystems Engineering*, 179, 59-70.
- Storey, G., Meng, Q., & Li, B. (2022). Leaf disease segmentation and detection in apple orchards for precise smart spraying in sustainable agriculture. *Sustainability*, 14(3), 1458.
- 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.
- Theriault R., Salyani M., Panneton B., (2001). Development Of A Recycling Sprayer For Efficient Orchard Pesticide Application *Applied Engineering in Agriculture* Vol 17(2): 143-150
- Toy, M., & Dursun, E. (2015). Bağlarda Konvansiyonel ve Düşük Sürüklenmeli Meme Tiplerinin Kalıntı Miktarı ve Dağılım Düzensizliği Yönünden Karşılaştırılması. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 11(3), 201-208.

- Van de Zande, J. C., & Wenneker, M. (2008). Nozzle classification for drift reduction in orchard spraying; identification of drift reduction class threshold nozzles. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*.
- Van de Zande, J. C., Wenneker, M., Stallinga, H., Michielsen, J. M. G. P., van Velde, P., & 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. In *Proceedings of abstracts 12th Workshop Spray Application Techniques in Fruit Growing*, 26-28 June 2013, Valencia, Spain (pp. 14-15).
- Vercruyssen, F., Steurbaut, W., Drieghe, S. and Dejonckheere, W., (1999). Off Target Ground Deposits From Spraying a Semi-Dwarf Orchard. *Crop Protection*, 18(9): 565-570.
- Wang, S., Wang, W., Lei, X., Wang, S., Li, X., & Norton, T. (2022). Canopy segmentation method for determining the spray deposition rate in orchards. *Agronomy*, 12(5), 1195.
- Wenneker, M., Van de Zande, J. C., Meuleman, J., Doruchowski, G., Balsari, P., & Marucco, P. (2009a). Advanced spraying techniques in fruit growing--the ISAFRUIT project--towards safer and better quality of fruit. *Communications in agricultural and applied biological sciences*, 74(1), 67-74.
- Wenneker, M., Van de Zande, J. C., & Poulsen, M. (2009b). Effect of nozzle type on pesticide residues on fruits. In *SuproFruit 2009 10th Workshop on spray application techniques in fruit growing*. 30 sept-2 october 2009, Wageningen, The Netherlands (pp. 30-31).