

Hava Akımlı Bahçe Pülverizatörleriyle Gelişmiş Turunçgil Ağaçlarına Yüksek Hacimli İlaç Uygulamaları

Ali Bayat¹, Nigar Yarpuz Bozdoğan¹, Alper Soysal², Galip Öztürk³

¹Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, Adana

²Çukurova Üniversitesi Ceyhan Meslek Yüksekokulu, Ceyhan-Adana

³Uzel Makine Sanayi A.Ş. Topçular, Kışla Cad. No:5 Rami, 34055 İstanbul
alibayat@cu.edu.tr

Özet : Bu çalışmada turunçgil ağaçlarına 5712 l/ha (28 l/ağaç) ve 4080 l/ha (20 l/ağaç) gibi yüksek hacimlerde ilaç uygulamak için, üç adet hava akımlı pülverizatör (aksiyal fanlı Holder, yerli yapım fanlı Holder ve NI OVS50 teğetsel akışlı Holder pülverizatör), dört farklı uygulama şeklinde işletilmiş ve elde edilen bazı sonuçlar püskürtme tabancalı uygulama ile karşılaştırılmıştır. Denemeler 7X7 m'lik dikimli 'Hamlin' portakal ağaçları üzerinde yürütülmüş olup, püskürtme sıvısı olarak BSF iz maddesi içerikli bir çözelti kullanılmıştır. Hedef yüzeyler üzerinde kalıntı miktarı flourometrik yöntemle, kaplama oranı ise suya duyarlı kartlar kullanılarak bir görüntü işleme programı ile belirlenmiştir. Elde edilen verilere göre, 5712 l/ha uygulama hacmiyle çalışmada en yüksek kalıntı ve kaplama oranı aksiyal fanlı Holder pülverizatörünün ATR 80 (Albuz mavi uç) konik hüzmeli meme ile işletilmesinde sağlanmıştır. Bu pülverizatörün 4080 l/ha'lık uygulama hacmiyle işletilmesi, püskürtme tabancasına alternatif olarak görünmektedir. Püskürtme tabancası ile 4243 l/ha (20.8 l/ağaç) uygulama hacminde ağaç üzerinde daha fazla kalıntı sağlanmasına rağmen, hava akımlı pülverizatörlere göre oluşan kayıpların oranı daha yüksek olmuştur.

Anahtar kelimeler: Hava akımlı bahçe pülverizatörleri, turunçgil ilaçlama, uygulama hacmi, kalıntı ve kaplama

High Volume Spraying by Air-Blast Orchard Sprayers on Mature Citrus Trees

Abstract : Four sprayer treatments incorporating three air blast sprayers, two axial blowers (Holder-Uzel blower with 1.05 diameter and domestic made blower with 0.95 m diameter) and one tangential blower (NI 1000 OVS 50 Holder-Uzel Blower) were used to apply spray solution at volume rates of 5712 l ha⁻¹(28 l/tree) and 4080 l ha⁻¹(20 l/tree). Also a manual spraying was performed at application volume of 4080 l/ha. A spray solution contained Brillant Sulpho Flavin was applied. Experiments were performed on 'Hamlin' orange trees planted on 7x7 m row. Spray deposition on target surfaces was detected by fluorometric method and coverage on water sensitive papers was measured by an image process programme. ATR 80 nozzles (Albuz blue tip) application of Holder sprayer with axial blower achieved more deposits and coverage on targets at application volume of 5712 lha⁻¹ compared to the other air blast sprayers used. Deposition and coverage achieved by manual spraying at volume of 4243 lha⁻¹ was the same as Holder sprayer with axial blower. Spray run-off by manual spraying was higher than the air blast sprayers at application volume of 4080 lha⁻¹.

Keywords: Air blast sprayer, citrus spraying, application volume, spray deposit and coverage

GİRİŞ

Turunçgiller herdem yeşil olmaları nedeniyle üzerinde birçok hastalık ve zararlı barındırabilmektedir. İlaçlama metodu ağacın büyüklüğü, kullanılacak kimyasal formülasyona, hedef zararlıya, ilaçlama zamanına, hava koşullarına ve uygulamanın toplam maliyetine bağlı olarak değişebilir (Salyani ve McCoy,

1989). Ancak, Türkiye'de turunçgil ağaçlarına ilaç uygulamada çoğu kez püskürtme tabancası ile donatılmış yüksek basınçlı hidrolik pülverizatörler kullanılmaktadır. Kimyasal ilaç olarak da ucuz ve fitotoksitesi düşük beyaz yağlar tercih edilmektedir. Yılda periyodik olarak minimum iki kez (Mart ve

Haziran aylarında) beyaz yağ uygulaması yapılmaktadır. Ancak son yıllarda artan yakıt ve iş gücü maliyetleri, birçok üreticiyi daha ekonomik yöntemlerle ilaç uygulamaya yöneltmektedir.

Petrol ürünü beyaz yağ uygulamalarında, hedef yüzeyler üzerinde yüzde yüze yakın bir ilaç kaplaması sağlamak için, yüksek hacimli uygulamalarla ilaçlama yapılmaktadır. Püskürtme tabancası kullanılarak yapılan uygulamalarda ağaç gelişim düzeyi ve birim alandaki ağaç sayısına bağlı olarak, 2000–9000 l/ha sınırları arasında değişen uygulama hacimleri kullanılmaktadır. Püskürtme tabancalı uygulamalar dışında, bu denli yüksek uygulama hacimleri düşey çubuklu ve üzerinde hareketli memelere sahip yüksek basınçlı pülverizatörlerle (Oscillating boom sprayer) sağlanabilmektedir. Üzerinde hareketli memelere sahip düşey püskürtme çubuklu pülverizatörler, sağladıkları etkinlik açısından (Chapman ve ark., 1981; Furness ve Pinczewski, 1985) püskürtme tabancalarına alternatif olarak gösterilmelerine rağmen, satın alma bedelleri ve bakımı son derece pahalı ekipmanlardır (Cunningham ve Harden, 1999). Meyve ağaçlarını ilaçlamak için geliştirilmiş yardımcı hava akımlı bahçe pülverizatörleri, püskürtme tabancalı uygulamalara göre daha yüksek iş verimine sahip olmalarına rağmen, bu pülverizatörler ancak orta hacimli uygulamalara imkan tanımakta ve turunçgil ağaçları üzerinde yeterli düzeyde ilaç kaplaması sağlayamamaktadırlar (Carman, 1977; Chapman ve ark., 1981). Hava akımlı düşük uygulama hacimli bahçe pülverizatörleri özellikle ağaç tacı iç kısımlarında ve ağaç tacının üst bölgelerinde sağladıkları yetersiz etkinlik nedeniyle beyaz yağ uygulamalarında başarısız olarak değerlendirilmektedir (Whitney ve Salyani, 1991). Turunçgil ağaçlarına ilaç uygulamada kullanılacak hava akımlı bir pülverizatörün yeterli düzeyde hava debisi ve hava hızına da sahip olması gerekir. Çünkü püskürtme memelerinden oluşturulan damlaların ağaç tacı iç kısmına ve taç tepe noktalarına kadar ulaşabilmesi, taşıyıcı hava akımının damlalara kazandırdığı enerjiye bağlıdır. Randal (1971), hava akımlı bahçe pülverizatörlerinde, daha yüksek hava verdisinin elma ağaçlarında daha fazla ilaç tutunması ve daha homojen ilaç dağılımı sağladığını belirtmiştir. Juste ve ark. (1990), 20 000 m³/h (24 m/s hava hızı) ve 10 800 m³/h (45-50 m/s hava hızı) hava debisine sahip pülverizatörlerle turunçgil ağaçlarına yaptıkları

uygulamalarda, püskürtme tabancasından daha düşük ilaçlama etkinliği sağlamışlardır. Bayat ve ark., (2000) hava debisi 16 500 m³/h (40 m/s hava hızı) olan standart tip hava akımlı ve hava debisi 17 850 m³/h olan kuleli tip bir pülverizatörle turunçgil ağaçlarına yaptıkları uygulamalarda, standart tip hava akımlı pülverizatörle, kuleli tipe göre yapraklar üzerinde daha fazla kaplamanın sağlandığını saptamışlardır. Aynı araştırmada kabuklu bite karşı yapılan beyaz yağ uygulamalarında kullanılan hava akımlı pülverizatörlerden hiç biri püskürtme tabancasına alternatif olamamıştır. Bu araştırmanın amaçları; (1) yüksek uygulama hacmi ile çalıştırılan 3 tip yardımcı hava akımlı pülverizatörle, turunçgil ağaçlarına ilaç uygulamada yaprak ve meyveler üzerinde sağlanan ilaç miktarı ve kaplamayı (koveraj) saptamak, (2) her bir pülverizatörle ağaç altlarında oluşan ilaç kayıplarını belirlemek ve (3) elde edilen sonuçları püskürtme tabancalı uygulama ile karşılaştırmaktır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bahçe denemeleri Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi üretim çiftliğine ait Hamlin portakal bahçesinde yürütülmüştür. Deneme bahçesindeki ağaçlar 7x7 m dikim esasına göre dikilmiş olup, ağaç yüksekliği 5–5.5 m, ağaç tacı çapı 5 m olarak ölçülmüştür. Ağaçlar 29 yaşında olup, 27 yaşında düşey budamaya tabi tutulmuşlardır. Hamlin portakal meyvesinin ortalama ağırlığı 160.9 gr, meyvenin ortalama çapı 68.82 mm ve meyvenin ortalama uzunluğu 68.08 mm'dir. Denemeler 2006 yılı Mart ayında yürütülmüştür. Denemeler boyunca sıcaklık değişimi 16–18 °C ve rüzgar hızı <1.5 m/s olarak ölçülmüştür. Araştırmada kullanılan 3 adet hava akımlı bahçe pülverizatörüyle toplam 4 adet farklı uygulama yapılmıştır. Hava akımlı bahçe pülverizatörleri olarak; (1) Holder (Uzel Makine sanayi-Türkiye) yapımı 1.05 m çaplı bir aksiyal fana sahip pülverizatör (Şekil 1), (2) Holder yapımı ancak üzerinde 0.95 m'lik çapa sahip yerli yapım aksiyal fanlı pülverizatör (Şekil 3) ve (3) Holder yapımı NI OVS50 olarak anılan iki adet teğetsel akışlı fana sahip, çift püskürtme başlıklı (Şekil 4) pülverizatörler kullanılmıştır. Holder aksiyal fanlı pülverizatörün, Albus marka ATR 80 memeleri ve ayrıca Lechler ST 652 memelerle (Şekil 2) iki ayrı uygulaması yapılmıştır. Araştırmada, püskürtme tabancalı pülverizatör olarak Ç.Ü. Ziraat Fakültesi

işletmesi tarafında kullanılan çift tabancalı çekilir tip bir hidrolik pülverizatör (Önallar Pülverizatör İmalat San.-Konya) kullanılmıştır. Hava akımlı pülverizatörlerin püskürtme ünitelerinde, toplam 28 adet Albuz marka ATR 80 mavi uçlu konik huzmeli memeler kullanılmıştır. Ancak, Holder aksiyal fanlı pülverizatörün bir uygulamasında ise 14 adet Lechler marka yelpaze huzmeli ST 652 nolu memeler kullanılmıştır. Teğetsel akışlı fana sahip pülverizatörde sağlı-sollu olarak işletilen püskürtme başlıklarının her ikisi de tek tarafa yönlendirilmiştir. Püskürtme tabancalı pülverizatörde ise türbülans odası açıklığı ayarlanabilir tip, meme plakası 2.5 mm olan 2 ayrı püskürtme tabancası kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan pülverizatörler, işletme değerleri ve kısa semboller ile gösterimi Çizelge 1’de verilmiştir. Püskürtme tabancalı uygulamada, ilaçlama operatörleri, kendi ilaçlama alışkanlıklarına göre ilaçlama yapmışlardır. İlaçlama süresince tüketilen su miktarı ağaç sayısına bölünerek ağaç başına uygulama hacmi saptanmıştır. Deneme tesadüfi blokları deneme desenine göre 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Parsel büyüklüğü 4 ağaç x 3 sıradan oluşmuş olup, her parselde 6 ağaçtan örnekler alınmıştır. Her parsel bitişiğindeki iki sıra, her sırada ise 4 ağaç kenar payı

olarak ilaçlanmadan boş bırakılmıştır. Hava akımlı makinelerle uygulamalarda 5712 l/ha uygulama hacmi için 1.8 km/h, 4080 l/ha uygulama hacmi için 2.5 km/h ilerleme hızlarında püskürtme işlemleri yapılmıştır. Hava akımlı uygulamalarda tüm memelerin toplam verdisi 120 l/min olarak ölçülmüştür. Araştırmada her bir püskürtme yöntemiyle yapraklar, meyveler üzerinde tutunan ve yere akan ilaç miktarının saptanması için, içerisinde 0.084 g/l Brillant Sulpho Flavin (BSF; Chroma-Gesellschaft, Schimid GmbH. Co, Germany) bulunan bir sıvı püskürtülmüştür. Hedef yüzeyler üzerindeki kalıntı miktarlarının belirlenmesinde; püskürtme sıvısı toplayıcı yüzey olarak çapı 2.5 cm olan filtre kağıtları, kaplama oranının saptanmasında ise 26x52 mm ölçülerinde suya duyarlı kâğıtlar (Water sensitive paper developed by Syngenta, Germany) kullanılmıştır. Her bir parseldeki örnekleme ağaçları, düşey olarak yerden 2 m yükseklikte ve 4 m yüksekliklerde iki bölgeye ayrılmıştır.

Örnekleme, ağaç tacının ¼ lük bölümünde, ilaçlama doğrultusuna paralel 0°, 45°ve 90°'lik açılarda, ağaç tacı dış ve iç (60–80 cm içeri doğru) bölgelerinde yapılmıştır (Şekil 5).

Çizelge 1. Pülverizatörler ve işletme karekteristikleri

| Pülverizatör | Hava debisi (m ³ h ⁻¹) | Hava hızı (m s ⁻¹)* | P _{işletme} (bar) | V _{traktör} (km h ⁻¹) | Uygu. hacmi (l ha ⁻¹) | Ağaç uyg.hacmi (l/tree) |
|--|---|---------------------------------|----------------------------|--|-----------------------------------|-------------------------|
| Holder aksiyal fanlı Pül. (Albuz ATR80 meme) (M _{1A}) | 99 500 | 42.3 | 17 | 1.8 | 5712 | 28 |
| Holder aksiyal fanlı Pül. (Lechler ST652 meme) (M _{1L}) | 99 500 | 42.3 | 16 | 1.8 | 5712 | 28 |
| Yerli yapım aksiyal fanlı pül (Albuz ATR80 meme) (M ₂) | 43 950 | 35.7 | 17 | 1.8 | 5712 | 28 |
| Holder OVS50 pül. (Albuz ATR80 meme) (M ₃) | 44 100 | 35.5 | 17 | 1.8 | 5712 | 28 |
| Püskürtme tabancalı pül. (M ₄) | - | - | 22 | - | 4243 | 20.8 |

*: Veriler 540 d/min kuyruk mili hızında alınmıştır.



Şekil 1. M_{1A} pülverizatörü



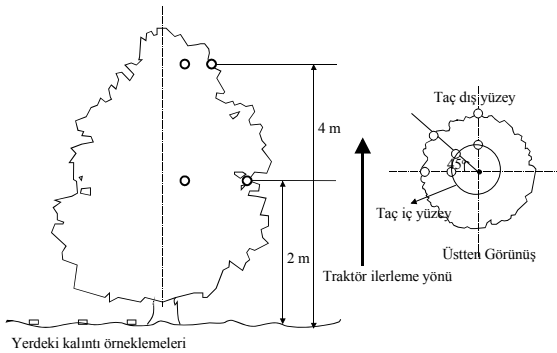
Şekil 2. M_{1L} pülverizatörü



Şekil 3. M₂ pülverizatörü



Şekil 4. M₃ pülverizatörü



Şekil 5. Kalıntı, kaplama oranı ve ilaç kayıpları örnekleme modeli

Meyveler üzerindeki kalıntı miktarının saptanmasında, yaprak üzerindeki kalıntı örneklemesine benzer şekilde örnekleme yapılmıştır. Örnekleme yerlerinden ağaç başına toplam 12 adet meyve toplanmıştır. İlaçlama sırasında ağaç üzerinde tutunmayıp veya doğrudan toprağa akan kalıntı miktarını saptamak için, kalıntı örnekleme doğrultularında ağaç tacı altına 9 adet filtre kâğıdı ve suya duyarlı kart donatılmış takoz kullanılmıştır. BSF içerikli sıvı püskürtüldükten sonra, örnekleme yüzeylerindeki filtre kâğıtları kavanozlara, suya duyarlı kartlar toplanarak saklama kutularına ve meyve örnekleri de saklama poşetlerine alınmıştır. Filtre kâğıtları üzerinde tutunan BSF kalıntı miktarı Fluorometrik yöntemle saptanmıştır. Her kavanozdaki filtre kâğıtları üzerine, içinde %3,33 metil alkol bulunan 50 ml saf su ilave edilerek, kavanozlar bir çalkalayıcı ile 15 dakika çalkalanmıştır. Çalkalama işleminden sonra, kavanoz içindeki karışımdan standart fluorometre tüpleriyle örnek alınarak fluorometrede (2001 A Fluoro-Tec, USA) fluoroşılık değeri ölçülmüştür. Ölçülen bu değer Bayat (1987) de verilen yöntemle, birim yaprak alanı başına kalıntı miktarına ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) dönüştürülmüştür. Meyve örnekleri üzerindeki kalıntı miktarını belirlemek üzere, her meyve örneği üzerine 450 ml saf su ilave edilerek, BSF kalıntısının suya geçmesi sağlanmıştır. BSF püskürtülmemiş meyve örneklerinin de aynı yöntemle fluoroşılık değeri saptanmış, bu değer BSF püskürtülmüş meyve örneklerine ait fluorometrik okuma değerlerinden çıkarılmıştır. Meyvelerin yüzey alanı ölçülmediğinden, meyve üzerindeki kalıntı değerleri $\mu\text{g}/\text{ml}$ birimi ile ifade edilmiştir. Suya duyarlı

kartlar üzerinde sağlanan kaplama oranını saptamak için, kartlar üzerindeki lekeler bir tarayıcı (HP scanjet 4450C tarayıcı) ile 600 dpi de taranmış ve elde edilen görüntüler Image Tool (Free Version 3.0) görüntü işleme programında değerlendirilerek % kaplama değerleri hesaplanmıştır. Değerlendirmelerde, tamamen sarı renkten maviye dönüşmüş kartlar üzerindeki kaplama oranı %100 olarak kabul edilmiştir. Veriler SPSS (Version 10.0) istatistik programıyla tek yönlü varyans analizine göre değerlendirilmiş olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar için Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Püskürtme işlemlerinde BSF konsantrasyonu sabit tutulduğundan, farklı uygulama hacimlerinde sağlanan kalıntı ve kaplama değerlerini doğrudan karşılaştırabilmek için, 4080 l/ha uygulama hacminde sağlanan veriler 1,38 (2,5/1,8 km/h) olarak hesaplanan hız faktörüyle çarpılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırmada farklı uygulama hacimlerinde her bir püskürtme yöntemiyle ağaç üzerinde seçilen doğrultularda sağlanan ortalama kalıntı miktarları ve kaplama oranları Çizelge 2 ve 3'de verilmiştir.

Çizelge 2 incelendiğinde de görüleceği üzere, 5712 l/ha'lık uygulama hacminde en yüksek kaplama değerleri Holder-aksiyal fanlı pülverizatörün ATR 80 konik hüzme memeli uygulamasıyla sağlanmıştır.

Holder-aksiyal fanlı Lechler ST 652 yelpaze hüzmeli uygulama ile, Holder NI OVS50 pülverizatörü yaprak yüzeyleri üzerinde benzer kalıntı ve kaplama değerleri sağlarken, en düşük kalıntı ve kaplama değerleri Holder pülverizatörünün yerli yapım fanlı uygulaması ile sağlanmıştır. Örnekleme doğrultularındaki kalıntı miktarları değişimi dikkate alındığında ise, aksiyal fanlı Holder pülverizatörünün iki farklı meme tipi ile uygulamalarında en düşük kalıntı değişiminin (%CV=13) sağlandığı görülmüştür.

Uygulama hacminin 4080 l/ha olması durumunda, en yüksek kalıntı Holder aksiyal fanlı pülverizatörün ATR 80 memeleriyle ve püskürtme tabancası ile uygulamalarda (4243 l/ha) sağlandığı görülmüştür. Kapsama oranları dikkate alındığında ise, aksiyal fanlı Holder pülverizatörünün ATR 80 ve Lechler 652 memeleriyle işletilmesi, püskürtme tabancasına göre daha yüksek kaplama değerleri sağlamıştır (Çizelge 3).

Çizelge 2. Pülverizatörlerle 5712 l/ha (28 l/ağaç) uygulama hacminde örnekleme doğrultularına göre yaprak yüzeylerinde sağlanan ortalama kalıntı ve kaplama değerleri

| Pülveri- zator | Kalıntı ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) | | | %CV | Ortalama kalıntı ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) | Kaplama oranı (%) | | | %CV | Ortalama kaplama (%) |
|-------------------|---------------------------------------|-------|-------|-------|--|-------------------|-------|-------|-------|----------------------------|
| | 0 | 45 | 90 | | | 0 | 45 | 90 | | |
| M _{1A} | 0.613 | 0.801 | 0.758 | 13.65 | 0.724 a* | 70.74 | 74.70 | 78.31 | 5.07 | 74.58 a* |
| M _{1L} | 0.475 | 0.615 | 0.575 | 13.02 | 0.555 b | 60.83 | 75.27 | 62.34 | 15.77 | 63.97 b |
| M ₂ | 0.184 | 0.313 | 0.382 | 29.30 | 0.293 c | 36.58 | 61.35 | 56.16 | 25.43 | 51.35 c |
| M ₃ | 0.434 | 0.632 | 0.613 | 19.58 | 0.560 b | 42.42 | 69.57 | 64.61 | 21.34 | 56.12 bc |

*; sutunda farklı farflerle gösterilen değerler P<0.05 düzeyinde farklıdır

Çizelge 3. Pülverizatörlerle 4080 l/ha (20 l/ağaç) uygulama hacminde yaprak yüzeylerinde sağlanan ortalama kalıntı ve kaplama değerleri

| Pülveri- zator | Kalıntı ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) | | | %CV | Ortalama Kalıntı ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) | Kaplama oranı (%) | | | %CV | Ortalama kaplama (%) |
|-------------------|---------------------------------------|-------|-------|-------|--|-------------------|-------|-------|-------|----------------------------|
| | 0 | 45 | 90 | | | 0 | 45 | 90 | | |
| M _{1A} | 0.514 | 0.706 | 0.673 | 16.26 | 0.631 a* | 67.88 | 80.37 | 71.82 | 8.72 | 61.35 a* |
| M _{1L} | 0.356 | 0.470 | 0.473 | 15.32 | 0.433 b | 56.66 | 77.10 | 67.58 | 14.39 | 59.11 a |
| M ₂ | 0.226 | 0.245 | 0.304 | 15.74 | 0.258 c | 43.13 | 51.13 | 48.67 | 7.93 | 39.64 c |
| M ₃ | 0.378 | 0.466 | 0.638 | 26.76 | 0.494 b | 55.44 | 60.93 | 67.58 | 9.30 | 53.31 b |
| M ₄ | 0.456 | 0.512 | 0.780 | 29.72 | 0.582 a | 36.02 | 49.46 | 70.62 | 33.52 | 52.03 b |

*; sutunda farklı farflerle gösterilen değerler P<0.05 düzeyinde farklıdır. M₄ pülverizatöründe uygulama hacmi 4243 l/da dir

Püskürtme tabancalı uygulama ile örnekleme doğrultularında sağlanan ortalama kalıntı ve kaplama oranı değişimi (%CV), hava akımlı pülverizatörlere göre daha yüksek olmuştur. Holder NI OVS50 pülverizatörü, aksiyal fanlı Holder pülverizatörünün yelpaze hüzmeli memelerle işletilmesiyle benzer kalıntı sağlamasına rağmen kaplama oranı daha düşük olmuştur. Uygulama hacminin 5712 l/ha'dan, 4080 l/ha düşürülmesi, ortalama kalıntı miktarında ve kaplama oranlarında azalmaya neden olmuştur (Çizelge 2 ve 3). Kaplama oranındaki azalmanın; birim ağaç başına uygulama hacminin 28 l'den 20 l'ye düşmesinden kaynaklandığı söylenebilir. Denemelerde uygulama hacminin azaltılması traktör ilerleme hızındaki artışla sağlandığından, uygulama hacmindeki azalma hedef yüzeyler üzerinde kalıntı miktarında artış sağlamamıştır. Oysa, Salyani ve McCoy (1989) daha düşük uygulama hacimlerinde daha küçük damla ürettiklerinden, uygulama hacmindeki azalmalar turuncgil ağaçları üzerinde sağlanan kalıntı miktarını artırmıştır. Yaprak üst ve alt yüzeylerinde sağlanan kalıntı miktarları esas alındığında; 5712 l/ha'lık uygulama hacminde yaprak alt yüzeylerindeki kalıntının yaprak üst yüzeylerinden kısmen fazla olduğu görülmektedir (Çizelge 4).

Ancak uygulama hacminin 4080 l/ha olması durumunda yaprak üst yüzeylerinde sağlanan kalıntı miktarı yaprak alt yüzeylerine göre daha yüksek olmuştur. Her iki uygulama hacminde de yaprak üst yüzeyindeki kalıntının, alt yüzeydekine oranı 1/1

düzeyinde olmuştur. Kaplama oranları esas alındığında ise, yaprak yüzeylerinde kalıntı oranına benzer oranların sağlandığı görülmüştür. Yaprak üst ve alt yüzeylerinde sağlanan kaplama oranları arasındaki en büyük farklılık püskürtme tabancasıyla yapılan uygulamada sağlanmıştır.

Ağaç tacı dış ve iç yüzeylerinde sağlanan kaplama değerleri esas alındığında, beklendiği gibi ağaç tacı dış kısmında sağlanan kaplama oranları daha yüksek olmuştur (Çizelge 5). Ancak bu oranın beklendiğinden düşük çıkması; denemelerin yürütüldüğü bahçedeki ağaçların düşey olarak budanmış olmasından kaynaklanabilir. Budamayla kısmen şekil almış ağaçlarda ilaç, ağaç tacının iç kısımlarına daha kolay ulaşabilmektedir. Püskürtme tabancalı uygulama, hava akımlı pülverizatörlere göre daha düşük ilaç penetrasyon yeteneği (taç dış yüzeyindeki kaplama/taç iç yüzeyindeki kaplama) sağlamıştır. Hava akımlı pülverizatörlerin düşük uygulama hacmiyle işletilmesi, yüksek uygulama hacmine göre daha yüksek penetrasyon yeteneği sağlamıştır (Çizelge 5). Juste ve ark., (1990), yaptıkları çalışmada ağaç tacı dış kısmında sağlanan kalıntının, ağaç tacının iç ve merkezinde sağlanan kalıntının yaklaşık iki katı olduğunu, düşük hava kapasiteli pülverizatörlerde bu oranın biraz daha yükseldiğini belirtmişlerdir. Denemede kullanılan tüm pülverizatörlerle ağaç alt bölgesinde (I. bölge) sağlanan kalıntı ve kaplama değerleri üst bölgeye göre (II. bölge) daha yüksek olmuştur (Çizelge 6).

Çizelge 4. Pülverizatörlerle farklı uygulamada hacimlerinde, yaprak alt ve üst yüzeylerinde sağlanan ortalama kalıntı ve kaplama miktarları

| Pülverizatör | Kalıntı ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) | | | | | | Kaplama oranı (%) | | | | | |
|-----------------|---------------------------------------|-------|------|-----------|-------|------|-------------------|-------|------|-----------|-------|------|
| | 5712 l/ha | | Oran | 4080 l/ha | | Oran | 5712 l/ha | | Oran | 4080 l/ha | | Oran |
| | Üst | Alt | | Üst | Alt | | Üst | Alt | | Üst | Alt | |
| M _{1A} | 0.695 | 0.751 | 0.92 | 0.636 | 0.625 | 1.01 | 75.96 | 75.89 | 1.00 | 58.00 | 64.68 | 0.89 |
| M _{1L} | 0.537 | 0.689 | 0.77 | 0.423 | 0.443 | 0.95 | 60.22 | 67.70 | 0.88 | 59.78 | 58.24 | 1.02 |
| M ₂ | 0.212 | 0.307 | 0.69 | 0.270 | 0.247 | 1.09 | 52.07 | 50.61 | 1.02 | 42.16 | 37.11 | 1.13 |
| M ₃ | 0.542 | 0.576 | 0.94 | 0.552 | 0.435 | 1.26 | 57.37 | 60.36 | 0.95 | 50.01 | 56.60 | 0.88 |
| M ₄ | - | - | - | 0.615 | 0.550 | 1.11 | - | - | - | 69.13 | 34.92 | 1.97 |

Bölgeler arasında en yüksek kalıntı ve kaplama oranı değişimi, NI OVS50 teğetsel akışlı fana sahip pülverizatörle sağlanmıştır. Holder NI OVS50 pülverizatörü dışındaki tüm uygulamalarda, uygulama hacminin küçülmesi ağaç üzerindeki bölgelerde tutunan kalıntı miktarı arasında artan bir farklılaşmaya neden olmuştur. Ağaç üzerinde seçilen bölgeler arasında en az kalıntı ve kaplama oranı değişimi, püskürtme tabancası ile 4243 l/ha'lık uygulama hacmi ile sağlanmıştır. Yerli yapım fanlı Holder pülverizatörünün 4080 l/ha uygulama hacmiyle işletilmesi, I. ve II. Bölgeler arasında 8.46 kat kaplama oranı farklılığına neden olmuştur. Aksiyal fanlı Holder marka pülverizatörün yelpaze hüzmeli memelerle işletilmesi, aynı pülverizatörün konik hüzmeli uygulamasına göre, birçok uygulama da seçilen

bölgeler arasında kalıntı ve kaplama oranı açısından daha büyük farklılıklara neden olmuştur. Meyveler üzerinde sağlanan kalıntı miktarları 5712 l/ha'lık uygulama hacminde, 4080 l/ha uygulamaya göre daha yüksek olmuştur (Çizelge 7). Ağaç üzerinde seçilen bölgelere göre, meyveler üzerinde sağlanan kalıntı miktarındaki farklılıklar, yaprak üzerindeki kalıntı miktarındaki değişimlere benzemiştir. Ağacın alt bölgesindeki meyveler üzerindeki kalıntı miktarı, üst bölgedekilere göre daha yüksek olmuştur. Aksiyal fanlı Holder pülverizatörünün konik hüzmeli meme uygulaması, yelpaze hüzmeli uygulamaya göre, her iki uygulama hacminde de meyveler üzerinde daha fazla kalıntı sağlamıştır (Çizelge 7).

Çizelge 5. Ağaç tacı dış ve iç bölgelerinde sağlanan ortalama kaplama değerleri (%)

| Pülverizatör | 5712 l/ha Uygulama hacmi | | | 4080 l/ha Uygulama hacmi | | |
|-----------------|--------------------------|--------------|-------------|--------------------------|--------------|-------------|
| | Taç dış yüzey | Taç iç yüzey | Dış/İç oran | Taç dış yüzey | Taç iç yüzey | Dış/İç oran |
| M _{1A} | 89.90 | 61.95 | 1.45 | 67.41 | 55.29 | 1.21 |
| M _{1L} | 78.11 | 49.83 | 1.56 | 65.37 | 52.84 | 1.23 |
| M ₂ | 64.15 | 38.72 | 1.65 | 43.91 | 35.37 | 1.24 |
| M ₃ | 64.76 | 47.48 | 1.36 | 60.44 | 46.20 | 1.30 |
| M ₄ | - | - | - | 61.61 | 43.13 | 1.42 |

Çizelge 6. Ağaç üzerinde seçilen bölgelere göre pülverizatörlerle sağlanan ortalama kalıntı ve kaplama değerleri

| Pülverizatör | Kalıntı ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) | | | | | | Kaplama oranı (%) | | | | | |
|-----------------|---------------------------------------|-----------|------|-------------------|-----------|------|-------------------|-----------|------|------------------|-----------|------|
| | 5712 l/ha uy. hac | | Oran | 4080 l/ha uy. hac | | Oran | 5712 l/ha uy.hac | | Oran | 4080 l/ha uy.hac | | Oran |
| | I. Bölge | II. Bölge | | I. Bölge | II. Bölge | | I. Bölge | II. Bölge | | I. Bölge | II. Bölge | |
| M _{1A} | 0.879 | 0.567 | 1.55 | 0.976 | 0.371 | 2.63 | 92.63 | 59.23 | 1.56 | 82.52 | 40.17 | 2.05 |
| M _{1L} | 0.777 | 0.331 | 2.34 | 0.636 | 0.229 | 2.77 | 82.89 | 45.08 | 1.83 | 87.99 | 30.22 | 2.91 |
| M ₂ | 0.353 | 0.166 | 2.12 | 0.388 | 0.128 | 3.03 | 67.78 | 35.09 | 1.93 | 70.90 | 8.38 | 8.46 |
| M ₃ | 0.975 | 0.143 | 6.84 | 0.778 | 0.210 | 3.70 | 87.63 | 24.60 | 3.52 | 79.32 | 37.3 | 2.12 |
| M ₄ | - | - | - | 0.615 | 0.550 | 1.11 | - | - | - | 60.23 | 44.51 | 1.35 |

Çizelge 7. Pülverizatörlerle meyveler üzerinde sağlanan ortalama kalıntı miktarları ($\mu\text{g/ml}$)

| Pülveri- zator | 5712 l/ha uygulama hac. | | 4080 l/ha uygulama hac. | |
|-------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|-----------|
| | I. Bölge | II. Bölge | I. Bölge | II. Bölge |
| M _{1A} | 97.67 | 58.08 | 83.39 | 53.04 |
| M _{1L} | 59.21 | 36.94 | 41.12 | 29.58 |
| M ₂ | 81.30 | 26.27 | 48.54 | 24.10 |
| M ₃ | 136.79 | 34.76 | 85.66 | 19.02 |
| M ₄ | - | - | 94.86 | 43.82 |

Hava akımlı pülverizatörlerle 5712 l/ha'lık uygulama hacmiyle en yüksek ilaç kayıpları Holder NI OVS50 ve yerli yapım fanlı Holder marka pülverizatörle sağlanmıştır (Çizelge 8). Uygulama hacminin 4080 l/ha'a düşmesi, ilaç kayıplarında azalmaya neden olmuştur. Püskürtme tabancalı pülverizatörün 4243 l/ha'lık uygulama hacmi ile işletilmesi en yüksek ilaç kayıplarına neden olmuştur. Hava akımlı pülverizatörlerle yapılan uygulamalarda her iki uygulama hacminde de en yüksek ilaç kayıpları, Holder OVS50 pülverizatörüyle sağlanmıştır.

Her iki uygulama hacminde de en düşük ilaç kayıpları aksiyal fanlı Holder pülverizatörünün konik hüzmeli meme uygulamasıyla sağlanmıştır. İlaç kayıplarının örnekleme doğrultularına göre değişimi (%CV) genellikle % 20'nin altında olmuştur.

İlaç kayıplarının kaplama oranlarına göre değerlendirilmesi (Çizelge 9) yapıldığında, aksiyal fanlı Holder pülverizatörü hariç, diğer pülverizatörlerin ağaç altlarında %100 veya buna yakın değerlerde kaplama sağlayarak önemli ölçüde ilaç kayıpları oluşturduğu söylenebilir.

SONUÇLAR

Yapılan araştırmadan aşağıdaki sonuçlar çıkarılabilir;

1-Hava akımlı pülverizatörlerle 5712 l/ha'lık uygulama hacminde, turuncgil ağaçları üzerinde en yüksek kalıntı ve kaplama değeri aksiyal fanlı Holder pülverizatörünün ATR 80 konik hüzmeli memelerle işletilmesiyle sağlanmıştır. Uygulama hacminin

4080 l/ha olması durumunda püskürtme tabancalı uygulama ve aksiyal fanlı Holder pülverizatörün ATR 80 uygulaması aynı etkinliği sağlamıştır. Sadece kaplama oranlarının önem arz ettiği beyaz yağ uygulamaları esas alındığında, aksiyal fanlı Holder pülverizatörünün her iki uygulama hacminde de püskürtme tabancasına alternatif olacağı söylenebilir. 2-Hava akımlı pülverizatörlerle 5712 l/ha uygulama hacminde yaprak alt yüzeylerinde tutunan ilaç miktarı üst yüzeydekine göre kısmen daha fazla olup, düşük uygulama hacimlerinde ise yaprak üst yüzeylerinde sağlanan kalıntı miktarı daha fazla olmaktadır. Püskürtme tabancalı uygulamalarda genellikle yaprak üst yüzeylerinde daha fazla kalıntı sağlanmasına rağmen hava akımlı pülverizatörlerde bu durum değişkenlik göstermektedir. 3- Beklendiği gibi, tüm uygulamalarda ağaç tacı alt bölgelerinde sağlanan kalıntı miktarı üst bölgedekine göre daha yüksek olmuştur. Bölgelere göre en düşük kalıntı miktarı değişimi, püskürtme tabancasıyla sağlanmıştır. 4- Aksiyal fanlı pülverizatörlerden en iyi ilaç penetrasyonu, Holder fanlı pülverizatörle sağlanmıştır. Tüm hava akımlı pülverizatörler 4080 l/ha uygulama hacminde, püskürtme tabancasına (4243 l/ha) göre daha iyi bir penetrasyon sağlamışlardır. 5- Meyveler üzerindeki kalıntı miktarı 5712 l/ha'lık uygulama hacminde daha yüksek bulunmuştur. Hava akımlı pülverizatörlerin 5712 l/ha'lık uygulama hacminde en yüksek kalıntı, aksiyal fanlı Holder pülverizatörüyle sağlanırken, 4080 l/ha'lık uygulama hacminde püskürtme tabancasıyla benzer etkinlik sağlanmıştır. 6- Tüm pülverizatörlerde ağaç altlarında oluşan ilaç kayıpları uygulama hacmiyle değişmiş olup, yüksek uygulama hacimlerinde daha fazla ilaç kayıpları oluşmuştur. Aksiyal fanlı Holder pülverizatörünün ATR 80 uygulaması ve Holder OVS50 dışındaki tüm pülverizatörler ağaç tacı alt kısımlarında % 100'lük kaplamaya neden olan ilaç kayıpları sağlamıştır

Çizelge 8. Kalıntı miktarı olarak ilaç kayıpları ($\mu\text{g/cm}^2$)

| Pülveri- zator | 5712 l/ha uygulama hac | | | Ortalama | %CV | 4080 l/ha uygulama hac. | | | Ortalama | %CV |
|-------------------|------------------------|-------|-------|----------|-------|-------------------------|-------|-------|----------|-------|
| | 0 | 45 | 90 | | | 0 | 45 | 90 | | |
| M _{1A} | 0.613 | 0.490 | 0.412 | 0.505 | 20.06 | 0.425 | 0.401 | 0.320 | 0.382 | 14.47 |
| M _{1L} | 0.695 | 0.573 | 0.559 | 0.609 | 12.24 | 0.478 | 0.588 | 0.409 | 0.488 | 17.87 |
| M ₂ | 0.851 | 0.925 | 0.994 | 0.925 | 7.33 | 0.829 | 0.979 | 0.799 | 0.869 | 11.11 |
| M ₃ | 1.325 | 0.956 | 1.161 | 1.148 | 16.48 | 0.928 | 1.028 | 1.025 | 0.993 | 5.72 |
| M ₄ | - | - | - | - | - | 2.258 | 2.010 | 2.240 | 2.17 | 6.46 |

Çizelge 9. Kaplama oranı olarak ilaç kayıpları (%)

| Pülveri- zator | 5712 l/ha uygulama hac | | | Ortalama | %CV | 4080 l/ha uygulama hac. | | | Ortalama | %CV |
|-------------------|------------------------|-------|-------|----------|-------|-------------------------|-------|-------|----------|-------|
| | 0 | 45 | 90 | | | 0 | 45 | 90 | | |
| M1a | 97.17 | 88.67 | 79.33 | 88.39 | 10.09 | 74.55 | 94.50 | 61.83 | 76.96 | 21.40 |
| M1b | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 |
| M2 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 |
| M3 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 100 | 100 | 83.50 | 94.50 | 10.08 |
| M4 | - | - | - | - | - | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 |

LİTERATÜR LİSTESİ

- Bayat, A. 1987. Statik Elektrikle Yüklenmiş Sıvı İlacın Pamuk İlaçlamasında Etkinliğinin Belirlenmesi Üzerinde bir Araştırma. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Mekanizasyon Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. Adana, S: 54.
- Bayat, A., Ulusoy, M.R., Karaca, I., Uygun. N., 2000. Spray coverage and pest control efficiency with different types of orchard sprayers. Agricultural mechanization in ASIA,Africa and Latin America. Vol.31, S: 45-51.
- Carman, G.E., 1977. Evaluation of citrus sprayer units with air towers.Citrograph 62, S: 134-139.
- Chapman, J.C., Owen-Turner, J.C., Collinge, M,
- Shaw, R.G., 1981. Testing Citrus Spray Machinery for spray coverage. Queensland. Departmen of Primary Industries Horticulture Technical Memorandum. No.1
- Cunningham, G.P., Harden, J., 1999. Sprayers to reduce spray volumes in mature citrus trees. Crop Protection. 18, S: 275-281.
- Furness, G.O., Pinczewski, W.V., 1985. A comparison of the spray distribution obtained from sprayers with converging and diverging airjets with low volume air assisted spraying on citrus and grapevines. J.Agric. Engng Res.32, S: 291-310.
- Juste, F., Sanchez, S., Ibanez, R., Val, L., Garcia, C., 1990. Measurement of spray deposition and efficiency of pesticides application in citrus orchard. J. Agric Engng Res. 46, S: 187-196.
- Randall, J.M.1971. The relationships between air volume and pressure on spray distribution in fruit trees. J. Agr. Engn.Res.16(1), S: 1-31.
- Salyani, M., McCoy, C.W., 1989. Deposition of different spray volumes on citrus trees. Proc. Fla. State Hort.Soc. 102, S: 32-36.
- Whitney, J., Salyani, M., 1991. Deposition Characteristics of Two Air-Carrier Sprayers in Citrus Trees. Trans. ASAE Vol(34), S: 47-50.