

Sürüklenme Azaltıcı Katkıların Yüksek Çalışma Basınçlarında Sürüklenme Potansiyellerinin ve Püskürtme Karakteristiklerinin Rüzgar Tünelinde Belirlenmesi

Hüseyin GÜLER¹, Heping ZHU², Erdal ÖZKAN³,
Richard DERKSEN² Charles KRAUSE²

¹Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, İzmir

²USDA /ARS Application Technology Research Unit, Wooster, OH

³Food, Ag.&Bio. Eng. Dept., The Ohio State University, Columbus, OH
huseyin.guler@ege.edu.tr

Özet: Sürüklenme azaltıcıların etkinlikleri üzerinde bir çok çalışma olmasına rağmen, bu maddelerle ilgili bazı soruların yanıtları pek açık değildir. Üç farklı sürüklenme azaltıcının yüksek çalışma basınçlarındaki performanslarını belirleyebilmek için, üç farklı rüzgar hızında rüzgar tünelinde içi boş konik hüzmeli meme kullanılarak denemeler yapılmıştır. Damla çapları lazer görüntüleme sistemi ile ve püskürtme genişlikleri ise taşınabilir patarnatör ile belirlenmiştir. 16,5 bar (240 psi) basınçta ve 4,65 L/dak meme debisinde içi boş konik hüzmeli meme ile yapılan püskürtme sonucunda, sadece su, polivinil polimer, iyonik olmayan koloidal polimer ve poliakralamit polimer sürüklenme azaltıcılara ait VMD değerleri sırasıyla 201, 222, 239 ve 210 µm olarak ölçülmüştür. Sürüklenme azaltıcıların püskürtme genişliğine bir etkileri olmamıştır. Denemelerde çalışılan üç hız değeri (1, 2,5 ve 5 m/s) için de en yüksek sürüklenme poliakralamit uygulamasında görülmüştür. Laboratuvarında yürütülen çalışma sonuçlarına göre iyonik olmayan koloidal polimer ve polivinil polimer uygulamaları sadece su uygulamalarına oranla hem yere hem de havaya olan sürüklenmeyi azaltmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Pestisit, damla çapı, damla hızı, püskürtme deseni ve püskürtme katkıları

Wind Tunnel Evaluation of Drift Reduction Potential and Spray Characteristics with Drift Retardants at High Operating Pressure

Abstract: Although considerable research has been done on effectiveness of drift retardants for many years, answers to some questions are still unclear to applicators. Laboratory tests were conducted to evaluate drift potentials associated with off-target ground and airborne spray deposits discharged with a hollow cone nozzle spraying three different drift retardants at a high operating pressure and various wind velocities in a wind tunnel. Droplet sizes and spray widths were also determined with a laser imaging system and a portable spray patternator. At 1655 kPa pressure (16.5 bar) and 4.65 L/min flow rate, the volume median diameters of droplets from the hollow cone nozzle discharging spray mixtures containing water only, polyvinyl polymer, nonionic colloidal polymer and polyacrylamide polymer drift retardants were 201, 222, 239 and 210 µm, respectively. The major spray pattern width was not changed after drift retardants were added into the spray carrier. For the wind velocity from 1 to 5 m/s in the wind tunnel, the polyacrylamide drift retardant produced the highest airborne deposit among the three drift retardants, followed by polyvinyl, and then nonionic colloidal. Also, the polyacrylamide drift retardant produced the highest ground drift potential, followed by nonionic colloidal and then polyvinyl. According to the results from this laboratory study, both nonionic colloidal and polyvinyl polymer drift retardants reduced the drift potential compared to the spray carrier containing water only.

Key words: Pesticide, Droplet size, Droplet velocity, Spray pattern, Spray Additives

GİRİŞ

Tarımsal ilaçlama çalışmalarında, ilacın hedef dışına sürüklenmesi çok ciddi problemdir. Çünkü sürüklenme sonucunda komşu tarladaki üründe zarar ve çevre kirliliği meydana gelebilir (Özkan et al., 1993). Şüphesiz damla çapı hem daha iyi bir kaplama

ve ilaçlama etkinliği üzerine etkilidir hem de hedef dışına sürüklenme üzerinedeki en önemli etkenlerden biridir.

Atomizasyon yöntemi, meme tipi, depodaki karışımın fiziksel özellikleri ve hava koşulları gibi bir

çok faktör çalışma esnasında oluşturulan damla büyüklüğünü etkilemektedir (Miller et al., 2001). Hava koşulları kontrolü mümkün olmayan bir faktördür ve tarlada büyük farklılıklar gösterebilir. Bu nedenle damla çaplarının kontrolü için bazı katkıların kullanılması daha kolay bir yoldur (VanGessel ve Johnson, 2005). Suda çözünebilir polimerler damla çapını arttırıcı bir etkiye sahip oldukları gibi püskürtme sonucu oluşan damlalar içindeki sürüklenmeye daha yatkın küçük damla oranını da azaltmaktadır (Kirk, 2003). Son yıllarda özellikle ABD’de bir çok sürüklenme azaltıcı katkı piyasaya çıkmıştır. Ancak bu katkılar pompadan bir kaç kez sirküle olduktan sonra özelliklerini yitirmektedirler (Bouse et al., 1988; Reichard et al., 1996). Zhu et al. (1997) Xantan gum içerikli katkı maddelerinin bu tarz etkilere karşı daha dirençli olduğunu bildirmişlerdir.

Sürüklenme azaltıcılarla ilgili bir çok çalışmalar yapılmış olmakla birlikte, bu çalışmaların düşük çalışma basınçlarında (1,4 – 5,5 bar) yapıldıkları görülmektedir (Ozkan et al., 1993; Miller et al., 2001; VanGessel ve Johnson, 2005; Bouse et al., 1988; VanGessel ve Johnson, 2000; Miller ve Butler, 2000; Hewitt ve Bagley, 2000). Bu nedenle sürüklenme azaltıcıların yüksek basınçtaki potansiyellerinin araştırılması gereği doğmuştur. Meyve bahçesi uygulamalarında daha yüksek basınçta ve uygulama oranlarında çalışıldığından, bu tarz sürüklenme azaltıcıların etkilerinin açıklıkla bilinmesi gerekmektedir. Bu çalışmanın amacı, farklı sürüklenme azaltıcı katkıların yüksek çalışma basınçlarındaki karakteristiklerini ve performanslarını, laboratuvar koşullarında belirlemektir.

MATERYAL ve METOT

Meme ve Sürüklenme Azaltıcılar

Damla çapı ve hızı değerleri ile sürüklenme azaltıcıların performansları laboratuvar koşullarında belirlenmiştir. Kullanılan üç farklı azaltıcının etkili maddeleri polivinil polimer (PP), iyonik olmayan koloidal polimer (NCP) ve poliakralamittir (PA). Referans noktası oluşturması bakımından çalışmalar püskürtme sıvısı olarak sadece su kullanılarak tekrarlanmıştır. İçi boş konik hüzmeli meme (Seramik D5-DC45, Spraying System Co.), bahçe ve fidanlık ilaçlamalarındaki yoğun kullanımından ötürü tercih edilmiştir. Denemelerde 16,5 bar (240 psi) çalışma basıncı ve 4,65 L/dak püskürtme debisinde çalışılmıştır. Kullanılan sürüklenme azaltıcı katkı ve deneme koşulları Çizelge 1’de verilmiştir.

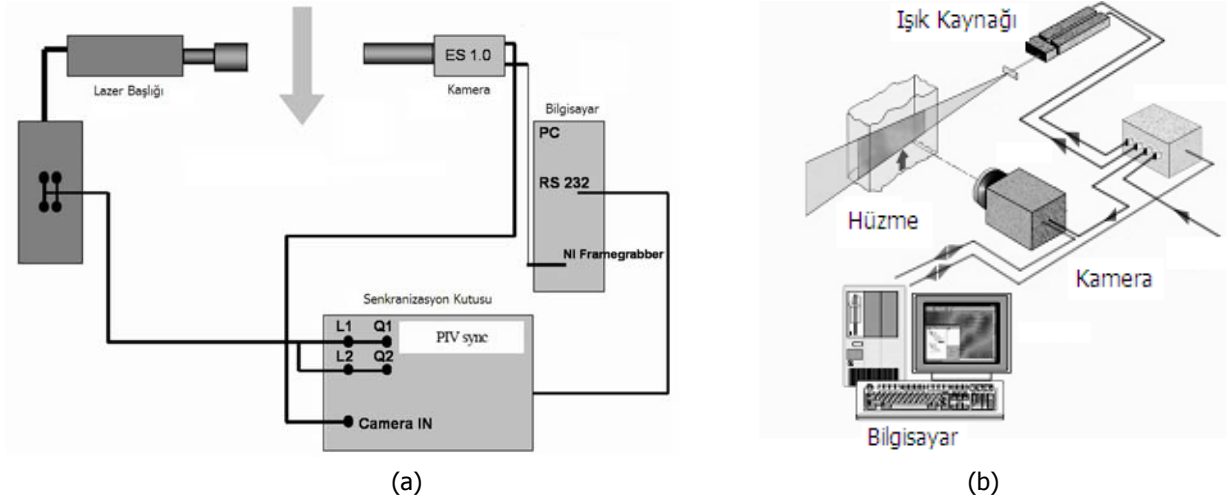
Damla Çapı ve Hızı Ölçümü

Damla çapları ve hızları görüntü analiz sistemi (Oxford Laser Vizisizer and PIV; Oxfordshire, UK) kullanılarak ölçülmüştür. Çalışmalarda 3 nolu lens opsiyonu 2x büyütme ayarında kullanılmıştır. Bu ayar konumunda sistem 21,2 – 1732,0 µm aralığındaki büyüklükleri okuyabilmektedir. Damla çapı ve hızları Çizelge 1’de verilen basınç ve debi değerlerinde ölçülmüştür. Ölçümler memeden 50 cm aşağıda, hüzmelin orta eksenini boyunca ve 5 cm aralıklarla yapılmıştır. Hüzmelin toplam genişliği 60 cm’dir. Çalışmalarda kullanılan meme, içi boş konik hüzmeli meme olduğundan damla ölçümleri hüzmeye merkezinden 20, 25 ve 30 cm mesafelerde eksenin her iki yanından yapılmıştır. Her bir noktada en az 10 000 damla örneği alınmıştır. Damla hızı ölçümleri için ise “Particle Image Velocimetry” (PIV) yazılımı ve lazer sisteminin 2-D ayarları kullanılarak yapılmıştır. Hız ölçümleri de memeden 50 cm aşağıdan 10x10 cm’lik alanda yapılmıştır. Sistemin şematik görüntüsü Şekil 1 (a) ve Şekil 1 (b)’de verilmiştir.

Çizelge 1. Sürüklenme Azaltıcılar ve Test Koşulları

İçerik	İçeriğin Yüzdesi	Kullanım Oranı (Her 100 L)	Basınç (kPa)	Debi (L/dak)	Rüzgar Hızı* (m/s)
Polivinil Polimer	1	500 mL	1655	4.65	1, 2.5, 5
İyonik olmayan Koloidal Polimer	100	45 g	1655	4.65	1, 2.5, 5
Poliakralamid	37	23.5 mL	1655	4.65	1, 2.5, 5
Sadece Su	1655	4.65	1, 2.5, 5

- Tünel İçindeki Rüzgar Hızı



Şekil 1. Damla çapı (a) ve damla hızını (b) ölçmek için kullanılan lazer sistemin şematik görünüşü

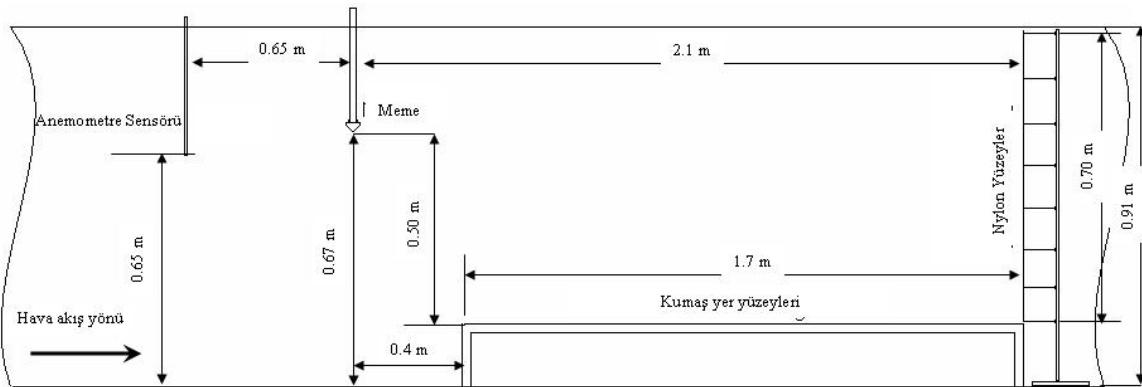
Farklı sürüklenme azaltıcılar kullanılarak hazırlanan karışımlar kullanılarak elde edilen damla büyüklükleri ASABE S572 AUG99 (Anonymous, 2003) standardına göre sınıflandırılmıştır. Sınıflandırmaya esas teşkil edecek olan eşik değerlerinin belirlenebilmesi için XR-11001, XR-11003, XR-11006 ve Teejet 8008 yelpaze hüzmeli memeler referans olarak kullanılmıştır. Bu memelerle çalışma esnasındaki basınçlar sırasıyla 4,5, 3, 2 ve 2,5 bar'dır (Womac et al., 1999).

Püskürtme Genişliği Ölçümleri

Püskürtme deseni ve genişliği taşınabilir bir paternatör kullanılarak yapılmıştır. Denemeler sırasında meme yüksekliği, çalışmanın diğer bölümlerine uygun olarak 50 cm olarak alınmıştır. Denemeler 3 tekrarlı olarak yürütülmüştür.

Rüzgar Tüneli Testleri

Materyallerin sürüklenmeyi azaltma performansları, 3,7 m uzunluğunda, 0,61 m genişliğinde ve 0,91 m yüksekliğinde çalışma alanına sahip olan bir rüzgar tünelinde yapılmıştır. Denemelerde 1, 2,5 ve 5 m/s olmak üzere 3 farklı hava hızında çalışılmıştır. Tünel içindeki hava hızlarının ölçümünde TSI 8386 Anemometre kullanılmıştır. Rüzgar tüneli ile ilgili daha detaylı bilgiler Reichard et al.. (1992) tarafından verilmiştir. Tünelin orta eksenine üzerine tabandan 67 cm yüksekliğe bir adet meme yerleştirilmiş ve çalışmalar bu meme ile yürütülmüştür. Rüzgar tüneli içindeki deneme düzeneğine ait ölçüler ile cihazların ve örnekleme yüzeylerinin pozisyonları Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Rüzgar tüneli ve deneme düzeneğinin şematik görünüşü

Denemelerde tünelin yan duvarlarından olan sıçramaya engel olabilmek için, yan duvarlar memenin bulunduğu bölgede 5 cm kalınlığındaki sünger ile kaplanmıştır. Memeden olan sıvı akışı selenoit valf ile kontrol edilmiştir. Her bir denemede, 5 saniye süre ile püskürtme yapılmış ve zaman kontrolü valfe bağlı bir zamanlayıcı ile sağlanmıştır. Depodaki sıvı karışım membranlı tipteki bir pompa yardımı ile memeye gönderilmiş ve fazla sıvı geri dönüş hattından tekrar depoya gönderilmiştir.

Yere ve havaya olan sürüklenmeyi ölçebilmek için püskürtme sıvılarının içine iz maddesi olarak 3 g/L oranında Brillant Sulfaflavine (BSF) eklenmiştir.

Denemelerde hem yatay hem de düşey örnekleme yüzeyleri kullanılmıştır. Yere olan sürüklenmeyi ölçmek için yatay örnekleme yüzeyi, havaya olan sürüklenmeyi ölçmek için ise düşey örnekleme yüzeyleri kullanılmıştır. Yatay yüzey, 1,7 m uzunluğunda ve 0,1 m genişliğinde pamuklu ince kumaş ve plastik filmden oluşmuştur. Bu kombinasyon 10x10 cm ölçülerinde 17 parça halinde kesilmiş ve kontraplaktan yapılmış örnekleme sephasının üst yüzeyine tutturulmuştur. Kumaş yüzeyinden alttaki kontraplak tutucuya iz maddesi miktarı geçişini engelleyebilmek için, yüzey ile kumaş arasına plastik şerit yerleştirilmiştir (Derksen et al., 1999). Tünel tabanından sıçrayan damlaların olumsuz etkilerinden korunabilmek için yatay örnekleme yüzeyi, tabandan 17 cm yukarıda tabana paralel olarak her iki uçtan desteklenmiştir. Örnekleme yüzeyleri tünelin orta eksenine, rüzgar doğrultusuna paralel olacak şekilde yerleştirilmiştir. Yatay yüzeyin memeye yakın olan kenarı, meme ekseninden hava akımı yönünde 40 cm uzaklıkta kalacak şekilde yerleştirilmiştir. Böylece püskürtmenin başlama ve bitiş zamanlarında oluşan büyük damlaların olumsuz etkilerinden korunmak mümkün olmuştur.

Havaya olan sürüklenmeyi ölçebilmek için 7 parça 10x10 cm ölçülerindeki naylon elekler kullanılmıştır. Bu elekler, yatay örnekleme yüzeyinin bitiş ucuna yerleştirilen düşey örnekleme yüzeyine tutturulmuşlardır. Kullanılan naylon elekler ve bunların örnekleme amaçlı olarak kullanımları ile ilgili daha detaylı bilgi Fox et al. tarafından verilmiştir (2004).

Denemelerde sıvı püskürtüldükten sonra, yere olan sürüklenmeyi ölçebilmek için aynı bölgede yer alan

kumaş ve naylon film aynı kavanoza olmak üzere bir denemeden 17 adet yer örneği ve 7 adet havaya sürüklenme örneği alınarak ayrı ayrı cam kavanozlara konulmuştur. İz maddesi analizleri için her bir kavanoza 30 mL saf su eklenmiş ve kavanozlar sarsıcı kullanılarak 3 dakika süreyle sallanmıştır. Yıkama işleminden sonra kavanozlardan yaklaşık 4 mL sıvı dört yüzü açık küvetlere aktarılmış ve sıvıdaki fluorosans yoğunluğu LS 50B luminescence spektrofotometre ile ölçülmüştür.

Üç tekrarlı olarak yapılan denemelerden elde edilen verilere varyans analizi uygulanmıştır. Ortalamalar arasındaki farklar Duncan yeni çoklu aralık testi yöntemi ile % 5 önem seviyesinde belirlenmiş ve bu amaçla ProStat 3.8 (Poly Software International) yazılımı kullanılmıştır.

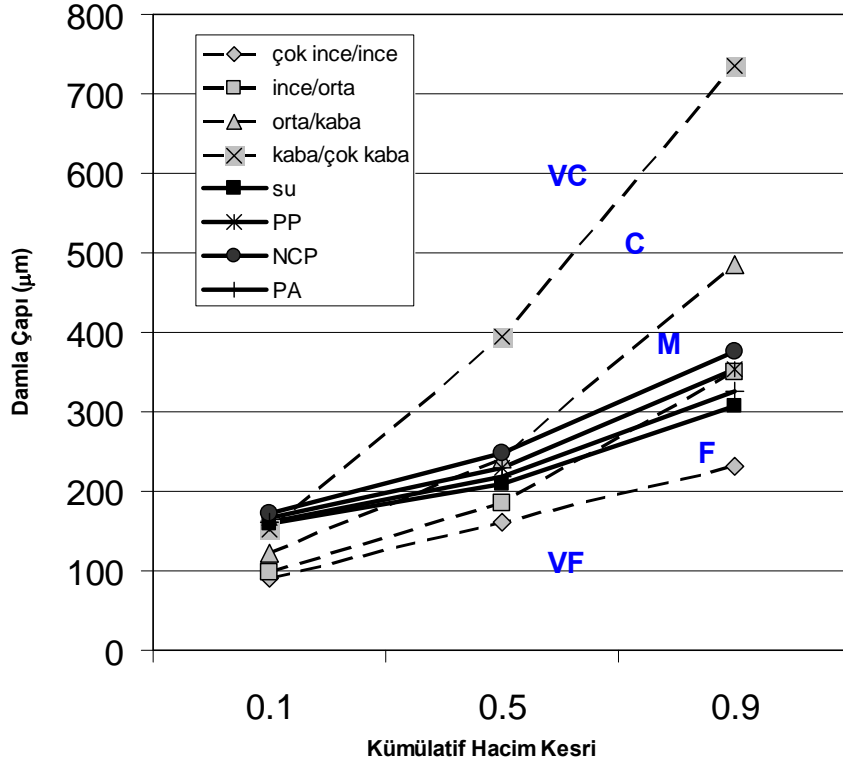
SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Damla Çapı ve Hızı

Memeden 50 cm aşağıdan yapılan ölçümlere ait sonuçlar Çizelge 2'de görülmektedir. PP ve NCP nin kullanılması Sadece suyun kullanıldığı duruma göre daha büyük damla çapı ve hızı değerleri sağlamışlardır. Bununla birlikte kullanılan diğer bir madde olan PA , su ile aynı damla büyüklüğü ve hızı değerlerini sağlamıştır. Kullanılan üç sürüklenme azaltıcı içinde NCP sürüklenmeye eğilimli damla oranının en düşük olduğu püskürtme desenini sağlamıştır. Zhu et al. (1994)'a göre 200 µm'den daha küçük çaplı damlalar sürüklenme riski yüksek olan damlalardır. Eğer sadece su kullanılarak yapılan çalışmadan elde edilen <200 µm damla oranı referans alınacak olursa, NCP, PP ve PA kullanılarak sürüklenme potansiyeleni sırasıyla % 32, % 26 ve % 17 oranlarında azaltmak mümkün olabilmektedir. Buradan hareketle, kullanılan üç maddenin de oluşturdukları damla çaplarına göre suya nazaran sürüklenme potansiyelini azalttığı söylenebilir.

Sadece su kullanılarak yapılan denemelerde elde edilen damlalara ait VMD değerlerine göre üretilen damlalar "ince sınıf"a çok yakın büyüklüktedir (Şekil 3). Suyun içine PP ya da NCP maddeleri eklendikten sonra VMD değeri "orta" sınıfta yeralacak şekilde büyümüştür (Şekil 3).

Ortalama damla çapındaki artışlardan ötürü, arttırdığı görülmüştür (Çizelge 2). kullanılan üç maddenin de damla hızlarında az da olsa



Şekil 3. D5-DC45 konik meme ile su ve diğer üç sürüklenme azaltıcıyı püskürtme sonucunda oluşan damla çapı sınıfları (Eşik değerleri ASAE S572 AUG99' a göre belirlenmiştir)

Çizelge 2. Damla Karakteristik Çapları ve Damla Hızları

Uygulama Sıvısı	$D_{V0.1}$ (μm)	$D_{V0.5}$ (μm)	$D_{V0.9}$ (μm)	Bağıl Aralık ⁺	% Hacim < 200 μm	Ortalama Damla Hızı (m/s)
Sadece Su	150.0	201.4	292.3	0.71	48.19c*	2.2
PP	156.2	222.0	338.0	0.82	35.59a	3.2
NCP	162.5	239.4	361.1	0.83	32.87a	3.1
PA	151.2	210.0	310.4	0.76	40.08b	2.5

+ Bağıl Aralık = $(D_{V0.9} - D_{V0.1}) / D_{V0.5}$

* Aynı kolonda aynı harf ile işaretlenmiş rakamlar arasında $\alpha=0,05$ için istatistiksel bir fark yoktur.

Püskürtme Genişliği

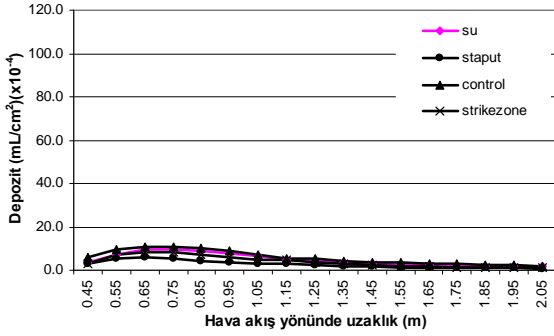
Püskürtülen sıvı miktarının % 95 lik kısmı esas alınarak elde edilen püskürtme genişliği değerleri Çizelge 3'te verilmiştir. Püskürtme genişliklerindeki farklar önemsiz düzeydedir.

Çizelge 3. Püskürtme genişliği değerleri

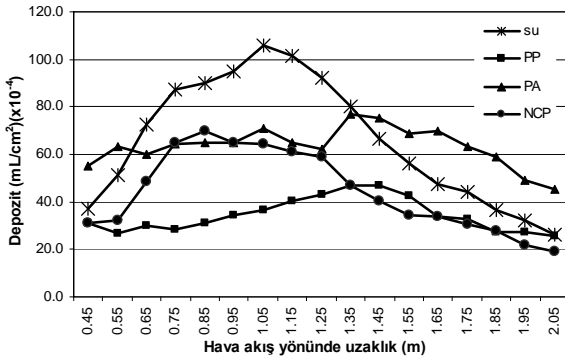
Uygulama Sıvısı	Basınç (kPa)	Debi (L/Dak)	Püskürtme Genişliği (cm)
Water only	1655	4,65	49,8
PP	1655	4,65	51,1
NCP	1655	4,65	49,8
PA	1655	4,65	51,3

Rüzgar Tünelinde Yere ve Havaya Olan Sürüklenme Miktarları

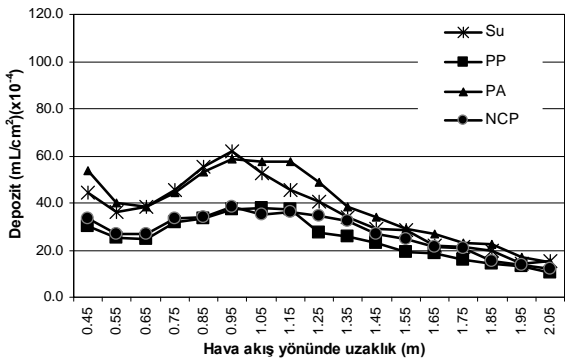
Rüzgar tüneli tabanında memeden 0,4-2,1 m uzaklık aralığında oluşan sürüklenme birikimi kullanılan tüm püskürtme sıvıları ve 3 farklı hava hızı değeri için Şekil 4, 5 ve 6'da verilmiştir.



Şekil 4. 1 m/s rüzgar hızı için rüzgar tüneli tabanındaki depozit



Şekil 5. 2,5 m/s rüzgar hızı için rüzgar tüneli tabanındaki depozit



Şekil 6. 5 m/s rüzgar hızı için rüzgar tüneli tabanındaki depozit

1 m/s hava hızında, PP ve NCP oransal olarak daha düşük bir yer birikimi sağlarken, PA su ile eşit düzeyde birikime neden olmuştur (Şekil 4). PP maddesi memeden 1-2,1 m uzaklık aralığında en düşük toplam birikimi sağlarken NCP ikinci en düşük değeri

sağlamıştır (Çizelge 4). Bununla birlikte PA sadece suyun kullanıldığı denemelerde oluşandan daha fazla birikime neden olmuştur. Püskürtülen sıvının büyük kısmının ilk 0,4 m lik kısmında biriktiği kabul edilmektedir.

Hava hızı 2,5 m/s değerine yükseltildiğinde, bütün uygulamalarda sürüklenme birikiminin arttığı görülmüştür (Şekil 4 ve Şekil 5). 2,5 m/s hava hızında su, PP, NCP ve PA uygulamaları için birikim miktarlarının sırasıyla 21, 23, 16 ve 17 kat arttığı görülmektedir. Bu rüzgar hızında 1-2,1 m uzaklık aralığında en düşük sürüklenmeyi PP maddesi sağlamış ve NCP ikinci sırada yer almıştır. PA suya göre nispeten daha az bir birikim sağlamıştır (Çizelge 4). PP ve NCP uygulamalarında oluşan sürüklenme PA ve suyun kullanıldığı uygulamalara nazaran % 40 oranında daha düşük olmuştur.

Hava hızının 5 km/saat hız değerine yükseltilmesi ile birlikte bütün uygulamalarda toplam yer birikim değerleri düşmüştür (Şekil 5 ve 6). Rüzgar hızının yüksek olmasından ötürü, esas birikim örnekleme alanından ilerideki bir yerde oluşmuştur. Bu hava hızı değerinde PP uygulaması, memeden 1-2,1 m uzaklık aralığında en düşük birikim miktarını sağlamıştır ve NCP uygulaması ikinci sırada yer almıştır (Çizelge 4). Buna karşılık PA uygulamasındaki birikim sadece su uygulamasında oluşana oranla daha yüksek olmuştur (Çizelge 4).

Çizelge 4. Yere konulan 10 cm genişliğindeki yüzeylerde hava akış yönünde 1-2.1 m uzaklık aralığında ve memeden 2.1 m uzaklıkta, 10x70 cm ölçülerindeki düşey örnekleme yüzeylerinde oluşan toplam depozit

Uygulama Sıvısı	Rüzgar Hızı (m/S)	Yere Depozit (mL)	Havaya Depozit (mL)
Su	1	0.332bc*	0.186b
Su	2.5	6.887e	1.803e
Su	5	3.234g	5.039h
PP	1	0.179a	0.110a
PP	2.5	4.033d	1.709de
PP	5	2.427f	4.150g
NCP	1	0.270ab	0.108a
NCP	2.5	4.387d	1.333d
NCP	5	2.725f	3.932g
PA	1	0.419c	0.158c
PA	2.5	7.058e	3.111f
PA	5	3.699h	5.397i

Aynı kolonda aynı harf ile işaretlenmiş rakamlar arasında $\alpha=0,05$ için istatistiksel bir fark yoktur.

PP uygulamasında oluşan birikim NCP uygulamasına oranla daha düşük olmasına rağmen, bütün hız değerleri için aradaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

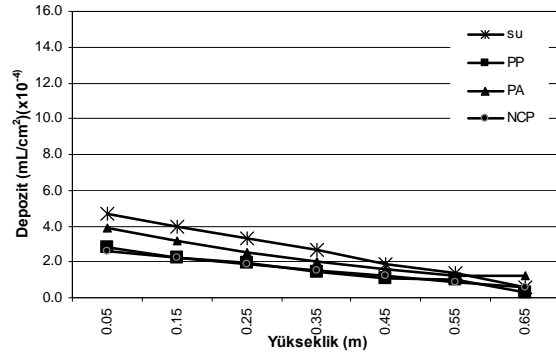
Benzer şekilde, PA ile su uygulamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir. Bununla birlikte PP ve NCP uygulamalarında oluşan toplam birikim miktarı ile sadece su uygulaması arasındaki fark önemli bulunmuştur. Yere giden sürüklenme söz konusu olduğunda, örnekleme yüzeyinin ilk yarısındaki birikim bütün rüzgar hızı değerleri için yüzeyin ikinci yarısına oranla daha fazla olmuştur.

Rüzgar tüneli içinde, memeden 2,1 m uzaklıktaki düşey örnekleme yüzeylerinde biriken havaya sürüklenme değerleri Şekil 5'te görülmektedir. Çalışılan üç hız değerinde de NCP en düşük havaya sürüklenme değerlerini sağlarken, PP uygulamasından elde edilen sonuçlar, arada istatistiksel yönden bir fark olmaksızın ikinci en düşük değeri sağlamıştır (Şekil 5 ve Çizelge 4).

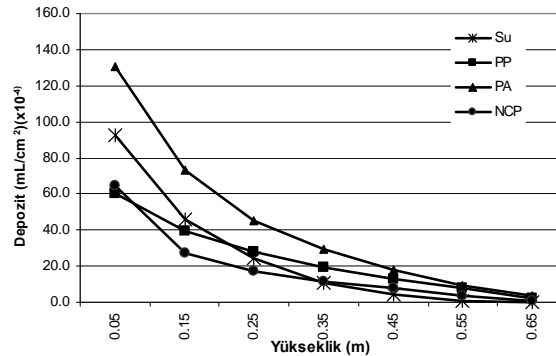
2,5 ve 5 m/s hız değerleri için PA uygulaması sadece su uygulamasından istatistiksel olarak önemli bir farkla daha yüksek oranda havaya sürüklenmeye neden olmuştur. NCP uygulaması 1, 2,5 ve 5 km/sa hava hızı değerleri için sadece su uygulamasına göre sırasıyla % 42, 26 ve 22 oranlarında daha az havaya sürüklenme sağlamıştır.

1 m/s ve 2,5 m/s rüzgar hızlarında havaya sürüklenme sonucu örnekleme yüzeylerinde oluşan birikim miktarları düşey yükseklik arttıkça azalmıştır. Bununla birlikte 5 m/s hava hızı değerinde en fazla birikim alttan üçüncü örnekleme yüzeyinde, örnekleme yüzeyi tabanından 0,25 m yükseklikte oluşmuştur. Bu sonuçlar havaya olan sürüklenmenin hava hızından büyük oranda etkilendiğini göstermektedir.

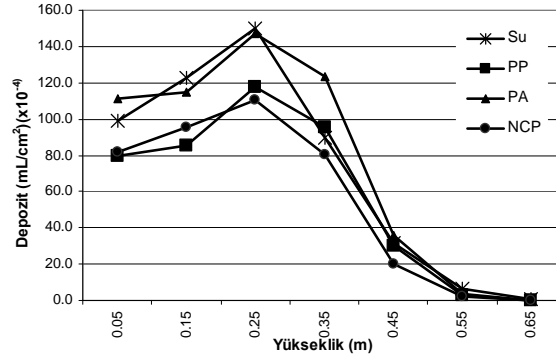
Genel olarak havaya sürüklenme miktarları rüzgar hızı artışıyla büyük artışlar göstermiştir. Örneğin, sadece su uygulamasında, 2,5 m/s ve 5 m/s hava hızlarındaki havaya sürüklenme değerleri, 1 m/s hızındaki değere göre 10 ve 27 kat daha fazla olmuştur (Çizelge 4). Benzer şekilde NCP uygulamasında oluşan havaya sürüklenme miktarları 2,5 ve 5 m/s rüzgar hızı değerleri için, 1 m/s de oluşan değerlere oranla sırasıyla 12 ve 36 kat daha yüksek olmuştur.



(a)



(b)



(c)

Şekil 5. Düşey örnekleme yüzeylerinde üç farklı çalışma hızında havaya sürüklenme sonucu oluşan deposit (a) Rüzgar hızı=1 m/s, (b) Rüzgar hızı=2,5 m/s, (c) Rüzgar hızı= 5 m/s

SONUÇ

Bu çalışmada yürütülen deneme sonuçlarına göre varılan sonuçlar şöyledir;

- İçi boş konik hüzmeli meme için 16,5 bar çalışma basıncında kullanılan sürüklenme azaltıcıların tamamı <200 µm damla oranını azaltmışlardır. NCP uygulaması en büyük VMD ve en küçük <200 µm oranını sağlamıştır.
- Sürüklenme azaltıcılar eklendikten sonra damla hızlarında küçük bir artış olmuş ancak püskürtme genişliğinde bir değişim olmamıştır.
- Rüzgar tüneline üç hız değeri içinde PP uygulaması en düşük yere sürüklenmeyi sağlarken, NCP ise en düşük havaya sürüklenme değerlerini sağlamıştır.

- Sadece su uygulaması ile karşılaştırıldığında PA uygulaması yere ve havaya olan sürüklenme miktarlarında bir azalma sağlamamıştır. Bu durum bütün hava hızı değerleri için geçerlidir.
- Her üç sürüklenme azaltıcı madde kullanımında da hava hızı arttıkça havaya sürüklenme artmıştır. Bununla birlikte, memeden 1-2,1 m uzaklık aralığında yerde oluşan sürüklenme, rüzgar hızı 1 den 2,5 m/s'ye ye çıkarıldığında artmış ancak 2,5'ten 5 m/s'ye ye çıkarıldığında azalmıştır.
- Laboratuvar sonuçları tarla denemeleriyle doğrulanmalıdır.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Anonyms, 2003. ASAE S572 AUG99: Spray Nozzle Classification by Droplet Spectra. MI. USA.
- Bouse, L.F., Carlton, J.B. and Jank, P.C. 1988. Effect of Water Soluble Polymers on Spray Droplet Size. Transactions of ASAE 31(6): 1633-1641.
- Derksen, R.C., Ozkan, H.E., Fox, R.D. and Brazee, R.D. 1999. Droplet Spectra and Wind Tunnel Evaluation of Venturi and Pre-Orifice Nozzles. Transactions of the ASAE 42(6): 1573-1580.
- Fox, R.D., Derksen, R.C., Zhu, H., Downer, R.A. and Brazee, R.D. 2004. Airborne Spray Collection Efficiency on Nylon Screen. Applied Engineering in Agriculture. 20(2): 147-152.
- Kirk, I.W. 2003. Spray mix adjuvants for spray drift mitigation-progress report. ASAE Annual International Meeting, Paper Number: 03.1060. Las Vegas, Nevada, USA.
- Miller, P.C.H. and Butler Ellis M.C. 2000. Effects of Formulation on Spray Nozzle Performance for Applications from Ground-Based Boom Sprayers. Crop Protection. 19: 609-615.
- Miller, P.C.H., Hewitt, A.J. and Bagley, W.E. 2001. Adjuvant Effects on Spray Characteristics and Drift Potential. Pesticide Formulations and Application Systems: Twenty First Volume, ASTM STP 1414, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA.
- Ozkan, H.E., Reichard, D.L., Zhu, H. and Akerman, K.D. 1993. Effect of Drift Retardant Chemicals on spray Drift, Droplet Size and Spray Pattern. Pesticide Formulations and Application Systems: 13th Volume, ASTM STP 1183, American Society for Testing and Materials, Philadelphia.
- Phillips, J.C. and Miller, P.C.H. 1999. Field and wind tunnel measurements of the airborne spray volume downwind of the single flat-fan nozzles. J. Agric. Engng. Res. 72: 161-170.
- Reichard, D.L., Zhu, H., Downer, R.A., Fox, R.D., Brazee, R.D., H.E. Ozkan. 1996. A laboratory system to evaluate effects of shear on spray drift retardants. Transactions of the ASAE 39(6): 1993-1999.
- Reichard, D.L., Zhu, H., Fox, R.D. and Brazee, R.D. 1992. Wind Tunnel Evaluation of a Computer Program to Model Spray Drift. Transactions of the ASAE 35(3):755-758.
- VanGessel, J.M. and Johnson, Q.R. 2000. Evaluation of Drift Retardants (Drift Control Agents) Two Year Summary. Research Report Submitted to the Delaware Soybean Board for Funding in 2000.
- VanGessel, J.M. and Johnson, Q.R. 2005. Evaluating Drift Control Agents to Reduce Short Distance Movement and Effect on Herbicide Performance. Weed Technology. V. 19: 78-85.
- Womac, A.R., Maynard II, R.A., and Kirk, I.W. 1999. Measurement variations in reference sprays for nozzle classification. Transactions of the ASAE, Vol. 42(3): 609-616.
- Zhu, H., Dexter, R.W., Fox, R.D., Reichard, D.L., Brazee, R.D., H.E. Ozkan. 1997. Effects of polymer composition and viscosity on droplet size of recirculated spray solutions. Journal of Agricultural Engineering Research 67: 35-45.
- Zhu, H., Reichard, D.L., Fox, R.D., Brazee, R.D., H.E. Ozkan. 1994. Simulation of drift of discrete sizes of water droplets from field sprayers. Transactions of the ASAE 37(5): 1401-1407.