

Öncül Kaangün CANER²
Ekrem KAYA²
Erkan YILMAZ²

² Zirai Mücadele Araştırma İstasyonu Müdürlüğü
Gençlik Cad. No:6, 35040 Bornova, İzmir,
e-posta: onculcaner@bzmae.gov.tr

Ege Bölgesi'nde Süne (*Eurygaster spp.*, Hemiptera: Scutelleridae) Mücadelesinde Farklı Rampa Uzunluklarının Kaplama Oranına ve İlaçlama Başarısına Etkileri¹

Effects of various boom lengths on coverage rates and application success in spray application against Sunn pest (*Eurygaster spp.*, Heteroptera: Scutelleridae) in Aegean Region

¹ Bu çalışma DPT tarafından desteklenen Ülkesel Süne Projesi'nin bir alt projesi olarak 2004-2009 yılları arasında yürütülmüştür.

Alınış (Received): 03.05.2012 Kabul tarihi (Accepted): 28.06.2012

Anahtar Sözcükler:

Tarla pülverizatörü, püskürtme rampası, salınım, kaplama oranı, ilaçlama etkinliği

Key Words:

Field sprayer, spraying boom, oscillation, coverage rate, application efficiency

ÖZET

Bu araştırmanın amacı buğdayda süneye karşı yapılan kimyasal mücadelede kullanılan tarla pülverizatörlerinde, üç farklı rampa uzunluğunun düzey düzlemdeki hareketlerini incelemek ve oluşan salınım değerlerini tespit ederek buna bağlı olarak hedef yüzey üzerinde sağlamış oldukları kaplama oranlarını belirlemektir. Bu amaç doğrultusunda Türkiye'de imalatı yapılan 12, 15 ve 18 m rampa uzunluğuna sahip tarla pülverizatörleri denemelere alınmış, değişik yüzey koşullarında hareket edilerek rampa hareketleri karşılaştırmalı olarak incelenmiş ve salınım değerleri ile kaplama oranları belirlenmiştir. Denemeler bozuk satırlı arazi koşullarında önemli düzeyde salınım problemlerinin ortaya çıktığını göstermiştir. Salınımla beraber özellikle rampanın uç noktalarına yakın bölümlerinde yer alan memelerin püskürtme tekdüzeliği bozulmuş, kaplama oranı değerleri düşmüştür. 12 m'lik rampa uzunluğuna sahip pülverizatörle yapılan denemelerde rampada meydana gelen salınım daha kısa süreli olmuş, iş genişliği artırılmış pülverizatörlere (15 m ve 18 m) oranla daha yüksek kaplama oranı değerleri elde edilmiştir. Bu sonuçların ışığında salınım sorunu diğer iki pülverizatöre göre daha fazla bulunan 18 m'lik tarla pülverizatörünün süneye karşı kimyasal mücadeledeki biyolojik etkinliğini belirlemek amacıyla denemeler yapılmıştır. Çalışma sonucunda yüzde etki değerleri birinci yıl % 88,94, ikinci yıl % 89,81 olarak bulunmuştur. Elde edilen değerler biyolojik etkinlik başarı sınırına çok yakındır. Gerek zaman, gerekse ekonomik yönden 18 m'lik makinanın daha faydalı olabileceği söylenebilir. İyi hazırlanmış tarla koşulları makina başarısını artıran önemli bir unsurdur.

ABSTRACT

The main objective of this study was to examine the vertical movement of three different boom length of the field sprayer and to determine the changings on coverage rates according to the oscillations for pesticide application against Sun pest in wheat production. In order to meet these objectives three sprayers with 12, 15 and 18 m booms were tested, boom movements on various field surface conditions were comparatively examined and effects of these movements on coverage rates were determined. Experiments showed important oscillation problems especially on uneven field surfaces. Because of oscillation, nozzles located in the both ends of the boom provided worse uniformity and less coverage rates. In the experiments done with the 12 m boom length, oscillation time was shorter so, this boom was provided higher coverage rates than 15 and 18 m boom length. According to the results of first group of experiments, since 18 m boom length provided more oscillation problems, it was tested to determine biological efficacy against the Sun Pest. Biological efficacy values were measured as % 88, 94 and % 89, 81 for the first and second year studies respectively. Although these values are lower than the successful application values, 18 m length boom may assume as useful aspect to time efficiency and economy. Good prepared field surface is essential for increasing success of agricultural machines.

GİRİŞ

Buğday günlük beslenmemizde vazgeçilmez bir besin kaynağı durumundadır. Süne (*Eurygaster* spp., Hemiptera: Scutelleridae) Türkiye’de birçok bölgede buğday üretimini kalite ve miktar yönünden olumsuz olarak etkileyen ana zararlı konumundadır. Günümüze kadar süneye karşı yapılan yoğun kimyasal uygulamaları nedeniyle gerek ekonomik yönden ve gerekse çevre ve doğal denge açısından önemli sorunlar ortaya çıkmıştır. Özellikle yasaklanana kadarki dönemde uçakla yapılan kimyasal uygulamalar bu sorunların ana kaynağını teşkil etmiş, meydana gelen yan etkiler ekosistemi olumsuz yönde tehdit etmeye başlamıştır. 2006 yılında uçakla ilaçlamanın yasaklanmasıyla beraber süneye karşı yapılan kimyasal mücadelede tarla pülverizatörlerinin kullanılması mecburiyeti ortaya çıkmıştır.

Türkiye’de 9 m ve daha kısa rampa uzunluğuna sahip tarla pülverizatörleri yaygın olarak kullanılmaktadır. İş genişliği oldukça düşük olan bu pülverizatörlerle büyük alanlarda ilaçlama yapmak oldukça zaman alıcı ve yorucu olmaktadır. Avrupa ve Amerika’da ise genellikle iş genişliği yüksek, teknolojik donanımına sahip tarla pülverizatörleri kullanılmaktadır. Öyle ki elektronik, hidrolik ve bilgisayarlı kontrol sistemleriyle donatılmış 36 m iş genişliğine sahip tarla pülverizatörleri, iyi hazırlanmış bir tarlada başarıyla ve yüksek iş verimiyle kullanılabilir. Son yıllarda Türkiye’de pülverizatör imalatı yapan firmalar tarla pülverizatörleri ile büyük alanların ilaçlanmasında iş veriminin artırılması amacıyla makinaların rampa uzunluklarının artırılmasına yönelik çalışmalar yapmışlardır. Ancak özellikle eğimli ve engebeli arazilerde yapılan uygulamalar sırasında dengeleme sorunlarıyla karşı karşıya kalınmıştır. Püskürtme rampasının iki uç noktasının yere olan mesafesinin farklı olması ilaçlama tekdüzeliğini ve dolayısıyla etkinliğini olumsuz yönde etkilemektedir (Çilingir ve Çelen 1995). Rampanın yere olan mesafesi arttıkça sürüklenme nedeniyle ilaç kayıpları artmakta, mesafe kısaltıkça hedef yüzeye isabet eden ilaç miktarı artmakta ve dağılım düzgünlüğü bozulmaktadır. Yapılan araştırmalar pülverizatör rampasının yere olan paralelliğinin birim alana atılan ilaç miktarını önemli ölçüde etkileyen bir unsur olduğunu ortaya koymuştur (Koç ve Keskin 2007).

İlaçlama sırasında pülverizatör rampasının yüksekliğinin sürekli değişmesi hedef yüzeye ulaşması istenen damla çapını da etkilemekte ve damla çapları çok farklı değerlerde olmaktadır. Rampa yükseldikçe hedef yüzeye giden damla çapı daha küçük olurken, alçalması durumunda damla çapı değeri

büyümektedir. Küçük damlaların sürüklenme riski ile karşı karşıya olması, aşırı büyük damlaların ise çok fazla kinetik enerjiye sahip olması nedeniyle hedef yüzeye çarparak parçalanması ve sıçraması gibi olumsuzluklar ilaçlamadaki başarıyı azaltmaktadır (Çilingir ve Çelen 1995, Koçer 1985).

Bu çalışmada öncelikle iş genişliği artırılmış pülverizatörlerle ilgili araştırmalar yapılmıştır. Elde edilen veriler ışığında Türkiye’de imalatı yapılan 12, 15 ve 18 m’lik rampa uzunluğuna sahip tarla pülverizatörlerinin rampa dinamiğinin incelenmesi için arazi denemeleri yürütülmüştür. Pülverizatör rampa uzunluğunun, rampanın makina çatısına bağlantı şeklinin ve rampa salınımını azaltmaya yönelik kullanılan elemanların pülverizatörün hedef yüzey üzerindeki kaplama oranı değerlerine ve ilaçlama etkinliğine olan etkileri değerlendirilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Araştırmanın ana materyalini 12, 15 ve 18 m rampa uzunluğuna sahip tarla pülverizatörleri oluşturmaktadır. Denemelerde kullanılan hidrolik tarla pülverizatörlerine ait teknik bilgiler Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Denemelerde kullanılan pülverizatörlerin teknik özellikleri
Table 1. Technical specifications of sprayers used in trials

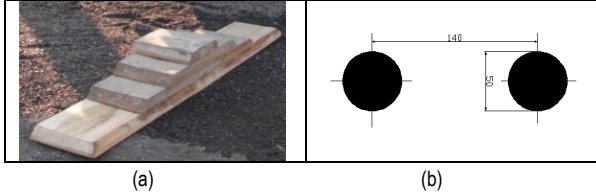
Pülverizatör Tipi	Standart tarla pülverizatörü	İş genişliği artırılmış tarla pülverizatörü	
Traktöre Bağlantı Tipi	Asılır	Asılır	Çekilir
Rampa Uzunluğu (m)	12	15	18
Depo Hacmi (l)	600	800	2000
Meme Tipi	İçi boş konik hüzmeli	İçi boş konik hüzmeli	İçi boş konik hüzmeli

12 m’lik standart tarla pülverizatörü M₁, 15 m’lik ve 18 m’lik iş genişliği artırılmış tarla pülverizatörleri sırasıyla M₂ ve M₃ olarak isimlendirilmiştir.

M₁ pülverizatöründe püskürtme rampası makina çatısına rijit olarak bağlanmışken, M₂ pülverizatöründe salınımlı bağlantı söz konusudur. M₂ pülverizatöründe çalışma sırasında tarla engebelerinden kaynaklanan ani titreşimlerin sönmülenebilmesi amacıyla rampanın çatıya bağlandığı noktada sağda ve solda ikişer adet olmak üzere helezon yaylar bulunmaktadır. Ayrıca ani salınımlarda yere çarpmasını engellemek amacıyla rampanın uç noktalarına itici yaylar monte edilmiştir. Rampa yükseklik ayarı hidrolik olarak asansörlü bir sistemle ayarlanabilmektedir. 18 m’lik rampa

uzunluğuna sahip M_3 pülverizatörü ise traktörle çekilir tipte olup, hidrolik asansörlü sistemle salınımlı rampanın yerden yüksekliği ayarlanabilmekte, hidrolik pistonlarla otomatik olarak açılıp katlanabilmektedir. Makina ayrıca rampanın dengelenebilmesi için hidrolik denge pistonlarıyla donatılmıştır.

Rampanın düşey düzlemdeki hareketinin tespit edilmesi amacıyla yapılan denemelerde 20 cm yükseklik, 50 cm genişlik ve 2 m uzunluğuna sahip test engeli kullanılmıştır (Şekil 1a). Fotoğraflama yönteminde kullanılan video görüntüleri bir video kamera yardımıyla kaydedilmiştir. Görüntülerden fotoğraf alınabilmesi için video analiz programı, rampa hareketinin boyutlandırılması için bir görüntü analiz programından yararlanılmıştır. Fotoğraflama yönteminde 50 mm'lik içi dolu siyah renkli kalibrasyon şablonlarından yararlanılmıştır (Şekil 1b).



Şekil 1. Test engeli (a) ve kalibrasyon şablonu (b).
Figure 1. Test obstacle (a) and calibration pattern (b).

Püskürtme sıvısının hedef yüzey üzerinde sağlamış olduğu kaplama oranlarının tespit edilmesi amacıyla 2,5x2,5 cm ebatlarında suya duyarlı kağıtlar kullanılmıştır.

İş genişliği artırılmış M_3 pülverizatörü ile süneye karşı biyolojik etkinlik denemeleri Çanakale-Merkez-Gökçalı Köyü'nde, 2008 yılında 12 da (300 m x 40 m)'lık Kaşifbey (bitki boyu: 80 cm, ortalama bitki sıklığı: 463 başak/m²) çeşidi ekili buğday tarlasında; 2009 yılında ise 12 da (300 m x 40 m)'lık Sagittario (bitki boyu: 75 cm, ortalama bitki sıklığı 460 başak/m²) çeşidi ekili buğday tarlasında yapılmıştır. İlaçlamada kullanılan insektisite ait teknik bilgiler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Biyolojik etkinlik denemesinde kullanılan insektisite ait teknik bilgiler

Table 2. Technical informations of insecticide used for biological efficacy tests

Ticari Adı	Firması	Etkili Madde ve Oranı	Form	Doz (ml/da)
Süper Hektamethrin 100-EC	Hektaş	Alphacypermethrin 100 g/l	EC	15

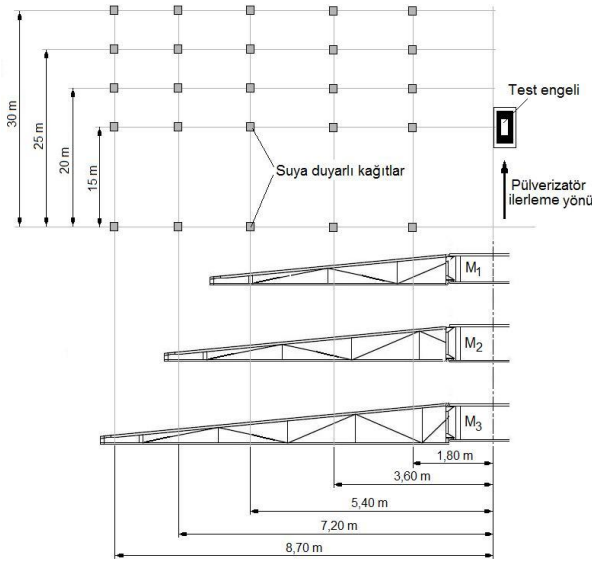
Yöntem

Rampanın düşey düzlemdeki hareketinin belirlenmesi

Salınım miktarının ölçümü için fotoğraflama metodu geliştirilmiştir. Bu yöntemde karşıt renkle işaretlenen rampanın uç noktasının, traktörün yatay düzlemde oluşturduğu paralellik bozulmasına karşılık, düşey düzlemdeki hareket süresi ve miktarı incelenmiştir. Yapılan kalibrasyona göre bir kağıt üzerine yatay düzlemde 14 cm aralıkla yerleştirilmiş, içi siyah renkle doldurulmuş 5 cm çapında dairelerden oluşan şablonlar rampanın uç noktasına tutturulmuştur. Video çekimleri sırasında rampa yüksekliği, video yüksekliği ve arka planda nirengi noktası olan bir belirteç aynı düzlemde olacak şekilde ayarlanmıştır. Çekimler sırasında rampa yüksekliği 130 cm olarak alınmıştır. Deneme alanında pülverizatör ilerleme yönünde 30 m'lik bir mesafe belirlenmiş ve 20 cm yüksekliğinde test engeli yerleştirilerek, engelden 15 m önce video çekimlerine başlanmıştır. Traktör test engelinden geçtikten sonra 15 m yol alana kadar video çekimlerine devam edilmiştir. Daha sonra kaydedilen video görüntüleri bilgisayara aktarılmıştır. "Windows Movie Maker" programı yardımıyla alınan video görüntüleri 8/100 saniyelik aralıklarla incelenerek maksimum, minimum ve orta yükseklikteki değerlerde fotoğraflar çekilerek jpeg formatında kayıt altına alınmıştır. Kaydedilen fotoğraflar "Image Tool v3.0" görüntü analiz programında analiz edilerek nirengi noktasıyla rampanın uç noktası arasındaki sapma değeri düşey düzlemde boyutlandırılmıştır. Denemeler 3 tekrürlü olacak şekilde yürütülmüştür.

Kaplama oranı değerlerinin belirlenmesi

M_1 , M_2 ve M_3 pülverizatörlerinin rampa salınımlarının hedef yüzey üzerindeki kaplama oranına olan etkilerini belirleyebilmek için, belirli bir plana göre suya duyarlı kağıtlar yerleştirilmiştir (Jeon et al. 2003, Jeon et al. 2004). Denemelerin yapıldığı alan ve yüzey kaplama oranının belirlenmesinde kullanılan suya duyarlı kağıtların farklı rampa uzunluklarına göre yerleşim planı Şekil 2'de verilmiştir. Denemelerde traktör ilerleme hızı 5 km/h olarak alınmış olup, içi boş konik hüzmeli memelerle, 30 l/da uygulama normunda çalışılmıştır. Deneme parametreleri çiftçilerin ilaçlama çalışmalarında yaygın olarak uyguladıkları parametreler göz önünde bulundurularak belirlenmiştir.



Şekil 2. Test alanı şeması ve suya duyarlı kağıtların yerleşim planı.
Figure 2. Schematic view of test area and placement of water sensitive papers.

Yüzey kaplama oranı değerlerinin belirlenmesinde Image Tool v3.0 görüntü işleme programından yararlanılmıştır. Suya duyarlı kağıtlar bilgisayara bağlı bir tarayıcıda, 600 dpi (inçteki nokta sayısı) çözünürlükte taranmış ve bilgisayara kaydedilmiştir. Daha sonra Image Tool programı yardımıyla şekil üzerinde bulunan damlaların sayısı, çap değerleri ve yerleri tespit edilerek kaplama oranları belirlenmiştir (Güler 2002). Püskürtme işleminden sonra suya duyarlı kağıtlar en az 2-3 dakika kurumaya bırakılmış, daha sonra hassas yüzeylerine el değmeden toplanarak önceden numaralanmış zarflarda muhafaza altına alınmıştır (Koçer ve ark. 1996).

Biyolojik etkinlik denemeleri

İş genişliği artırılmış pülverizatörün (M₃) biyolojik etkinliğini saptamak için yapılan çalışmalar iki karakterli (makina+kontrol) ve 12 tekerrürlü olacak şekilde planlanmıştır. Her tekerrürde 12 sayım yapılmış elde edilen nimf değerleri t testine tabi tutulmuş ve iki karakter karşılaştırılmıştır. İlaçlı parsel 3.6 da (18 m x 200 m), şahit parsel 3.6 da (18 m x 200 m) olarak belirlenmiştir. Parseller arasında 6 m emniyet şeridi bırakılmıştır. Deneme için uygun yoğunlukta tarla bulunmasına yönelik ön sayım ilaçlama yapıldığı gün ilaçlamadan hemen önce yapılmıştır. İlaçlamadan sonra süne nimf popülasyonunun yaklaşık % 70'inin 4. döneme ulaştığı sırada 1/4 m² (50 cm x 50 cm)'lik çerçevelerle her tekerrürde 12'şer sayım yapılmıştır (Anonim 1996). Denemeler süresince 5 km/h ilerleme hızı ve 20 bar uygulama basıncı değerlerinin sabit

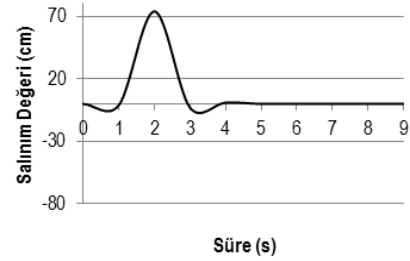
kalmasına dikkat edilmiş olup, meteorolojik veriler (sıcaklık, bağıl nem ve rüzgar hızı) kayıt altına alınmıştır. Sayımlar tesadüf esaslarına bağlı olarak yürütülmüş, sayım noktaları birbirinden hemen hemen aynı uzaklıkta tutulmuştur. Her parselin sayımı gerek ilaçlamadan önce gerekse ilaçlamadan sonra aynı kişiler tarafından yürütülerek sadece canlı bireyler sayılmıştır. Zirai Mücadele Standart İlaç Deneme Metodu esas alınarak 1.-3. dönem nimflere karşı yapılan uygulama sonucu elde edilen değerlere "Yüzdesiz Abbott" formülü uygulanmıştır (Karman 1971).

$$\text{Yüzde etki} = \frac{\text{İlaçsızda canlı} - \text{İlaçlıda canlı}}{\text{İlaçsızda canlı}} \times 100$$

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Rampa salınımlarına ait sonuçlar

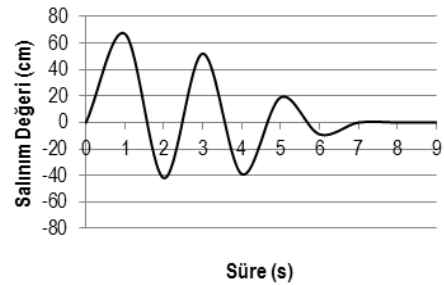
M₁ pülverizatöründe test engeline çıkıştan sonra 2. saniyede rampa salınımlarının en fazla değere (74 cm) ulaştığı tespit edilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. M₁ pülverizatörü ile yapılan denemelerde rampa uç noktasında saptanan salınım değerleri.

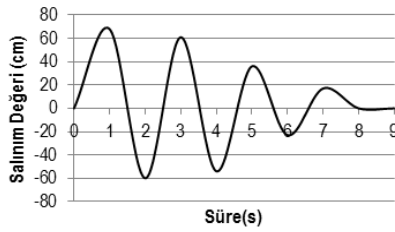
Figure 3. Vibration values measured on tip of the boom for M₁ sprayer.

M₂ pülverizatörüyle yapılan denemeler iki aşamalı olarak planlanmıştır. İlk aşamada rampanın uç noktalarına itici yaylar takılmış, ikinci aşamada ise itici yaylar sökülerek deneme tekrarlanmıştır. Denemeler sonucunda elde edilen rampa salınım değerleri Şekil 4 ve Şekil 5'te grafiksel olarak verilmiştir.



Şekil 4. M₂ pülverizatörü ile yapılan denemelerde rampa uç noktasında saptanan salınım değerleri (İtici yayların bulunduğu durum).

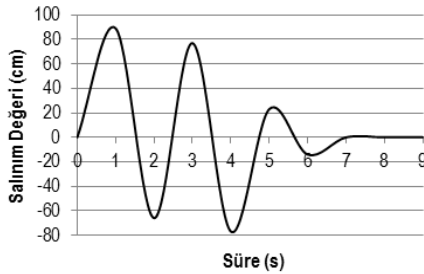
Figure 4. Vibration values measured on tip of the boom for M₂ sprayer (With lifter springs).



Şekil 5. M₂ pülverizatörü ile yapılan denemelerde rampa uç noktasında saptanan salınım değerleri (İtici yayların bulunmadığı durum).

Figure 5. Vibration values measured on tip of the boom for M₂ sprayer (Without lifter springs).

M₃ pülverizatörü ile yapılan denemeler sonucunda elde edilen rampa salınım değerleri Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. M₃ pülverizatörü ile yapılan denemelerde rampa uç noktasında saptanan salınım değerleri.

Figure 6. Vibration values measured on tip of the boom for M₃ sprayer.

Yüzey kaplama oranları ve istatistiksel analizlerin değerlendirilmesi

M₁ pülverizatörü ile yapılan denemelerde suya duyarlı kağıtlar üzerinde saptanan ortalama kaplama oranı değerleri Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. M₁ pülverizatörüyle yapılan denemelerde suya duyarlı kağıtlar üzerinde saptanan ortalama kaplama oranı değerleri (%)

Table 3. Average coverage values on water sensitive papers for M₁ sprayer (%)

İlerleme Yönünde Örneklem Mesafeleri (m)	Rampa Üzerindeki Örneklem Noktaları		
	1,80 m	3,60 m	5,40 m
0	86.27 ^{a*}	68.25 ^b	62.41 ^b
15 (Test engeli)	62.43 ^a	55.21 ^a	34.82 ^b
20	70.31 ^a	61.52 ^b	46.14 ^c
25	71.50 ^a	63.12 ^{ab}	55.99 ^b
30	79.86 ^a	74.62 ^a	59.53 ^b

*(p<0.05) Aynı satırda farklı harflere sahip ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir. CV=%6.6

Pülverizatör ilerleme yönündeki örnekleme mesafeleri (0, 15, 20, 25 ve 30. m) bağımlı değişkenler, ilerleme yönüne dik doğrultudaki örnekleme mesafeleri (1.80, 3.60, 5.40 m) bağımsız değişkenler olacak şekilde varyans analizi yapılmış ve rampa salınıminin hedef yüzey üzerinde saptanan kaplama oranlarına etkisi belirlenmiştir. 0. m'de rampa üzerinde 1.80 m mesafede elde edilen kaplama oranı 3.60 m ve 5.40 m'de elde edilen kaplama oranı değerlerinden daha yüksek bulunmuş ve istatistiksel olarak farklı bir grupta yer almıştır. Traktörün test engeline çıktığı 15. m'de ise rampa üzerinde en uç noktada yer alan memenin sağlamış olduğu kaplama oranı değeri en düşük değeri almış ve istatistiksel yönden ayrı bir grupta yer almıştır. 20. m'de rampa üzerindeki tüm örnekleme noktalarında saptanan kaplama oranları istatistiksel yönden farklı bulunmuştur. 25. ve 30. m'lerde ise birbirine benzer bir eğilim görülmekte ve rampanın uç noktasında saptanan kaplama oranı diğer noktalara göre daha düşük bulunmuştur.

Traktörün test engeline çıktığı 15. m'de ve engelden sonraki 20. m'de rampanın uç noktasından alınan suya duyarlı kağıtlardaki kaplama oranındaki düşüş dikkati çekmektedir. Buna karşın 1.80 ve 3.60 m'deki örnekleme noktalarında elde edilen kaplama oranı değerleri daha yüksektir. M₁ pülverizatörü ile yapılan denemelerde rampada meydana gelen salınım kaplama oranı değerini düşürmüştür. Koç ve Keskin (2007) bozuk satırlı ve eğimli arazi yapısında rampanın iki ucu arasındaki mesafenin tarla yüzeyine olan uzaklığının değişkenlik göstermesinin ilaçlama etkinliğini ve tekdüzeliğini olumsuz yönde etkilediğini bildirmektedir.

M₂ pülverizatörü ile itici yayların bulunduğu ve bulunmadığı durumlarda yapılan denemelerde suya duyarlı kağıtlar üzerinde saptanan ortalama kaplama oranı değerleri Çizelge 4'de verilmiştir. Özellikle traktörün test engeline çıktığı 15. m ile engeli geçtikten sonra 20. m'de pülverizatör rampanın uç noktalarında kaplama oranı değerlerinin azaldığı dikkati çekmekte ve 25 ile 30. m'lerde tekrar artışa geçtiği görülmektedir.

Çizelge 4. M₂ pülverizatörüyle yapılan denemelerde suya duyarlı kağıtlar üzerinde saptanan ortalama kaplama oranı değerleri (%)
Table 4. Average coverage values on water sensitive papers for M₂ sprayer (%)

İlerleme yönünde örnekleme mesafeleri (m)	İtici yayların bulunduğu durum				İtici yayların bulunmadığı durum			
	1.80 m	3.60 m	5.40 m	7.20 m	1.80 m	3.60 m	5.40 m	7.20 m
0	56.07 ^{ab*}	58.73 ^a	52.16 ^b	44.24 ^c	55.13 ^{ab}	56.10 ^{ab}	40.22 ^c	42.32 ^c
15 (Test engeli)	48.38 ^b	70.41 ^a	41.66 ^b	21.62 ^c	40.42 ^b	47.36 ^b	18.30 ^c	13.05 ^c
20	49.90 ^b	63.25 ^a	39.60 ^c	18.33 ^e	44.55 ^{bc}	49.67 ^b	32.25 ^d	15.33 ^e
25	49.94 ^b	57.63 ^a	42.57 ^c	26.73 ^e	44.90 ^{bc}	44.05 ^{bc}	34.16 ^d	22.84 ^e
30	50.09 ^{ab}	54.31 ^a	44.44 ^b	34.15 ^c	45.55 ^b	48.70 ^{ab}	35.87 ^c	34.71 ^c

* (p<0.05) Aynı satırda farklı harflere sahip ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir.
İtici yayların bulunduğu durum CV= %5.47; İtici yayların bulunmadığı durum CV= %5.05

Pülverizatör ilerleme yönündeki örnekleme mesafeleri (0, 15, 20, 25 ve 30. m) için ayrı ayrı varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizinde rampa tipleri (yaylı tip ve yaysız tip), ilerleme yönüne dik doğrultudaki örnekleme mesafeleri (1.80, 3.60, 5.40 ve 7.20 m) ve bu iki bağımsız değişkenin ikili interaksyonları istatistiksel olarak değerlendirmeye alınmıştır. İlerleme yönündeki tüm örnekleme mesafelerinde saptanan kaplama oranları yönünden itici yayların bulunduğu durum ile bulunmadığı durum arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Yapılan analiz sonucunda % 42.77 ortalama kaplama oranı ile yaylı sistem %35.45 ortalama kaplama oranı sağlayan yaysız sistemden p<0.05'e göre farklı bir grupta yer almıştır.

İtici yayların bulunduğu durumda, rampanın en uç noktasında (7.20 m) elde edilen kaplama oranı değeri diğer noktaların tümünde elde edilen kaplama oranı değerlerinden istatistiksel olarak farklıdır.

İtici yayların bulunmadığı durumda, traktör test engelinden geçtikten sonra, 20., 25. ve 30. m'lerde rampa üzerinde 1.80 ve 3.60 m'lerde elde edilen kaplama oranları arasında istatistiksel yönden fark bulunmamış ancak hem 5.40 m hem de 7.20 m'de elde edilen kaplama oranları arasında p<0.05'e göre istatistiksel olarak fark önemli bulunmuştur.

İlerleme yönündeki tüm örnekleme mesafelerinde 3.60 m'deki ortalama kaplama oranı değerinin diğerlerine göre en yüksek olduğu ve 7.20 m'deki kaplama oranı değerinin ise en düşük değeri aldığı dikkate değer bir sonuçtur. Bu da rampanın uç noktalarında hedef yüzey üzerindeki kaplama oranı değerlerinin, gerek itici yayların bulunduğu durumda

gerekse bulunmadığı durumda salınımına bağlı olarak azaldığının bir göstergesidir. Rampa tipleri ile ilerleme yönüne dik doğrultudaki örnekleme mesafelerinin ikili interaksyonlarının, kaplama oranlarına etkileri istatistiksel olarak incelendiğinde, ilerleme yönünde tüm örnekleme mesafelerinde, pülverizatör rampasının 1.80 m ve 7.20 m mesafelerinde saptanan ortalama kaplama oranları yönünden itici yayların bulunduğu durum ile bulunmadığı durum arasında bir fark olmadığı görülmüştür. Buna karşın 3.60 m'lik örnekleme mesafesinde saptanan kaplama oranı değeri incelendiğinde, ilerleme yönünde 0. m ve 30. m mesafelerde yaylı ve yaysız rampa sistemi arasında istatistiksel olarak fark bulunmamışken 15., 20. ve 25. m'lerde istatistiksel yönden fark bulunmuş olup, yaylı rampa sisteminin itici yayların bulunmadığı sisteme göre daha yüksek kaplama oranı değerleri sağladığı belirlenmiştir. Öte yandan rampa üzerindeki 5.40 m'lik örnekleme mesafesinde ilerleme yönündeki tüm mesafelerde saptanan kaplama oranları yönünden istatistiksel olarak fark bulunmuş ve 3.60 m'de olduğu gibi yaylı rampa sistemi itici yayların bulunmadığı sisteme göre daha yüksek kaplama oranı değerleri sağlamıştır. Gerek M₁ pülverizatörü gerekse M₂ pülverizatörü ile çalışmada salınımına bağlı olarak rampanın uç noktasına doğru pülverizasyon tekdüzeliğinin bozulması Jeon et al. (2003) ve Jeon et al. (2004)'ün çalışmalarında elde ettikleri sonuçlarla paralellik göstermektedir.

İş genişliği artırılmış M₃ pülverizatörü ile yapılan denemelerde suya duyarlı kağıtlar üzerinde saptanan ortalama kaplama oranı değerleri Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 5. M₃ pülverizatörüyle yapılan denemelerde suya duyarlı kağıtlar üzerinde saptanan ortalama kaplama oranı değerleri (%)

Table 5. Average covarage values on water sensitive papers for M₃ sprayer (%)

İlerleme yönünde örneklem mesafeleri (m)	Rampa Üzerindeki Örneklem Noktaları				
	1.80 m	3.60 m	5.40 m	7.20 m	8.70 m
0	77.52 ^{a*}	67.58 ^b	65.44 ^b	55.21 ^c	50.42 ^c
15 (Test engeli)	66.42 ^a	64.66 ^a	51.36 ^b	35.77 ^c	31.11 ^c
20	70.82 ^a	66.22 ^a	55.95 ^b	41.07 ^c	33.16 ^d
25	75.86 ^a	71.61 ^a	62.11 ^b	51.87 ^c	49.94 ^c
30	77.64 ^a	73.03 ^a	65.37 ^b	55.05 ^c	50.33 ^c

* (p<0.05) Aynı satırda farklı harflere sahip ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir. CV=%5.94

Pülverizatör ilerleme yönündeki örneklem mesafeleri (0, 15, 20, 25 ve 30. m) için ayrı ayrı varyans analizi yapılmıştır. Çizelge 5 incelendiğinde ilerleme yönündeki tüm örneklem mesafelerinde özellikle rampa üzerindeki 7.20 m ve 8.70 m'deki örneklem noktalarında tespit edilen ortalama kaplama oranı değerlerinin diğerlerine göre daha düşük olduğu görülmektedir. İstatistiksel olarak değerlendirme yapıldığında ise yine tüm örneklem mesafelerinde rampanın uç noktasına daha yakın olan örneklem noktalarından alınan kaplama oranı değerleri diğerlerinden farklı bir grupta yer almıştır.

M₁ ve M₂ pülverizatörleri ile yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlara benzer olarak, M₃ pülverizatörü ile yapılan denemelerde de traktör test engeline çıktıktan sonra 15. m'de ve 20. m'de rampanın uç noktasına yakın olan memelerin sağladığı ortalama kaplama oranı değeri salınımına bağlı olarak azalmıştır. Bu sonuçlara benzer olarak Koç ve Keskin (2007) ile Jeon et al. (2004)'ün çalışmalarında yüksek iş genişliğine sahip tarla pülverizatörü ile çalışmada rampadaki salınımlara bağlı olarak ilaçlama tekdüzeliğinin özellikle uç kısımlarda bozulduğu belirtilmektedir.

Biyolojik etkinlik denemelerine ait sonuçların değerlendirilmesi

Biyolojik etkinlik denemeleri 2008 ve 2009 yıllarında olmak üzere Çanakkale-Merkez-Gökçalı Köyü'nde gerçekleştirilmiştir. Bölgede nimf yoğunluğunun 2008 yılında (ortalama 10.08 nimf/m²) ve 2009 yılında (ortalama 13.78 nimf/m²) tespit edildiği alanlarda biyolojik etkinliği belirlemeye yönelik denemeler kurulmuştur. Her iki ortalama nimf/m² değeri bölgede ilaçlama programında kullanılan ekonomik zarar eşliğinin üzerindedir. 2008 yılı denemelerinde uygulamalar sırasında ortalama sıcaklık 25,7 °C, bağıl nem %36,4, rüzgar hızı 2,1 m/s; 2009 yılı denemelerinde ortalama sıcaklık 24,3 °C, bağıl nem %32 ve rüzgar hızı 2,3 m/s olarak ölçülmüştür.

2008 yılında 25 ve 26 Mayıs günlerinde ilaçlama öncesi sayımlar, 26 Mayıs'ta ilaçlama, 28 Mayıs'ta ise ilaçlama sonrası sayım yapılmıştır. 2009 yılında 29 Mayıs'ta ilaçlama öncesi sayım, aynı gün ilaçlama ve 3 Haziran'da ilaçlama sonrası sayım yapılmıştır.

Çizelge 6'de görüldüğü gibi iş genişliği artırılmış tarla pülverizatörü ile süneye karşı yapılan ilaçlamada, ilaç uygulanan parsellerde yapılan sayım değerlerine yüzdesiz Abbott formülü uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre biyolojik etkinlik değeri 2008 yılında % 88.94; 2009 yılında % 89.81 olarak bulunmuştur. Denemeler ilaçlı ve ilaçsız parsellerde 12 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Her tekerrürde 12 sayım yapılmış elde edilen nimf değerleri t testine tabi tutulmuştur. Analiz sonuçlarına göre varyasyon katsayısı 17,65 olarak bulunmuştur. İlaçlı ve ilaçsız parsellerde yapılan sayım değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak p<0.01'e göre önemli olduğu tespit edilmiştir.

Her iki yılın deneme sonuçları değerlendirildiğinde M₃ pülverizatörü ile süneye karşı yapılan ilaçlama çalışmalarında hesaplanan biyolojik etkinlik değerleri birbirine çok yakın sonuçlar vermiştir. Sonuçların süne ile mücadele açısından yeterli olduğu söylenebilir.

Çizelge 6. Çanakkale-Merkez (Gökçalı Köyü)'nde 2008 ve 2009 yıllarında buğdayda süneye karşı ilaçlama sonuçları ve yüzde etkileri

Table 6. Results from applications to sunn pest in Çanakkale (Gökçalı Village) in 2008 and 2009

Karakter	Tekerrür	2008 yılı		2009 yılı	
		Deneme Sonrası Sayım (nimf/m ²)	Yüzde Etki* (%)	Deneme Sonrası Sayım (nimf/m ²)	Yüzde Etki* (%)
İş Genişliği Artırılmış Tarla Pülverizatörü (M ₃)	1	1.33	82.61	1.67	87.15
	2	1.67	85.71	1.00	90.32
	3	1.00	88.46	1.33	91.13
	4	1.33	85.71	0.67	94.97
	5	0.33	96.55	0.67	95.10
	6	1.67	86.84	1.67	88.62
	7	0.33	96.15	1.33	91.51
	8	1.33	87.88	1.67	86.46
	9	0.33	96.15	1.67	89.56
	10	2.00	81.25	1.00	91.43
	11	1.67	86.84	2.67	79.46
	12	0.67	93.10	1.33	92.02
Ortalama		1.14	88.94	1.39	89.81
Kontrol	1	7.67		13.00	
	2	11.67		10.33	
	3	8.67		15.00	
	4	9.33		13.33	
	5	9.67		13.67	
	6	12.67		14.67	
	7	8.67		15.67	
	8	11.00		12.33	
	9	8.67		16.00	
	10	10.67		11.67	
	11	12.67		13.00	
	12	9.67		16.67	
Ortalama		10.08		13.78	

* Yüzde etkiler **Yüzdesiz Abbott** formülüne göre bulunmuştur.

SONUÇ ve ÖNERİLER

M₁, M₂ ve M₃ pülverizatörlerinin rampa salınımlarının tespit edilmesine yönelik yapılan denemeler, engebeli tarla koşullarında iş genişliği artırılmış M₂ ve M₃ pülverizatörleri ile çalışmada hedef yüzey üzerindeki kaplama oranı değerlerinin azaldığını (~ % 30) göstermiştir. Özellikle rampanın uç noktalarında bulunan memelerin sağlamış olduğu kaplama oranı değerleri azalış göstermektedir. Bu durum geniş alanlarda yapılan süne mücadelesinde ilaçlamadan beklenen yararın sağlanamamasına ve dolayısıyla ekonomik kayba neden olmaktadır. Denemeler sonucu elde edilen veriler ışığında düşey salınım sorunu diğer iki pülverizatöre göre fazla bulunan 18 m'lik tarla pülverizatörünün süne mücadelesinde biyolojik etkinliğini belirlemek için

denemeler yapılmıştır. Elde edilen yüzde etki değerleri biyolojik etkinlik başarı sınırına çok yakındır. Denemelerinin yapıldığı tarla yüzeyinin iyi hazırlanmış olması, iş genişliği artırılmış tarla pülverizatörünün performansını olumlu yönde etkilemiş ve yeterli biyolojik etkinlik değerlerinin sağlanmasında önemli rol oynamıştır. Bu durumda M₃ pülverizatörünün gerek zaman ve gerekse ekonomik yönden M₁ ve M₂ pülverizatörlerine göre avantaj sağladığı söylenebilir. Türkiye'de imal edilen iş genişliği artırılmış tarla pülverizatörlerinde salınımı sönmüleyebilen farklı çatı sistemlerinin geliştirilmesi ve bu konuda yapılacak tarla denemeleri, iş başarısının artırılması açısından gelecekte ele alınması gereken önemli konuları oluşturmaktadır. Sistemin ekonomik olması imalatçılar ve çiftçiler açısından önemli bir koşuldur.

KAYNAKLAR

- Anonymous, 1996. Zirai Mücadele Teknik Talimatları, T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, 4: 276-277.
- Anthonis, J., H. Ramon, and J. De Baerdemaeker. 2000. Implementation of an active horizontal suspension on a spray boom. Transaction of the ASAE, 43(2): 213-220.
- Çilingir, İ. ve İ. H. Çelen. 1995. Tarla pülverizatörlerinde bum stabilitesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 4(1-2):157-167.
- Güler, H. 2002. Değişik Hava Akımı ve İlaç Püskürtme Yöneliminin Tele Alınmış Bağlarda İlaç Dağılım Düzensizliğine Olan Etkileri. E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı, (Basılmamış) Doktora Tezi, Bornova, İzmir, 74 s.
- Jeon, H. Y., A. R. Womac, J. B. Wilkerson and W. E. Hart. 2003. Instrument system to monitor the dynamic behavior of a 27-m sprayer boom. ASAE Annual International Meeting, Nevada-USA.
- Jeon, H. Y., A. R. Womac and J. Gunn. 2004. Sprayer boom dynamic effects on application uniformity. Transaction of the ASAE, 47(3): 647-658.
- Karman, M. 1971. Bitki Koruma Araştırmalarında Genel Bilgiler Denemelerin Kuruluşu ve Değerlendirme Esasları. Bölge Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü, Bornova, İzmir, 279 s.
- Koç, C. ve R. Keskin. 2007. Tarla pülverizatörlerinin aktif dengelenmesi için mekatronik bir sistemin geliştirilmesi. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 3(2): 123-127.
- Koçer, H. 1985. Yabancı Ot Savaşında Kullanılan Tarla Püskürtme Sistemleri Üzerine Bir Araştırma. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Doktora Tezi, Ankara.
- Koçer, H., E. Yalçın, Ü. Kaya, A. A. Burçak, M. Erkan, B. Özmen ve Y. Öztürk. 1996. Pestisit aplikasyonlarında kalite kontrol. II. Ulusal Zirai Mücadele İlaçları Sempozyumu, Ankara, 363 s.
- Sartori, S., E. L. Domingues, J. B. Kimura and S. A. Garrito. 2002. Automatic control of boom height and positioning on a self propelled sprayer. Proceedings of the World Congress of Computers in Agriculture and Natural Resources, Brasil, 421-431.