

**SIRA ÜZERİNE İLAÇLAMA UYGULAMASINDA  
KULLANILAN İKİ FARKLI TİP PÜSKÜRTME  
MEMESİ ASKI ÜNİTESİNİN  
KARŞILAŞTIRILMASI**

**Nurfer KAMA**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Tarım Makineleri Anabilim Dalı**

**Danışman: Yrd. Doç. Dr. H. İlker ÇELEN**

**2008**

T.C.  
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SIRA ÜZERİNE İLAÇLAMA UYGULAMASINDA KULLANILAN  
İKİ FARKLI TİP PÜSKÜRTME MEMESİ ASKI ÜNİTESİNİN  
KARŞILAŞTIRILMASI

Nurfer KAMA

TARIM MAKİNELERİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Yrd. Doç. Dr. H. İlker ÇELEN

TEKİRDAĞ-2008

Her hakkı saklıdır

Yrd. Doç. Dr. H. İlker ÇELEN danışmanlığında, Nurfer KAMA tarafından hazırlanan bu çalışma 22/08/2008 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından. Tarım Makineleri Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Birol KAYIŞOĞLU

*İmza :*

Üye : Yrd. Doç. Dr. H. İlker ÇELEN (Danışman)

*İmza :*

Üye : Yrd.Doç. Dr. Erdal Kılıç

*İmza :*

**Yukarıdaki sonucu onaylarım**

Prof. Dr. Orhan DAĞLIOĞLU  
**Enstitü Müdürü**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### SIRA ÜZERİNE İLAÇLAMA UYGULAMASINDA KULLANILAN İKİ FARKLI TİP PÜSKÜRTME MEMESİ ASKI ÜNİTESİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Nurfer KAMA

Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarım Makineleri Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. İlker H. ÇELEN

Bu tezde klasik ilaçlama ünitesi olan tekli meme ile yanlardan püskürtme yapan ikili püskürtme ünitesi iz maddesi tutunması ve damla büyüklüğü karakteristik değerleri açısından incelenmiştir. İz maddesi olarak Tartrazin boyası kullanılmış ve filter kağıtları üzerine her iki unite ile ayrı ayrı farklı basınçlarda (2-3-4 bar) püskürtme yapılmıştır. Ayrıca damla büyüklüğü karakteristiklerinin tespiti için suya duyarlı kağıtlardan faydalanılmıştır. Hacimsel ortalama damla büyüklüğü, sayısal ve yüzeysel ortalama damla büyüklüğü değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca yaprak alanına gelen damla sayıları da belirlenmiştir. Hedef alan olarak domates bitkisi seçilmiştir. Örnekleme yüzeyleri domates bitkisinin üst kısmına, alt kısmına ve toprak yüzeyine yerleştirilmiştir. Araştırma sonucunda ikili püskürtme ünitesi daha iyi sonuçlar vermiştir. Yaprak altı bölgelerde ikili püskürtme ünitesi daha başarılı olmuştur. Spektrofotometrik analizler sonucunda yaprak yüzeylerinde en fazla iz maddesi tutunumu ikili meme ünitesinde elde edilmiştir. Yaprak yüzeylerinde ve alt kısımlarda ölçülen damla çapı değerleri açısından püskürtme üniteleri arasındaki fark önemlidir. Yaprak alanı indisi küçük bitkiler için tekli püskürtme ünitesi önerilirken büyük olanlara ikili püskürtme üniteleri önerilmiştir.

**Anahtar Kelimeler** : pülverizasyon, püskürtme memesi, damla, domates, kalıntı

2008, 50

## **ABSTRACT**

Master Thesis

### **COMPARISON OF DIFFERENT TWO SPRAY NOZZLE UNITS ON SPRAY APPLICATION**

Nurfer KAMA

Namık Kemal University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Agricultural Machinery

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. İlker H. ÇELEN

In this thesis, different spray nozzle units, the unit with one nozzle which is classic spray unit and the unit with two nozzles which is sprayed on both side of plant, were compared in relation to spray deposition and droplet characteristics. Different pressures were applied 2-3-4 bar. Tartrazine was used as tracer. Filter Papers were placed for determination of spray deposition. Water Sensitive Papers were placed for determination of droplet characteristics. Volume median droplet diameter, numerical median droplet diameter, space mean droplet diameter and homogenous coefficient were calculated as droplet characteristics. Also Leaves area index for application was determined. Tomatoes were selected as target plant. Papers were placed on the topsides, undersides of leaves and the ground. In conclusions, the unit with two nozzles was the most successful in terms of the spray deposition on the undersides of leaves. As a result of spectrofotometric analysis the biggest spray deposition was occurred in the unit with two nozzles. The difference between the spray units in term of drop diameter degree which was measured on the surface and under the leaves are important. The units with one nozzle were suggested for plants have a small leaf area index . But the units with two nozzle were suggested for plants have a small leaf area index.

**Keywords:** spraying, nozzle, droplet, tomatoes, deposition

2008, 50

# İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
<b>1.GİRİŞ</b>	1
<b>2.KAYNAK ÖZETLERİ</b>	6
<b>3.MATERYAL VE YÖNTEM</b>	12
3.1. Materyal	12
3.1.1. Püskürtme üniteleri	12
3.1.1.1. İkili meme ünitesi	12
3.1.1.2. Tekli meme ünitesi	12
3.1.1.3. Meme tipi	13
3.1.2. Araştırmanın yürütüldüğü alan	14
3.1.3. Bitki materyali	14
3.1.4. Laboratuvar cihazları	15
3.1.5. Yaprak alanı ölçer	16
3.1.6. İz maddesi	17
3.1.7. Suya duyarlı kağıtlar (WSP)	17
3.1.8. Filtre kağıdı	18
3.1.9. Meteorolojik koşulların tespiti	19
3.1.10. Araştırmada kullanılan diğer araç ve gereçler	19
3.2. Yöntem	20
3.2.1. Deneme deseninin kurulması ve örnekleme yapılıması	20

3.2.2. Deneme deseni	20
3.2.3. Püskürtme ünitelerinin kalibrasyonu	22
3.2.3.1. Meme debilerinin belirlenmesi	22
3.2.3.2. İlaç normunun belirlenmesi	23
3.2.3.3. İlerleme hızının belirlenmesi	24
3.2.4. Yaprak alan indeksinin belirlenmesi (YAI)	24
3.2.5. Meteorolojik koşullar	24
3.2.6. İz maddesi tutunma miktarının belirlenmesi	25
3.2.6.1. Standart serinin hazırlanması ve ölçümü	25
3.2.6.2. Denemeden elde edilen örneklerin ölçümü	25
3.2.6.3. Ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi	26
3.2.7. Damla çaplarının belirlenmesi	27
3.2.8. Damla yoğunluğunun belirlenmesi	31
3.2.9. İstatistiksel analiz	31
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA</b>	<b>32</b>
4.1. Meteorolojik Koşullar	32
4.2. Meme Debisi	32
4.3. Yaprak Alan İndeksi (YAI)	32
4.4. İz Maddesi Tutunma Miktarı	34
4.5. Damla Büyüklüğü	37
<b>5. SONUÇ</b>	<b>44</b>
<b>6. KAYNAKLAR</b>	<b>45</b>
TEŞEKKÜR	49
ÖZGEÇMİŞ	50

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. İkili meme ünitesinin görünümü	13
Şekil 3.2. Araştırmada kullanılan yelpaze hüzmeli memelerin görünümü	13
Şekil 3.3. Bitkilerin araştırmanın yapılacağı alana yerleştirilmesi	14
Şekil 3.4. SHIMADZU 1208 Model UV-VIS spektrofotometresi	16
Şekil 3.5. LI-COR LI-3000A model area meter	16
Şekil 3.6. Suya duyarlı kağıtlar	18
Şekil 3.7. Filtre kağıtları	18
Şekil 3.8. Anemometre	19
Şekil 3.9. Bitki örnekleme yüzeyi konumları	22
Şekil 3.10. Boya konsantrasyonu ile spektrofotometre okumaları arasındaki ilişki	26
Şekil 4.1. Tekli püskürtme ünitesinin farklı basınçlarda farklı konum ve bölgelerde kalıntı dağılımı	35
Şekil 4.2. İkili püskürtme ünitesinin farklı basınçlarda farklı konum ve bölgelerde kalıntı dağılımı	36
Şekil 4.3. Tekli püskürtme ünitesinin farklı basınçlarda farklı konum ve bölgelerde hacimsel ortalama damla büyüklüğü dağılımı	40
Şekil 4.4. İkili püskürtme ünitesinin farklı basınçlarda farklı konum ve bölgelerde hacimsel ortalama damla büyüklüğü dağılımı	42



## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Domates bitkisinin özellikleri	15
Çizelge 3.2. İz maddesinin özellikleri	17
Çizelge 3.3. Deneysel plan	21
Çizelge 3.4. Yayılma faktörü	28
Çizelge 4.1. Araştırmanın yürütüldüğü sırada ölçülen meteorolojik değerler	32
Çizelge 4.2. Memelere ait debi ve uygulama ilerleme hızı değerleri	33
Çizelge 4.3. YAI değerleri	33
Çizelge 4.4. Kalıntı miktarı varyans analiz tablosu	34
Çizelge 4.5. Damla büyüklüğü dağılımı varyans analiz tablosu	38
Çizelge 4.6. Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları	39

## 1. GİRİŞ

Günümüzde, tarımsal mekanizasyon, diğer tarım uygulamalarının etkinliğini arttırmak, ekonomikliği sağlamak ve çalışma koşullarını iyileştirmek yönünden tamamlayıcı bir girdidir. Ülke tarımının halkı besleyici seviyeye gelmesi, sağlanan üretim fazlalıklarının değerlendirilebilmesine, ürün çeşidinin arttırılmasına, teknolojideki gelişimlerin tarıma girmesine bağlıdır. Bu gelişme atılımlarında, tarım sektöründe birim alandan elde edilen verimi nitelik ve nicelik yönünden arttırmak, tarımsal potansiyeli etkin bir şekilde kullanabilmek asıl amaç olmalıdır. Birim alandan alınan ürünü arttırmada en önemli yeri, hastalık ve zararlılarla savaşım alır. Tarımsal ilaçlardan beklenen faydayı elde etmek için ilacın, bitkinin uygun yerlerine etkili dozlarda dağıtılması yanında, bu işlemlerin en az çevre kirlenmesi ile en ekonomik şekilde uygulanması gerekir.

Pülverizatörlerle yapılan tarımsal savaşımında en önemli noktalardan biri pülverizasyonun istenilen değerler içerisinde gerçekleşip gerçekleşmediğinin saptanmasıdır. Bunun için kullanılan aletin pülverizasyon karakteristiklerini ve bu karakteristiklere etkili faktörlerin iyi bir şekilde saptanması gereklidir. Kimyasal uygulamalarda, bitki ve iklim koşulları, ilaç normu, ilaçlama zamanı, damla çapı büyüklüğü, karışımın formülasyonu ve yüzey kaplama oranı etkilidir (Çelen ve ark., 2007).

Bitki koruma ilaçları bilinçli olarak kullanıldığında ancak beklenen fayda sağlanabilmektedir. Gelişigüzel kullanıldığında ise beklenen fayda sağlanamamakta, ekosistem içerisindeki doğal denge bozulmakta, insan sağlığı tehlikeye sokulmakta ve ürün maliyetleri artmaktadır. Pestisitlerin bitkiye uygulanması sırasında oluşan pestisit kayıpları oldukça fazladır. Araştırmalar çeşitli makinelerle uygulanan pestisitlerin ancak %20-25 nin bitki üzerine ulaştığı, diğer kısımlarının ise ya tarla yüzeyine ya da tarla dışına sürüldüğünü belirtmişlerdir.

Günümüzde aşırı nüfus artışına karşın üretim artışının sınırlı kalması, doğal kaynakların giderek azalması ve dünya üzerindeki tarım alanlarının sınırlı oluşu özellikle geri kalmış ve gelişmekte olan ülkelerde açlık sorununu da beraberinde getirmektedir. Tarıma elverişli alanların erozyon, yeni yerleşim yerlerinin kurulması ve yeni yollar açılması gibi nedenlerle önemli oranda

daraldığı bilinen bir gerçektir. Dolayısıyla birim alandan daha fazla ürün almak mevcut tarım alanlarının verimli olarak kullanılmasına bağlıdır.

Tarımsal üretimde birim alandan alınan ürün miktarını artırmak ve ürün kalitesini yükseltmek için makina, gübre, enerji ve su gibi temel üretim girdilerinin kullanımı yanında kültür bitkilerinin gelişimlerini sınırlandıran hastalık, zararlı ve yabancı ot gibi etmenlerle mücadele çok önemli bir yer tutmaktadır (Çelik 2000, Çilingir ve Dursun 2002).

FAO tarafından yapılan bir araştırmada, genel olarak gelişmekte olan ülkelerde bitki hastalık ve zararlıları nedeniyle hasat öncesi ürün kaybının %30-50, hasat sonrası kayıpların ise %5-15 arasında olduğu saptanmıştır. Ülkemizde hastalık ve zararlıların neden olduğu toplam kaybın %35 civarında olduğu (Eraktan 1988, Çilingir ve Dursun 2002) ve tarımsal üretimimizin 400'den fazla hastalık, zararlı ve yabancı ot türü ile karşı karşıya bulunduğu belirtilmektedir. Tarımsal mücadelenin yetersiz olması nedeniyle yıllık en az ürün kaybının hububatta 6.4 milyon ton, meyve ve yaş üzümde 1.6 milyon ton, sebze 632 bin ton, diğer tarla bitkilerinde ise 312 bin ton olduğu tahmin edilmektedir (Tekeli ve Ergün 1983). Dünya genelinde toplam %35'lik kayıp içerisinde zararlılar %13.8, hastalıklar %11.6 ve yabancı otlar %9.5'lik paya sahiptirler (Çilingir ve Dursun 2002).

Bu kayıpların en aza indirgenmesi amacıyla yapılan tarımsal mücadele uygulamaları; kimyasal mücadele, biyolojik ve biyoteknik mücadele, fiziksel ve mekanik mücadele, kültürel önlemler, tahmin ve erken uyarı, karantina ve sertifikasyon önlemlerini kapsamaktadır. Ancak, hastalık, zararlı ve yabancı otlarla mücadelede gerek uygulama kolaylığı ve gerekse etkisinin kısa zamanda görülmesi nedeniyle kimyasal mücadele yöntemi diğerlerine tercih edilmektedir (Matthews 1979, Yağcıoğlu 1993).

Hastalık, zararlı ve yabancı otların neden olduğu ürün kayıplarının önlenmesinde tarım ilaçları çok önemli bir yere sahiptir. Ancak kimyasal mücadelede kullanılan tarım ilaçlarının insan sağlığı, çevre ve doğal dengeyi olumsuz yönde etkilemesi ve artan üretim maliyetleri nedeniyle hassas, dikkatli ve en az ilaç kaybına neden olacak şekilde uygulanması gerekmektedir (Ergül ve Dursun 2004). Bu amaçların gerçekleştirilebilmesi, tüm ürünleri kapsayan bir üretim planlaması yapılması ve çiftçilerin bilinçlendirilmesi ile yakından ilişkilidir (Kan ve Gün 2000)

Kimyasal mücadelede ilaçlama maliyetlerini azaltırken ilaçlama etkinliğini artırmak, büyük ölçüde amaca uygun pülverizatör ve ilaçlama yöntemi seçimine bağlı olmaktadır. İlaçlama uygulamalarında hedef bölgede tutunan ilaç miktarı bitki, çevre, ilaçlama ünitesi ve pestisit formülasyonu arasındaki etkileşime bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Özellikle, bazı zararlı ve hastalık etmenleri ile mücadelede ilacın yaprak altına ulaştırılması önem arz etmektedir. İlaçlama üniteleri, bitki yüzeylerindeki ilaç tutunması ve yüzey kaplamaya doğrudan etki etmektedir. Bu nedenle, bitki yüzeylerinde optimum kaplamayı sağlayacak ilaçlama ünitesinin seçilmesi önem taşımaktadır (Sumner ve ark. 2000).

Kimyasal mücadelenin başarısı ilaçlama ekipmanını oluşturan bütün elemanların görevini tam olarak yerine getirmeleriyle yakından ilişkilidir. Ancak, ilaçlama tekniğinin büyük ölçüde memeler tarafından oluşturulan pülverizasyonun kalitesine bağlı olması memelerinin hastalık, zararlı ve yabancı ot mücadelesinde oldukça önemli bir yere sahip olmasına neden olmaktadır (Ozkan ve ark.1992)

Püskürtme memelerinin görevi, ilacı olabildiğince aynı büyüklükte damlalar halinde hedef yüzeylerde düzgün dağılım oluşacak şekilde uygulamaktır. İlaçlamada yaygın olarak kullanılan meme tiplerinden birisi yelpaze hüzmeli memelerdir. Yelpaze hüzmeli memelerde basınçlı sıvı meme deliğinden dışarı büyük bir hızla çıkar. Sıvı hüzmelerinin yelpaze formunu kazanması için iki farklı yapım şekli uygulanmaktadır. Bunlardan birincisinde, sıvı birbirine paralel iki çıkıntı veya girinti yüzeyinin ortasındaki delikten püskürtülmektedir. Bu memeler yarık tip meme olarak adlandırılmaktadır. Yarık tip yelpaze hüzmeli memelerde sıvı, bir yarık veya paralel iki çıkıntının arasına açılmış genellikle elips şeklinde bir delikten dışarı püskürtülmektedir. Sıvı, deliğin iki tarafındaki paralel yüzeyler arasından geçerken yelpaze şeklini almaktadır. İkinci yöntemde ise meme deliğinden çıkan sıvı jeti meme çıkış ağzına yerleştirilmiş bir engele çarptırılmaktadır. Bu memelere aynalı (çarpmalı) tip meme adı verilmektedir (Yağcıoğlu 1993).

Günümüzde hastalık, zararlı ve yabancı otlarla mücadelede elde edilen başarı, aynı zamanda yapılan ilaçlamanın ekonomik olup olmaması ile de yakından ilişkilidir. Kimyasal mücadelede kullanılan pestisit ve su kaynaklarının kısıtlı olduğu bölgelerde kullanılacak su miktarının azaltılabilmesi ilaçlamanın ekonomikliği açısından önem arz etmektedir. Bu nedenle

seçilecek ilaçlama ünitesinin hem ilacı hedef yüzeylere ulaştırabilmesi hem de ilaçlama maliyetinin düşük olması istenmektedir. Düşük dozlu uygulamalarda daha etkin mücadele yapmak amacıyla sıra aralarına yerleştirilen askı kolları üzerine memelerin bir, iki ve üç noktadan konumlandırıldığı ilaçlama ünitelerinden yararlanılmaktadır (Matthews 2004).

Püskürtme memelerinin her sıraya bir adet meme gelecek şekilde konumlandırıldığı tekli meme ünitesi, özellikle kısa boylu bitkiler için kullanılmakta, bitkiler büyüdükçe meme sayıları artırılabilir. Memelerin bitkinin yan taraflarına gelecek şekilde konumlandırıldığı ikili meme ünitesi, uzun boylu bitkiler için tercih edilmektedir. Memelerden birinin sıra üzerine diğer ikisinin kenarlara gelecek şekilde konumlandırıldığı üçlü meme ünitesi ile fungusit ve insektisit uygulamalarında bitki yüzeylerinde iyi bir kaplama sağlanmaktadır. İki veya üç adet memenin kullanıldığı banda ilaçlama yapan ünitelerle tekli meme ünitesi ile yapılan uygulamalara göre daha iyi ilaç penetrasyonu ve yaprak altı ilaç tutunması elde edilmektedir (Grisso ve ark. 2004).

Geleneksel yöntemlerle yapılan ilaçlamalarda hedef yüzey üzerinde yeterli miktarda etkili madde toplanamaması, ilaç dağılımının düzgün olmaması ve ilacın hedef alanın dışına sürüklenmesi gibi nedenlerle tarım ilaçları aşırı miktarda ve sık sık uygulanmaktadır (Mercan ve ark. 1998). Bilinçsizce ve sık yapılan ilaçlamalar sonucunda bitkilerde fitotoksite meydana gelmekte, zararlılarda ilaçlara karşı direnç oluşmakta ve yeni zararlı salgınları ortaya çıkmaktadır (Bayat ve Zeren 1994). İlaçlama sırasında püskürtülen ilacın hedef yüzeyler üzerinde toplanmaması nedeniyle ilacın büyük bir kısmı ya doğrudan tarla yüzeyine ya da rüzgarla tarla dışına sürüklenmektedir. Topraktan akarsularla, yeraltı sularına, denizlere ve göllere kadar ulaşan ilaçlar hem bu ortamlarda yaşayan canlı organizmaları, hem de insan sağlığını tehdit etmektedir (Coates 1996, Akın 2004).

Banda ilaçlama yapan ünitelerle sıra veya bir hat boyunca tarla yüzeyinin bir kısmı hedef alınarak ilaçlama yapılmaktadır. Bu nedenle klasik ilaçlama ünitesine göre kullanılan pestisit maliyeti azalmakta, aynı zamanda pestisit tüm alana uygulanmadığı için hem ekonomik bir ilaçlama yapılmış olmakta hem de ilaçların çevreye ve canlı organizmalara olan olumsuz etkileri azaltılmış olmaktadır (Grisso ve ark. 2004, Matthews 2004).

Bu tezin amacı, biri klasik ilaçlama ünitelerinde bulunan tekli üstten püskürtme yapan ilaçlama memesi askı tipi ile bitkiye sağdan ve soldan püskürtme yapabilecek şekilde püskürtme

memelerinin konumlandırıldığı askı tipini farklı basınç ve bitkinin farklı bölgelerinde kalıntı dağılımı ve damla büyüklüğü dağılımı açısından inceleyerek değerlendirilmeler yapmaktır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bayat ve Zeren (1994) pamuk bitkisinin iki gelişim döneminde farklı ilaç uygulama ünitelerini bitki tacı farklı bölgelerinde yaprak üst ve alt yüzeylerinde tutunan ilaç miktarı ve meydana gelen ilaç kayıpları açısından karşılaştırmışlardır. Denemeye alınan ilaç uygulama üniteleri; klasik uygulama (tarla pülverizatörü ile yerden ilaçlama), yaprak altı püskürtme ünitesi, mekanik bitki yatırıcı uygulama, pnömatik uygulama, hava akımlı bitki yatırıcı uygulama ve taşıyıcı hava akımlı uygulamadır. Mekanik bitki yatırıcı uygulama, hava akımlı bitki yatırıcı uygulama ve taşıyıcı hava akımlı uygulamaların gerçekleştirilmesi için, klasik tarla ve hava akımlı bir bahçe pülverizatörü üzerinde bazı değişiklikler yapılmıştır. Bütün ilaçlama üniteleri ile bitki tacının üst, orta ve alt bölgelerinde sağladıkları iz maddesi tutunma miktarının oldukça değişken olduğu saptanmıştır. Bitki tacı alt bölgesindeki yaprakların alt yüzeyinde her iki uygulama döneminde de en fazla tutunma, taşıyıcı hava akımlı uygulama ile sağlanmıştır. Tüm ilaçlama ünitelerinde en fazla tutunma yaprak üstünde elde edilmiştir. Mekanik ve hava akımlı bitki yatırıcı uygulamalarda tarla yüzeyinde oluşan ilaç kayıplarının daha fazla olduğu bildirilmiştir.

Dursun ve ark. (2000) dört farklı üreticiye ait 6 adet püskürtme memesinin meme plakalarındaki delik çapı ve delik kenar düzgünlüklerini belirlemişlerdir. Meme plakası delik çapları ölçümü için plakaların görüntüleri bir tarayıcı ile bilgisayar ortamına aktarılmış ve delik çaplarının hassas ölçülmesi için görüntü 25 kat büyütülmüştür. Daha sonra görüntü işleme programı ile delik çapları her bir plaka için delik çevresi boyunca 5 noktadan ölçülmüştür. Firmaların verdiği plaka delik çapları ile ölçülen ortalama delik çapları arasında farklılıklar bulunmuştur. Meme plakası deliklerinin yeterli düzgünlükte olmadığı ve delik kenarlarında çapak ve havşalar bulunduğu saptanmıştır.

Ellis ve Tuck (1999) beş farklı hidrolik memeyi damla çapı, damla oluşumu ve dağılım düzgünlükleri yönünden incelemişlerdir. Araştırmada her bir meme tipi için 7 farklı özelliğe sahip sıvılar kullanılmıştır. Birisi su diğerleri adjuvant adı verilen maddeleri içeren farklı sıvıların damla oluşumu ve dağılım düzgünlüğü üzerindeki etkisinin önemsiz olduğu, ancak farklı püskürtme basınçlarından memelere ait hacimsel ortanca çapların çok önemli düzeyde değiştiği saptanmıştır.

Huyghebaert ve ark. (2001) farklı üreticilerden temin edilen 1565 adet memenin üretici firmanın bildirdiği kalite standartlarına uygunluğunun araştırıldığı bir çalışmada, memelerin ortalama %20'sinin üretici firmanın verdiği tolarensları aştığını, ürün kalitesinin de üretici firmalara göre değiştiğini belirlenmişlerdir.

Krishnan ve ark. (1993) TJ60-8004 yelpaze hüzmeli memenin 139, 208.5, 312.8 ve 382.3 kPa püskürtme basınçlarında kullanılması durumunda dağılım deseni değişimi üzerinde rüzgar hızı, rüzgar yönü ve pülverizatör titreşiminin etkisini bir paternatör ile belirlemişlerdir. Tüm püskürtme basınçlarında rüzgar hızı, rüzgar yönü ve aralarındaki etkileşimin dağılım deseni değişimi üzerinde istatistiksel olarak önemli olduğu ve ilaçlamanın başarısını önemli bir şekilde etkilediği vurgulanmıştır.

Mengeş (1995) meme tipi, çalışma basıncı, meme yüksekliği ve meme aralığının bazı konik ve yelpaze hüzmeli memelerdeki hacimsel dağılım düzgünlüğü ve pulverizasyon karakteristiklerine olan etkisini araştırmıştır. Çalışma basıncı konik hüzmeli memeler için 300-500-700 kPa, yelpaze hüzmeli memeler için ise 200-300-400 kPa olarak seçilmiştir. Hüzme açısı konik hüzmeli memelerde 79°-101°, yelpaze hüzmeli memelerde 98°-123° arasında değerler almış, meme debileri konik hüzmeli memelerde 0.455-2.293 l/min, yelpaze hüzmeli memelerde ise 1.571-2.594 l/min arasında değişmiştir. Homojenlik katsayısı değerleri, konik hüzmeli memelerde 1.58-2.97, yelpaze hüzmeli memelerde ise 1.53-2.48 olarak belirlenmiştir.

Ozkan ve ark. (1998) klasik ilaçlama ünitesi ve hava akımlı uygulamanın domates bitkisinde görülen septorya leke hastalığı ve pamuk atraknozu hastalıklarına karşı etkinliklerini araştırmışlardır. Klasik ilaçlama ünitesinde XR8002 yelpaze hüzmeli meme (D6-23 ve D2-23) ve düşük sürüklenme sağlayan (TT110015) yelpaze hüzmeli meme, hava akımlı pülverizatörde ise XR11005 yelpaze hüzmeli meme kullanılmıştır. Klasik ilaçlama ünitesinde memeler bum üzerinde 50.8 cm, hava akımlı uygulamada ise 30.5 cm mesafelerle yerleştirilmişlerdir. Meme tipi ne olursa olsun klasik ilaçlama ünitesi ile yapraklarda elde edilen kaplama oranının hava akımlı uygulamaya göre daha düşük olduğu bildirilmiştir. Farklı meme tipleri için hastalık kontrolü açısından elde edilen farkın çok az olduğu saptanmıştır.

Perez ve ark. (1995) tarla ve laboratuvar şartlarında yaptıkları çalışmada hava akımlı elektrostatik yüklemeli pülverizatör, sırt pülverizatörü ve üçlü meme ünitesinin kabak bitkisinde görülen lahana yaprak güvesi (*Plutella xylostella* (L.)) mücadelesinde etkinlikleri belirlemek



amacıyla biyolojik bir ilaç olan *Bacillus thuringiensis*'in iki farklı türünü (Javelin ve XenTari) kullanmışlardır. Elektrostatik yüklemeli pülverizatörde dört adet meme kullanılmış, bu memelerin ikisi sıra üzerine düşey yönde diğer ikisi de çok küçük bir açıyla sıranın içerisine doğru konumlandırılmıştır. Üçlü meme ünitesinde ise yine içi boş konik hüzmeli meme kullanılmış, memelerden birisi sıra üzeri diğer ikisi bitkinin yanlarına gelecek şekilde konumlandırılmıştır. Tüm ilaçlama uygulamalarının, lahana yaprak güvesi mücadelesinde çok önemli bir etkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca ilaçlama ünitelerinin *Bacillus thuringiensis* formülasyonları ve yaprak yüzeyleri ile olan etkileşimlerinin de önemli bulunduğu belirtilmiştir. Zararlı ile mücadelede elektrostatik yüklemeli uygulama ile bitki bölgelerinde diğer uygulamalara göre daha homojen bir ilaç dağılımı elde edilmiştir.

Ryley ve ark. (2000) ilaçlama ünitesi, ilaçlama zamanı ve farklı dozlarda kullanılan fungusit miktarının yer fıstığında görülen kök çürüklüğü hastalığına (*Sclerotinia blight*) olan etkisini incelemiştir. Üç farklı fungusit (fluazinam, procymidone ve iprodion) hastalık belirtileri görülmeden ve belirtiler görüldükten sonra tekli ve üçlü meme üniteleri ile uygulanmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Uygulama zamanının hastalığın kontrolü ve ürün artışı açısından önemli bir etkiye sahip olduğunu ve hastalık belirtileri görülmeden yapılan uygulamaların belirtiler görüldükten sonra yapılan uygulamadan daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Tekli meme ünitesinin genç bitkilerde hastalık kontrolünde etkili olduğu saptanmış, fungusit uygulamalarının etkinliğinin meme tipi, uygulanan fungusit miktarı, ilaç normu ile yakından ilişkili olduğu belirtilmiştir.

Shahatha (1989) memelerin pülverizasyonda en önemli organlardan biri olduğu ve üreticilerin meme plakası ve helisel gövde yapımlarında daha hassas üretim gerçekleştirmeleri gerektiğini vurgulamıştır.

Sidahmed ve ark. (1999) üç adet yelpaze hüzmeli meme (XR8002, XR8001, 800067) ile 207 kPa sabit basınç şartlarında su ile püskürtme yapılmış ve deneysel verilerle elde edilen damla çapı ve damla hızı değerleri ile hesap yoluyla bulunan tahmini değerler arasında benzerlik olduğu saptanmıştır. Ölçümler meme orifisinden 4 cm aşağıda ve meme merkezi boyunca yapılmıştır. Her denemede 10000 damla üzerinden ölçüm yapılmış,  $D_{v0,1}$ ,  $D_{v0,5}$ ,  $D_{v0,9}$  değerleri XR8002 için sırasıyla 102  $\mu\text{m}$ , 191  $\mu\text{m}$  ve 280  $\mu\text{m}$ , XR8001 için 96  $\mu\text{m}$ , 170  $\mu\text{m}$  ve 268  $\mu\text{m}$ , 800067 meme için 83  $\mu\text{m}$ , 134  $\mu\text{m}$  ve 235  $\mu\text{m}$  olarak ölçülmüştür.

Sumner ve ark. (2000) hava akımlı, elektrostatik yüklemeli hava akımlı, üçlü ve beşli meme ünitelerinin ve klasik ilaçlama ünitesinin ilaç dağılım düzgünlükleri yönünden karşılaştırmışlardır. Üçlü meme ünitesinde memelerden birisi bitki üzerine diğer ikisi yanlara gelecek şekilde konumlandırılmıştır. Beşli meme ünitesinde memeler askı kollarına beş noktadan konumlandırılmış ve koruyucu perde kullanılmıştır. İlaç dağılım düzgünlüğü pamuk bitkisinin üst ve orta bölgelerinde olmak üzere her bölgenin yaprak üst ve alt yüzeylerinde belirlenmiştir. Bu amaçla suya duyarlı kartlar üzerinden leke çapı ve yüzey kaplama oranları, yaprak yıkama yöntemi ile birim alandaki iz maddesi tutunma miktarı belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; tüm uygulamalarda bitkinin üst bölgelerinden alt bölgelere doğru tutunmanın azaldığı saptanmıştır. Üçlü, ikili ve klasik ilaçlama üniteleri ile birim alanda elde edilen tutunma miktarının arttığı ancak, hava akımlı pülverizatörlerle yapılan uygulamalarda özellikle bitkinin yaprak altı tutunmasının daha fazla olduğu saptanmıştır.

Sumner ve Herzog (2000) hava akımlı uygulama, klasik ilaçlama ünitesi ve banda ilaçlama yapan üçlü meme ünitesini pamuk çizgili yaprak kurdu (*Spodoptera exigua* Hübner) zararlısı ile mücadele etkinlikleri açısından karşılaştırmışlardır. Üçlü meme ünitesinde memelerden birisi sıra üzerine diğer ikisi ise yanlara gelecek şekilde konumlandırılmıştır. Uygulamalarda doğal bir insektisit olan “actinomycete” *Saccharopolyspora spinosa* (Dow A grosciences, Indianapolis, In) kullanılmış ve 70.1 g/ha olacak şekilde ilaçlama yapılmıştır. İlaç normu; hava akımlı uygulamada 187 l/ha, klasik ilaçlamada 78 l/ha ve banda ilaçlamada 136 l/ha olarak seçilmiştir. Pamuk bitkisinin üst bölgelerindeki zararlı popülasyonu üzerinde üç ilaçlama ünitesinin de aynı etkiyi gösterdiği belirtilmiştir. Bitkinin alt bölgelerinde ise etkinlik hava akımlı uygulamada en yüksek, klasik ilaçlama yönteminde en zayıf olmuştur. Bitkinin orta bölgelerinde ise, hava akımlı uygulamada ve askı kollarına üç noktadan konumlandırılmış üçlü meme ünitesinin aynı etkiyi gösterdiği saptanmıştır.

Womac ve ark. (1992) hava akımlı uygulama, üçlü meme ünitesi ve klasik ilaçlama ünitesinin pamuk bitkisi üzerindeki ilaç penetrasyonu ve pamuk çizgili yaprak kurdu (*Spodoptera exigua* [Hübner] ) mücadelesindeki etkinliklerini araştırmışlardır. Üçlü meme ünitesinde memeler, biri sıra üzerine diğer ikisi yanlara gelecek şekilde, klasik ilaçlamada ise, sıra üzerine iki adet meme gelecek şekilde konumlandırılmıştır. Araştırma 47 ve 94 l/ha ilaç normlarında yapılmıştır. Hava akımlı uygulamada elde edilen tutunmanın diğer uygulamalara göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bitkinin üst ve orta bölgelerinde üçlü meme ünitesinin, klasik

ilaçlama ünitesine göre daha fazla tutunma sağladığı bildirilmektedir. Yaprak altlarında bulunan zararlı etkinliğinde üçlü meme ünitesinin diğer uygulamalara göre daha başarılı olduğu saptanmıştır.

Womac ve ark. (2002) tekli meme ünitesi ve hava akımlı uygulamada kullandıkları yelpaze hüzmeli ve konik hüzmeli memeleri domates bitkisinde elde edilen iz maddesi tutunması açısından karşılaştırmışlardır. İz maddesi tutunma miktarı kolorimetrik yöntemle göre belirlenmiştir. Tekli meme ünitesi ile elde edilen tutunma uniform olmasına rağmen toprak yüzeyinde elde edilen iz maddesi miktarı fazla olmuştur. Tekli meme ünitesinde yelpaze hüzmeli meme kullanılması durumunda domatesin farklı yüzeylerinde elde edilen tutunmanın konik hüzmeli memeye göre daha fazla olduğu, büyük çaplı damlaların hedefte daha fazla tutunduğu saptanmıştır.

Womac ve ark. (2004) banda ilaçlama ünitesi ve klasik ilaçlama ünitesini tüketilen pestisit miktarı açısından karşılaştırdıkları araştırmada, farklı püskürtme açısına sahip memelerde 94 l/ha ilaç normunda bir sıra üzerine yapılan ilaçlamada elde edilen tutunma belirlenmiştir. Laboratuvar rüzgarsız şartlarda hüzmeye açısı 65° olan içi boş konik hüzmeli meme ile hacimsel ortanca çap (VMD) 110 µm olarak bulunmuştur. En iyi yüzey kaplama oranı %37 ile banda ilaçlama ünitesiyle elde edilmiştir. Tarla denemelerinde klasik ilaçlama ünitesiyle hüzmeye açısı 80° olan yelpaze hüzmeli meme ile üst bölgede elde edilen iz maddesi tutunma miktarı 7.5 ng/cm<sup>2</sup> olmuştur. Fakat, bu sonucun hüzmeye açısı 40° olan yelpaze hüzmeli meme kullanılarak yapılan banda ilaçlama ile farklı olmadığı belirtilmiştir. Çift orifisli ve üç adet içi boş konik hüzmeli meme ile yapılan banda ilaçlama ile yaprak üstünde elde edilen iz maddesi tutunma miktarı 3 ng/cm<sup>2</sup> 'den az olmuştur. Banda ilaçlama ünitesiyle püskürtme kollarının bitki sıra aralarına kolayca ulaşabilmesi nedeniyle yaprakların üst yüzeylerinde en fazla iz maddesi tutunma miktarının bu ilaçlama ünitesiyle sağlandığı belirtilmiştir. Hüzmeye açısı 40° olan yelpaze hüzmeli meme ile yapılan banda ilaçlama ile elde edilen tutunma içi boş konik hüzmeli memelerin kullanıldığı üçlü meme ünitesi ile yapılan uygulamaya göre daha fazla olmuştur.

Zeren'e (1978) göre hastalık ve zararlılara karşı yapılan pülverizasyonda 70 damla/cm<sup>2</sup> 'den daha fazla damla yoğunluğu gerekirken, yabancı otalara karşı yapılan pülverizasyonlarda ise bu değer 20 damla/cm<sup>2</sup> olmalıdır.

Tarımsal mücadelede başarı büyük ölçüde ilacın son çıkış noktası olan memelere bağlı olmaktadır. Zhou ve ark. (1996) tarımsal mücadelede yaygın olarak kullanılan (özellikle 80° ve 110° hüzmeye açısına sahip) yelpaze hüzmeli memeler için hüzmeye açısının memeyi tanımlayan en belirleyici unsurlardan biri olduğunu bildirmektedirler. Tarla uygulamaları için kullanılan pülverizatörler de, bu yüksekliği ve meme aralığının hedefte üniform kaplama sağlanabilmesi açısından hüzmeye açısıyla doğrudan ilişkili olduğu vurgulanmaktadır.

Zhu ve ark. (2004) tek sıralı ve çift sıralı olarak yetiştirilen yer fıstığı bitkisinin üç farklı yetiştirme periyodunda (46, 75, 104 günlük) kullanılan hidrolik memelerin ilaç penetrasyonuna olan etkisini belirlemişlerdir. Memeler arası mesafe her iki bitki çeşidi içinde 45 cm olmuştur. Tek ve çift sıralı olarak yetiştirilen bitkilerin üst ve alt yüzeylerinde elde edilen penetrasyon oldukça farklı olmuştur. Kullanılan tüm memeler için yaprak alan indeksinin artması ile iz maddesi tutunması üst yüzeylerden alt yüzeylere doğru azalma göstermiştir. 75 günlük bitkinin alt yüzeylerinde elde edilen tutunma miktarı, hava akımlı meme için yelpaze hüzmeli memeye göre tek sıralı bitkide 2.6 kat, çift sıralı bitkide 1.6 kat daha fazla olmuştur. Üç yetiştirme döneminde de en iyi iz maddesi tutunması hava akımlı meme ile sağlanırken en düşük ilaç penetrasyonu yelpaze hüzmeli meme ile elde edilmiştir.

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1. Materyal**

##### **3.1.1. Püskürtme üniteleri**

Tarım Makinaları Bölümü atölyesinde ikili ve tekli üstten meme üniteleri şeklinde hazırlanan düzenekler bir bum çatısı üzerine kelepçelerle sabitlenmiştir. Denemelerde kullanılmak üzere New Holland L95 traktör'e asılır tip Taral 400 L tarla pülverizatörü takılmıştır. Taral 400 L tarla pülverizatöründe basıncı 40 bar ve debisi 50 lt/dk olan Tar 50 tipi pompa bulunmaktadır. Pülverizatör bumu üzerine tekli ve ikili püskürtme üniteleri ayrı ayrı yerleştirilmiştir.

##### **3.1.1.1. İkili meme ünitesi**

Bu püskürtme ünitesinde iki adet TeeJet marka TP8001E model yelpaze hüzmeli püskürtme memesi askı kollarına iki noktadan konumlandırılmıştır (Şekil 3.2a). Tabandan 20 cm yükseklikte bulunan memeler yanlardan düşeyle 90° açı yapacak şekilde bitki yüzeylerine yönlendirilmiştir. Her sıraya 2 adet olacak şekilde toplam 8 adet püskürtme memesi kullanılmıştır. Sıra sonlarındaki 2 adet meme çıkışı kör tıpa ile kapatılmıştır. Püskürtme memeleri herhangi bir çarpma anında zararı önlemek için buma bağlantı noktasına yay takılmıştır (Şekil 3.1). Pülverizatör üzerindeki bum yüksekliği 75 cm olarak ayarlanmıştır.

##### **3.1.1.2. Tekli meme ünitesi**

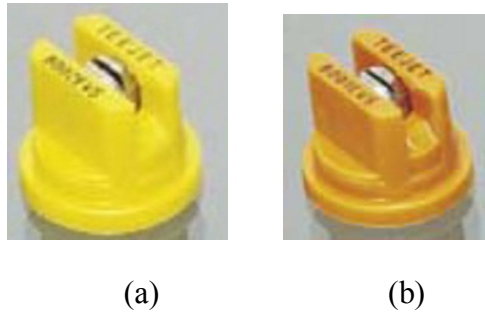
Tekli meme ünitesinde memeler sıra üzerine bir adet meme gelecek şekilde askı kollarına tek noktadan konumlandırılmış ve 4 adet TeeJet marka TP8002E model yelpaze hüzmeli meme kullanılmıştır (Şekil 3.2b). Memeler arası mesafe 70 cm, bum yüksekliği 65 cm olarak ayarlanmıştır.



**Şekil 3.1.** İkili meme ünitesinin görünümü

### 3.1.1.3. Meme tipi

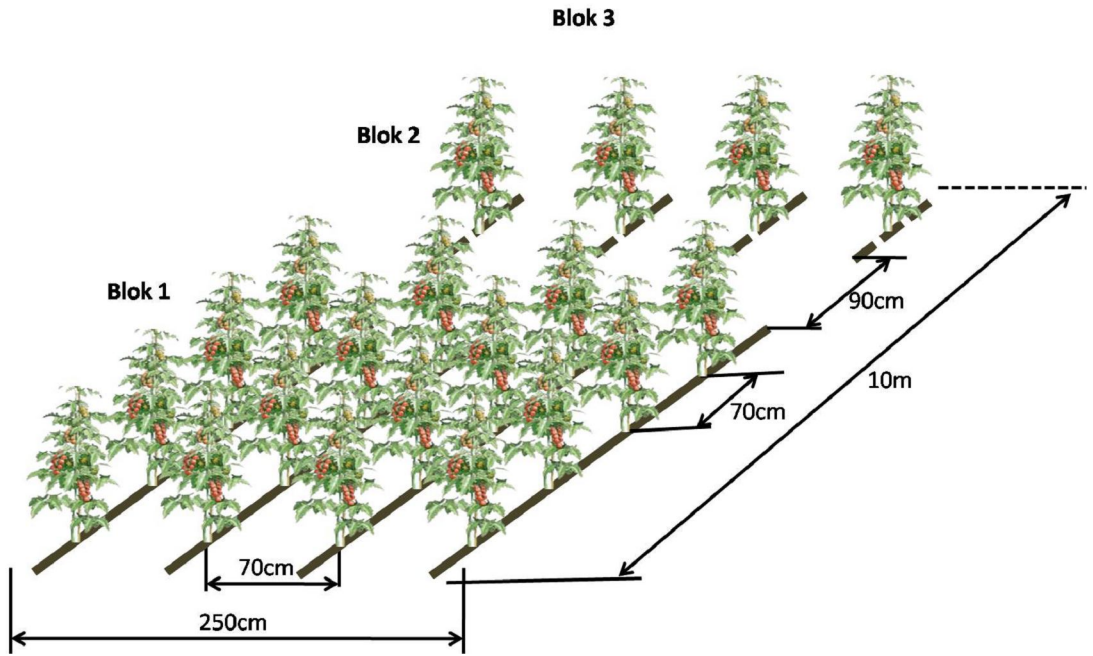
Araştırmada TeeJet marka TP8001E ve TP8002E model yelpaze hüzmeli memeler kullanılmıştır (Şekil 3.2).



**Şekil 3.2.** Araştırmada kullanılan yelpaze hüzmeli memelerin görünümü

### 3.1.2. Araştırmanın yürütüldüğü alan

Araştırma 2,5 m x 10 m (25 m<sup>2</sup>) boyutlarına sahip bir parselde yapılmıştır. Denemenin yapılacağı alan daha önceden 4 sıra olacak şekilde hazırlanmış ve domates bitkileri parsele 70 cm sıra arası ve 70 cm sıra üzeri mesafelerle yerleştirilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Bitkilerin araştırmanın yapılacağı alana yerleştirilmesi

### 3.1.3. Bitki materyali

Araştırmada bitki materyali olarak domates kullanılmıştır. Domates bitkisine ait özellikler Çizelge 3.1' de verilmiştir.

**Çizelge 3.1.** Domates bitkisinin özellikleri

Ürün adı	Domates
Botanik adı	Solanum lycopersicum
Orijin	Türkiye
Meyve şekli	Yandan çok hafif uzun, yuvarlak ile yuvarlak arası, üstten ise yuvarlak ile hafif köşeli
Meyve rengi	Koyu kırmızı
Meyve özellikleri	Etli, çok kalın kabuklu
Olgunlaşma süresi	80 gün
Sıra arası mesafe	70 cm
Sıra üzeri mesafe	70 cm
Ortalama bitki boyu	40 cm

#### **3.1.4. Laboratuvar cihazları**

Araştırmada birim alanda elde edilen iz maddesi tutunma miktarını belirlemek amacıyla Fakültemiz Zootečni Bölümü laboratuvarında bulunan SHIMADZU 1208 Model UV-VIS spektrofotometresi kullanılmıştır (Şekil 3.4). Spektrofotometre cihazı, çözeltilerin UV ışığını absorbe etme özelliğinden yararlanılarak kantitatif analiz yapma imkanı sağlamaktadır. Spektrofotometrik ölçümlerde 1 cm ışın yolu olan kare kesitli cam küvetler kullanılmış ve okumalar 400 nm dalga boyunda yapılmıştır.





Şekil 3.4. SHIMADZU 1208 Model UV-VIS spektrofotometresi

#### 3.1.4. Yaprak alanı ölçer

Yaprak alan indeksinin hesaplanması için gerekli olan yaprak alanının ölçülmesinde LI-COR marka LI-3000A model area meter kullanılmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. LI-COR LI-3000A model area meter

### 3.1.5. İz maddesi

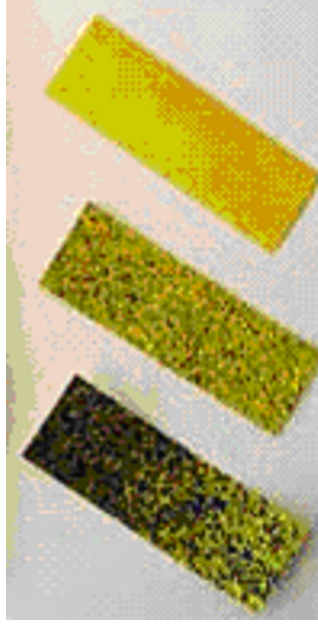
Araştırmada spektrofotometrik yöntemle göre iz maddesi tutunma miktarını belirlemek amacıyla Tartrazine adıyla anılan iz maddesi kullanılmıştır. İz maddesinin özellikleri Çizelge 3.2’ de verilmiştir.

**Çizelge 3.2.** İz maddesinin özellikleri

Ticari adı	Tartrazine
Diğer adları	Acid yellow T Hydrazine yellow
Kimyasal sınıfı	Azo
Renk endeks no	19140
Kimyasal adı	Acid yellow 23 Trisodium 5-hydroxy-1-(4-sulfonatophenyl)-4-(4-sulfonatophenylazo)-H-pyrazole-3-carboxylate
Kimyasal formülü	C <sub>16</sub> H <sub>9</sub> N <sub>4</sub> O <sub>9</sub> S <sub>2</sub> Na <sub>3</sub>
Molekül ağırlığı	534.385
Tanımlaması	Açık turuncu toz veya granüller

### 3.1.6. Suyu duyarlı kağıtlar (WSP)

Damla çapı, yüzey kaplama oranı ve damla yoğunluğunu belirlemek amacıyla 26 x 38 mm (9.88 cm<sup>2</sup>) ölçülerine sahip suya duyarlı kağıtlar (WSP) (Anonim 2002) kullanılmıştır (Şekil 3.6).



**Şekil 3.6.** Suya duyarlı kağıtlar

### **3.1.8. Filtre kağıdı**

Örnekleme yüzeyleri olarak filtre kağıtları ( Schleicher & Schuell, 589<sup>2</sup> white ribbon, ashless ) kullanılmıştır. Bu amaçla filter kağıtları 5 x 5 cm (25 cm<sup>2</sup>) ölçülerinde hazırlanmış ve bitki yaprakları üzerine ataç yardımıyla takılmıştır (Şekil 3.7).



**Şekil 3.7.** Filtre kağıtları

### 3.1.9. Meteorolojik koşulların tespiti

Araştırma sırasında, rüzgar hızı ölçümlerinde LUTRON AM-4202 model anemometre (Şekil 3.8) ve sıcaklık / nem ölçümü için TESTO 605-H1 marka sıcaklık ve nem ölçer kullanılarak değerler tespit edilmiştir.



Şekil 3.8. Anemometre

### 3.1.10. Araştırmada kullanılan diğer araç ve gereçler

Pülverizasyon sıvısının hazırlanması ve ölçümlerin yapılması sırasında ölçü silindiri, pipet, cam balon, cam tüpler ve çeşitli laboratuvar malzemeleri, ayrıca filtre kağıtlarının konularına göre toplanıp laboratuara taşınması için petripler kullanılmıştır. Filtre kağıtları üzerinde bulunan iz maddesini çözdürmek için kağıtların bulunduğu petripler içerisine belirli miktarlarda su ilave etmek amacıyla dispenserden faydalanıldı. Ayrıca mikroskop, damla çapı ölçümlerinde kullanılmıştır.

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Deneme deseninin kurulması ve örnekleme yapılması

Banda ilaçlama yapan ikili meme ünitesi ve tekli meme ünitesinin, domates bitkisinin farklı bölge ve yüzeylerinde sağladıkları iz maddesi tutunma miktarı, damla çapı ve damla yoğunluğu değerlerini belirlemek amacıyla araştırma her bir püskürtme ünitesi ile üç farklı çalışma basıncında (2 bar, 3 bar, 4 bar) yapılmıştır. Bitkiler yaklaşık olarak 25 m<sup>2</sup> (2,5 m x 10 m) boyutunda bir alana tarla şartlarına göre 70 cm sıra üzeri ve 70 cm sıra arası mesafede dört sıralı olarak ve 3 blok oluşturacak şekilde yerleştirilmiş; bloklar arasında 90 cm'lik bir emniyet şeridi bırakılmıştır. Her blok tekerrür olarak kullanılmıştır. Her bir blokta 16 adet bitki bulunmaktadır. Örnekleme yapıldığı her bitki üst konum, alt konum ve toprak yüzeyi olmak üzere 3 konuma ayrılmıştır. Her bir bitkide 3'ü yaprağın üst bölgesinden, 3'ü yaprağın alt bölgesinden, 3'ü toprak yüzeyine olmak üzere toplam 9 noktada, filtre kağıtları üzerine her bir püskürtme ünitesi ile üç farklı çalışma basıncında Tartrazine iz maddesi ile püskürtme yapılmış ve spektrofotometrik yöntemle göre birim alanda elde edilen iz maddesi tutunma miktarı ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) belirlenmiştir.

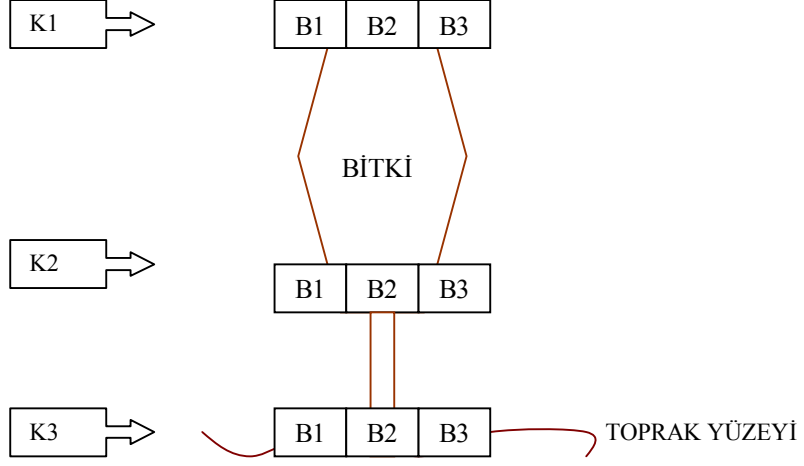
Her bir bitkide 3 adet yaprağın üst yüzeyine ve 3 adet yaprağın alt yüzeyine ve 3 adet toprak yüzeyine yerleştirilen suya duyarlı kağıtlar üzerine iki farklı püskürtme ünitesi ile ayrı ayrı püskürtme yapılmış, 15 dakika beklendikten sonra, kartlar toplanmış ve konularına göre zarflara konulmuştur. Daha sonra suya duyarlı kağıtlar mikroskop yardımı ile okunmuş ve mikroskop büyütme oranı ve seyreltme faktörü ile bu değerler çarpılmıştır.

### 3.2.2. Deneme deseni

Deneme deseni Çizelge 3.3' de görüldüğü gibi planlanmış ve istatistiksel analizi yapılmıştır. Püskürtme ünitelerinin basınç, konum ve bölge faktörlerinin kalıntı dağılımı ve damla büyüklüğüne etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir.

**Çizelge 3.3.** Deneysel plan

<b>Faktörler</b>	<b>Uygulamalar</b>
Püskürtme Ünitesi	Tekli püskürtme memesi
	İkili püskürtme memesi
Konum	K1 (Üst – 50 cm)
	K2 (Alt – 20 cm)
	K3 (Toprak yüzeyi)
Bölge	B1 (Sol dış yüzey)
	B2 (Orta yüzey)
	B3 ( Sağ dış yüzey)
Basınç	P1 (2 bar)
	P2 (3 bar)
	P3 (4 bar)



**Şekil 3.9.** Bitki örnekleme yüzeyi konumları

### 3.2.3. Püskürtme ünitelerinin kalibrasyonu

Denemeler sırasında standart uygulama yapılabilmesi için meme debileri, ilaç normu ve ilerleme hızı kontrolleri yapılmıştır.

#### 3.2.3.1. Meme debilerinin belirlenmesi

Meme debileri; meme tipi, meme ölçüleri, pülverizasyon basıncı gibi etmenlere bağlı olarak değişmektedir. Denemelerde bu etmenlerin her biri için meme debilerinin ölçülmesi gerekmektedir. Depoya bir miktar su konulduktan sonra pülverizatör sırasıyla 2 bar, 3 bar, 4 bar basınçlarında çalıştırılmış ve yelpaze hüzmeli memelerden birim zamanda akan sıvı miktarı ölçülmüştür. Ölçümler her meme için seçilen basınç kademelerinde üç kez tekrarlanmış ve her bir memenin ortalama debisi bu üç ölçümün ortalaması alınarak elde edilmiştir. Sonuçlar l/min olarak belirlenmiştir.

### 3.2.3.2. İlaç normunun belirlenmesi

İlaç normu, birim alana atılan ilaç hacmi olarak bilinmekte olup, teorik olarak aşağıdaki eşitlikten hesaplanır (Çilingir ve Dursun 2002).

$$N = \frac{Q \cdot 600}{V \cdot B}$$

N= İlaç normu (l/ha)

Q=Pülverizatör toplam debisi (l/min)

V=İlerleme hızı (km/h)

B=Pülverizatör iş genişliği (m)'dir.

Banda ilaçlama yapan bir ünitenin ilaç normu aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır (Çilingir ve Dursun 2002).

$$N = \frac{Q \cdot 600}{V \cdot B} \times \frac{\text{Bant genişliği}}{\text{Sıra arası mesafe}}$$

Banda ilaçlamada bant genişliğinin sıra arası mesafeye oranı banda ilaçlama oranı olarak adlandırılmaktadır.



### 3.2.3.3. İlerleme hızının belirlenmesi

Araştırma esnasında kullanılan ilerleme hızı değerleri traktör pülverizasyonu sırasında 5 m sıradan önce çalıştırılmış ve 5 m sonra durdurulmuştur. 20 m'lik yol üzerinde ilerlerken kronometre ile geçen süre saptanarak elde edilmiştir.

### 3.2.4. Yaprak alan indeksinin belirlenmesi (YAI)

Bitki çeşidine ve bitkinin gelişme dönemine göre değişen yaprak alan indeksi bitkinin fenolojisiyle yakından ilişkilidir. Bu nedenle ilaçlama uygulamalarının ilaç tutunmasına olan etkisinin belirlenmesinde yaprak alan indeksi etkili olmaktadır. Yaprak alan indeksinin belirlenmesinde ilaçlama döneminde bitkinin üst, orta ve alt bölgelerinde 10' ar adet olmak üzere toplam 30 adet yaprak, reflektometre ile taranmış ve bir görüntü analiz programıyla alan okuması yapılmıştır. Aşağıda verilen eşitlik yardımıyla yaprak alan indeksi (YAI) hesaplanmıştır (Yağcıoğlu 1993, Çilingir ve Dursun 2002).

$$YAI = \frac{A_t}{A}$$

YAI: Yaprak alan indeksi

$A_t$ : Birim alandaki toplam yaprak alanı ( $m^2$ )

A: Birim alan ( $m^2$ )

### 3.2.5. Meteorolojik koşullar

Araştırmanın yürütüldüğü günlerde sıcaklık, bağıl nem ve rüzgar hızı ölçümleri üç tekerrürlü olarak yapılmış, ortalama değerler alınmıştır. Bu amaçla ölçümler bitki seviyesinde ve yerden 2 m yükseklikte ayrı ayrı yapılmıştır.

### **3.2.6. İz maddesi tutunma miktarının belirlenmesi**

Püskürtme ünitelerinin hedef yüzeylerde elde edilen iz maddesi tutunma miktarına olan etkilerini belirlemek amacıyla püskürtme üniteleri ile domates bitkisinin yaprak yüzeylerinde, üst ve alt bölgelerde elde edilen iz maddesi tutunma miktarı spektrofotometrik yöntemle göre belirlenmiştir (Gupta ve ark. 1992, Gupta ve Duc 1996, Coates ve Palumbo 1997).

#### **3.2.6.1. Standart serinin hazırlanması ve ölçümü**

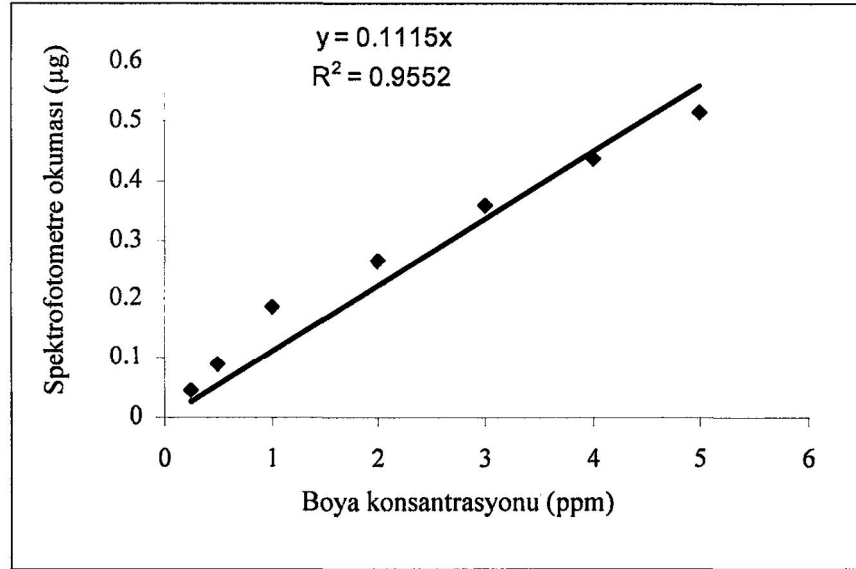
İz maddesi tutunma miktarını belirlemek amacıyla spektrofotometrede kalibrasyon işlemi yapılmıştır. Denemede kullanılacak 1 g/l (1000 ppm) konsantrasyonlu boyalı sudan bir pipetle 0.25 ppm'den 10 ppm'e kadar standart seri hazırlanmıştır. Cam balonlarda bulunan standart seri düşük konsantrasyondan büyüğe doğru sırasıyla her ölçümden sonra temizlenen ölçme tüpüne konarak gösterge değerleri saptanmıştır. Böylece elde edilen değerler kaydedilerek, boya konsantrasyonu ile gösterge değerleri arasında bir ilişki kurulmuştur (Dursun 1994).

#### **3.2.6.2. Denemeden elde edilen örneklerin ölçümü**

Yıkama sonunda tüplerde toplanan yıkama suları, kağıt yüzeylerine düşen boya miktarlarına bağlı olarak farklı koyuluklarda olmaktadır. Hedef yüzey olarak kullanılan örnekleme yüzeylerindeki boya maddesinin spektrofotometre de ölçümünün yapılabilmesi için boya miktarlarına bağlı olarak koyulukları değişen bu yıkama sularının kalibrasyon için hazırlanan standart serinin koyuluklarına ulaştırılincaya kadar seyreltilmeleri gerekmektedir. Bunun için koyu olanlar daha çok su ile az koyu olanlar ise daha az su ile cam balonlarda seyreltikten sonra örnekler ölçüme hazır duruma gelmektedir. Seyreltmede amaç, örneklerin renk koyuluğunu daha önce standart seriyle yapılan kalibrasyon sınırları içine sokarak spektrofotometrenin ölçebileceği duruma getirmektir. Seyreltilmiş olan bu örneklerden sırasıyla spektrofotometrenin ölçme tüpüne belirli miktarlarda konarak ölçümleri yapılmaktadır (Dursun 1994).

### 3.2.6.3. Ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi

Seyreltilmiş örneklerdeki boya konsantrasyonlarının hesabı, standart seri okumalarıyla karşılaştırılarak yapılmaktadır. Hazırlanan standart seride, konsantrasyonlar (X) ve spektrofotometrede okunan değerler (Y) ile gösterilirse, standart serinin (X) ve (Y) değerlerine ait regresyon denklemi;  $y = 0.1115x$  olarak hesaplanmıştır. Boya konsantrasyonu ile spektrofotometre okumaları arasındaki ilişki şekil 3.9'da görülmektedir.



Şekil 3.10. Boya konsantrasyonu ile spektrofotometre okumaları arasındaki ilişki

Örneklerin konsantrasyonlarından, içindeki toplam boya miktarını bulabilmek amacıyla örnekler ölçülmeden önce koyuluklarına göre seyreltildikleri için hesaplamada bu seyreltme hacimleri dikkate alınır.

Konsantrasyonları 1 ppm olan belli hacimlerdeki çözeltilerin içinde bulunan toplam boya miktarlarına “seyreltme faktörü” adı verilmektedir. Belli hacimlere seyreltilmiş örneklerin konsantrasyonları ppm olarak elde edilmiştir. Bu örneklerin içindeki boya miktarı basit bir orantı kurularak bulunabilmektedir. Seyreltilmiş örneğin içindeki toplam boya miktarını bulabilmek için, seyreltme faktörü ile konsantrasyonu çarpmak yeterli olmaktadır. Seyreltilmiş örneğin içindeki toplam boya miktarı, hedef yüzey olarak kullanılan 5 x 5 cm (25 cm<sup>2</sup>) boyutlarına sahip filtre kağıtları üzerine gelen boya miktarıdır. Hedef yüzeyin birim alanına gelen boya miktarı (µg/cm<sup>2</sup> olarak) ise, toplam boya miktarının toplam hedef yüzey alanına bölünmesiyle bulunmaktadır.

### **3.2.7. Damla çaplarının belirlenmesi**

Damla çapları üç farklı çalışma basıncında 2 bar, 3 bar, 4 bar ikili meme ünitesi ve tekli meme ünitesi, bitkinin üst bölgesine, alt bölgesine ve toprak yüzeyine yerleştirilen suya duyarlı kağıtlar üzerinden mikroskop kullanılarak damla lekelerinin büyüklükleri belirlenmiştir. Ölçülen leke çaplarının gerçek damla çapına dönüştürülmesinde aşağıdaki çizelge kullanılmıştır. (Çizelge 3.4)

$$\text{Gerçek damla çapı} = \frac{\text{Leke çapı}}{\text{Yayıma faktörü}}$$

**Çizelge 3.4.** Yayılma faktörü. (Anonymous 1989)

Leke çapı (µm)	Yayılma faktörü •	Gerçek damla çapı
100	1.7	59
200	1.8	109
300	1.9	155
400	2.0	200
500	2.1	243
600	2.1	285

• 20° C’de ve % 40 bağıl nem civarında ve sedimentasyon hızındaki su damlalarının suya duyarlı kağıtlara ulaştığı varsayılmıştır.

Sayısal ortalama çap, Pülverizasyonda oluşan damlaların çap değerleri çoğunlukla istatistiki olarak Gaussian (normal) dağılım gösterirler ve bu dağılımın eğrisi çan eğrisi şeklindedir. Ancak çap dağılımı meme tipine bağlıdır. Dağılımın eğrisi büyük yada küçük çap sınıflarına doğru yayılma gösterir. Bazı durumlarda ise eğri çok tepeli olabilmektedir. Örneğin; yivli gövdeli memelerde tek tepeli, döner tipi memelerde ise çift tepeli olmaktadır. İstatistiki olarak sayısal ortalama çap, damla çaplarının eklemeli frekans eğrisinin %50 noktasındaki değerdir. Ancak bu tanımlama çan eğrisi şeklindeki dağılımlar için uygun olmaktadır. Cebirsel olarak sayısal ortalama çap, aşağıdaki eşitlikten hesaplanır.

$$d_n = \frac{\sum d_i \cdot n_i}{n}$$

Burada:

$d_n$  : Sayısal ortalama çap ( $\mu\text{m}$ ),

$d_i$  : (i)'nci sınıftaki damla çapı ( $\mu\text{m}$ ),

$n_i$  : (i)'nci sınıftaki damla sayısı,

$n$  : Hesaplama kullanılan toplam damla sayısıdır.

Sayısal ortalama çap, pülverizasyonun değerlendirilmesinde yeterli olamamaktadır. Çünkü burada damlaların tek boyutları esas alınmaktadır.

Yüzeysel ortalama çap pülverizasyonda oluşan damlaların yüzeyleri esas alınarak yapılan değerlendirmedir. Genelde damlalar küresel kabul olunduğundan yüzeysel ortalama çap aşağıdaki eşitlikten hesaplanır.

$$d_s = \sqrt{\frac{\sum d_i^2 \cdot n_i}{n}}$$

Burada:

$d_s$  : Yüzeysel ortalama çap ( $\mu\text{m}$ ),

$n_i$  :  $d_i$  çap sınıfındaki damla sayısı

$n$  : Toplam damla sayısıdır.

$n$  : (i)'inci sınıftaki damla çapı ( $\mu\text{m}$ )

Hacimsel ortalama çap pülverizasyonda birim alana gelen ilaç miktarı önemlidir. Yüzey kaplama değerinin hangi çaptaki damlalardan oluştuğu hacimsel ortalama çap ile belirlenir. Farklı çaptaki damlalardan oluşan pülverizasyonun damla tekdüzeliği hakkında ise, hacimsel ortalama çap yeterli bilgi verememektedir.

Pülverizasyonu oluşturan damlaların hacimleri esas alınarak hacimsel ortalama çap aşağıdaki eşitlikte hesaplanır.

$$d_v = \sqrt{\frac{\sum d_i^3 \cdot n_i}{n}}$$

Burada:

$d_v$  : Hacimsel ortalama çap ( $\mu\text{m}$ ),

$n_i$  :  $d_i$  çap sınıfındaki damla sayısı

$n$  : Toplam damla sayısıdır.

$n$  : (i)'inci sınıftaki damla çapı ( $\mu\text{m}$ )

Uluslararası standartlarda (ISO) ortalama damla çaplarının gösterilmesi için hacimsel ortalama çap ( $d_v$ )'nin hesaplanması öngörülmektedir.

Damla çapı tekdüzeliğinin ortaya konmasında ayrıca tekdüzelik katsayısı ( $r$ ) da kullanılır.

$$r = \frac{d_v}{d_n}$$

Burada:

$r$  : Tekdüzelik katsayısı

$d_v$ : Hacimsel ortalama çap ( $\mu\text{m}$ )

$d_n$  : Sayısal ortalama çap ( $\mu\text{m}$ )'dir.

( $r$ ) değeri bire yaklaştıkça damla çaplarının birbirine yaklaştığı anlaşılır  $r < 1,4$  ise, pülverizasyonda damla çaplarının tekdüze olduğu kabul olunabilir (Doğuş ve ark. 1984)

### **3.2.8. Damla yoğunluğunun belirlenmesi**

İkili meme ünitesi ve tekli meme ünitesi ile bitkinin farklı yüzeylerinde elde edilen damla yoğunluğunu belirlemek amacıyla damla çapının belirlendiği kağıtlar üzerinden mikroskop ile damla sayıları belirlenmiş, bu değerler kağıt alanına oranlanarak birim alandaki damla sayısı bulunmuştur. Damla yoğunluğu adet/cm<sup>2</sup> olarak ifade edilmiştir.

### **3.2.9. İstatistiksel analiz**

Yapılan çalışmalar hem kalıntı değerleri hem de damla büyüklüğü değerleri için tesadüf blokları deneme desenine göre yapılmıştır. Her blokta 16 adet bitki bulunmaktadır. Belirlenen değerler varyans analizine tabi tutulmuştur. Önemli bulunan faktörlere Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. İkili meme ünitesi ve tekli meme ünitesinin bitkinin 3 farklı bölgesinde (üst, alt ve toprak yüzeyi) 3 farklı basınç (2, 3, 4 bar) uygulamasında pülverizasyon karakteristikleri incelenmiştir. Üst-alt bitki bölgelerine ve toprak yüzeyine üçer örnekleme yüzeyi tekerrür olarak yerleştirilmiştir. Bu değerlerin ortalaması bu bölgelerin değeri olarak kabul edilmiştir.



#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu araştırmada banda ilaçlama yapan ikili ve tekli meme ünitelerinin farklı basınçlarda (2, 3, 4 bar) domates bitkisinin farklı konumlardaki 12 maddesi tutunma miktarı, damla büyüklüğü ve damla yoğunluğuna etkileri incelenmiştir.

##### 4.1. Meteorolojik Koşullar

Tüm meteorolojik ölçümler ve denemeler süresince yapılmış ve Çizelge 4.1.'de görülen sonuçlar elde edilmiştir.

**Çizelge 4.1.** Araştırmanın yürütüldüğü sırada ölçülen meteorolojik değerler

Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	Rüzgar hızı (km/h)
27.9	50	1.9

##### 4.2. Meme Debisi

Yöntemde belirtildiği gibi denemede kullanılan püskürtme memelerinin debileri ölçülmüştür. Ayrıca uygulamadaki ilerleme hızları belirtilmiştir (Çizelge 4.2).

##### 4.3. Yaprak Alan İndeksi (YAI)

Yapılan ölçümler sonunda denemede kullanılan domates bitkilerine ait YAI değerleri Çizelge 4.3'te verilmiştir. 5 bitkide yapılan ölçümler sonucunda YAI 3.574 bulunmuştur.

**Çizelge 4.2.** Memelere ait debi ve uygulama ilerleme hızı değerleri (Anonim 2004)

İlaçlama ünitesi	Çalışma basıncı (bar)	Ünite debisi (l/min)	İlerleme hızı (km/h)	İlaç normu (l/ha) *
İkili meme ünitesi	2	0.32	5.8	64
	3	0.39	6.1	78
	4	0.45	5.9	90
Tekli meme ünitesi	2	0.65	6.0	130
	3	0.79	6.0	158
	4	0.91	5.9	182

\* TeeJet Even Flat Spray Tips Kataloğu, Spraying Systems Co.

**Çizelge 4.3.** YAİ değerleri

Bitki No	Alan (cm <sup>2</sup> )	Uzunluk (cm)	AV Genişlik (cm)	MX Genişlik (cm)
1	3372.291	1405.17	558.09	787.41
2	4235.6385	2696.13	660.33	1054.44
3	6294.967	2563.12	989.03	1450.71
4	4153.113	1925.775	681.615	1007.235
5	3866.835	1460.55	541.8	807.45

#### 4.4. İz Maddesi Tutunma Miktarı

Araştırmada kullanılan domates bitkisinin farklı konum ve bölgelerindeki iz maddesi tutunma oranlarını belirlemek amacıyla filtre kağıdı örnekleme yüzeyleri olarak kullanılmıştır. Pülverizasyon sonrası filtre kağıtları spektrofotometrede değerlendirilmiştir. Bu değerler üzerinden varyans analizi yapılmıştır. Bu analiz sonuçları Çizelge 4.4'te görülmektedir.

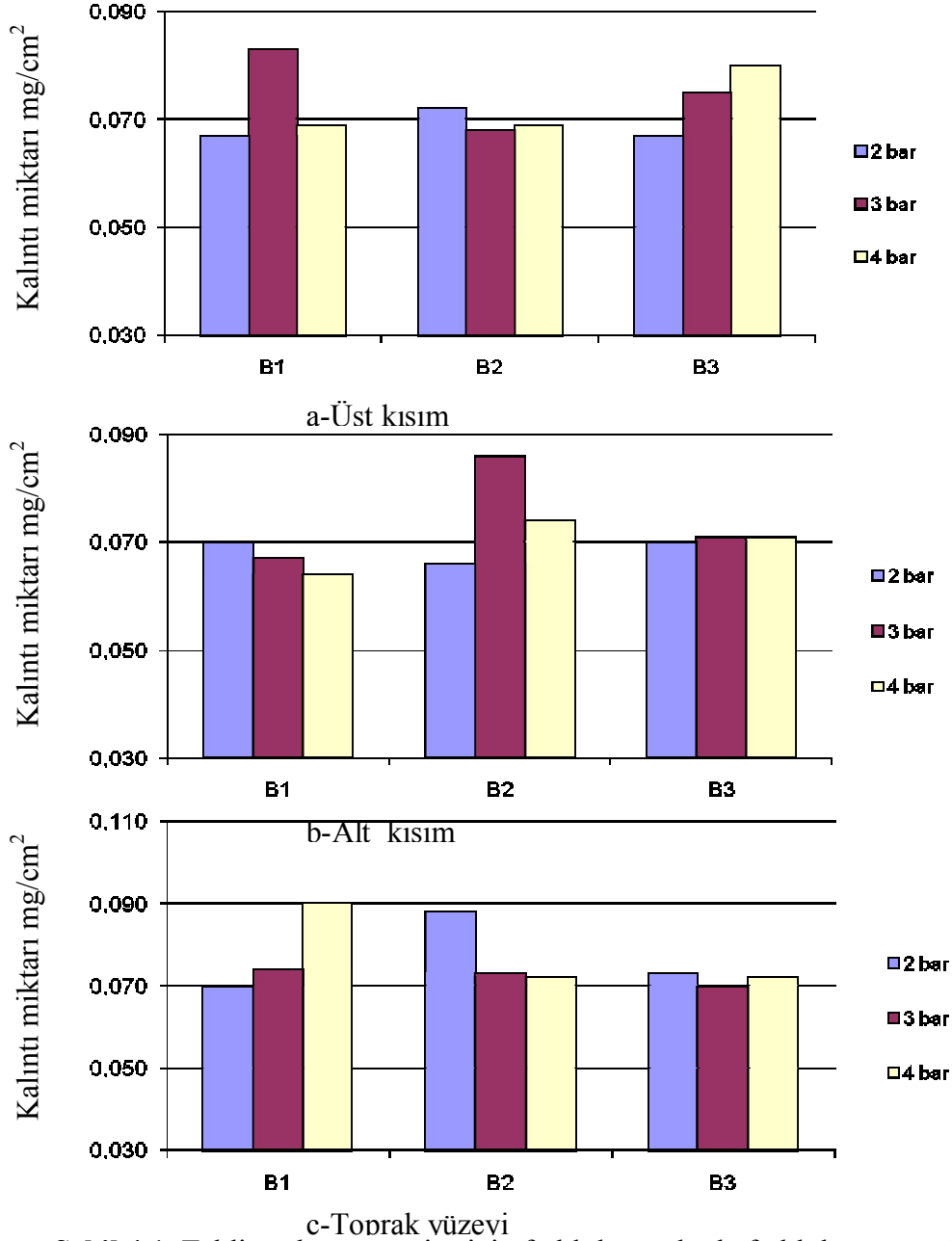
**Çizelge 4.4.** Kalıntı miktarı varyans analiz tablosu

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ort.	F değeri	Prob
Tekerrür	2	0.00	0.000	0.96	
Meme	1	0.00	0.000	1.07	.303
Konum	2	0.00	0.000	0.99	
Meme x Konum	2	0.00	$10^{-3}$	2.67	.073
Bölge	2	0.00	0.000	1.12	.330
Meme x Bölge	2	0.00	0.000	0.81	
Konum x Bölge	4	0.00	0.000	1.13	.344
Meme x Konum x Bölge	4	0.00	0.000	1.10	.362
Basınç	2	0.00	0.000	1.22	.298
Meme x Basınç	2	0.00	0.000	1.47	.234
Konum x Basınç	4	0.00	0.000	1.05	.382
Meme x Konum x Basınç	4	0.00	0.000	0.74	
Bölge x Basınç	4	0.00	$10^{-3}$	1.52	.201
Meme x Bölge x Basınç	4	0.00	0.000	1.43	.228
Konum x Bölge x Basınç	8	0.00	0.000	1.38	.213
Meme x Konum x Bölge x Basınç	8	$10^{-2}$	$10^{-3}$	2.50	.015
Hata	106	$3 \times 10^{-2}$	0.000		
Varyasyon Katsayısı				% 4.24	

Çizelge 4.4'te de görüldüğü gibi tüm faktörler arasındaki ilişki istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Yapılan analizde varyasyon katsayısı % 4,24 hesaplanmıştır. Yapılan değerlendirmelerde faktörler arasındaki ilişkiler incelenmiş ve grafikler halinde sunulmuştur.

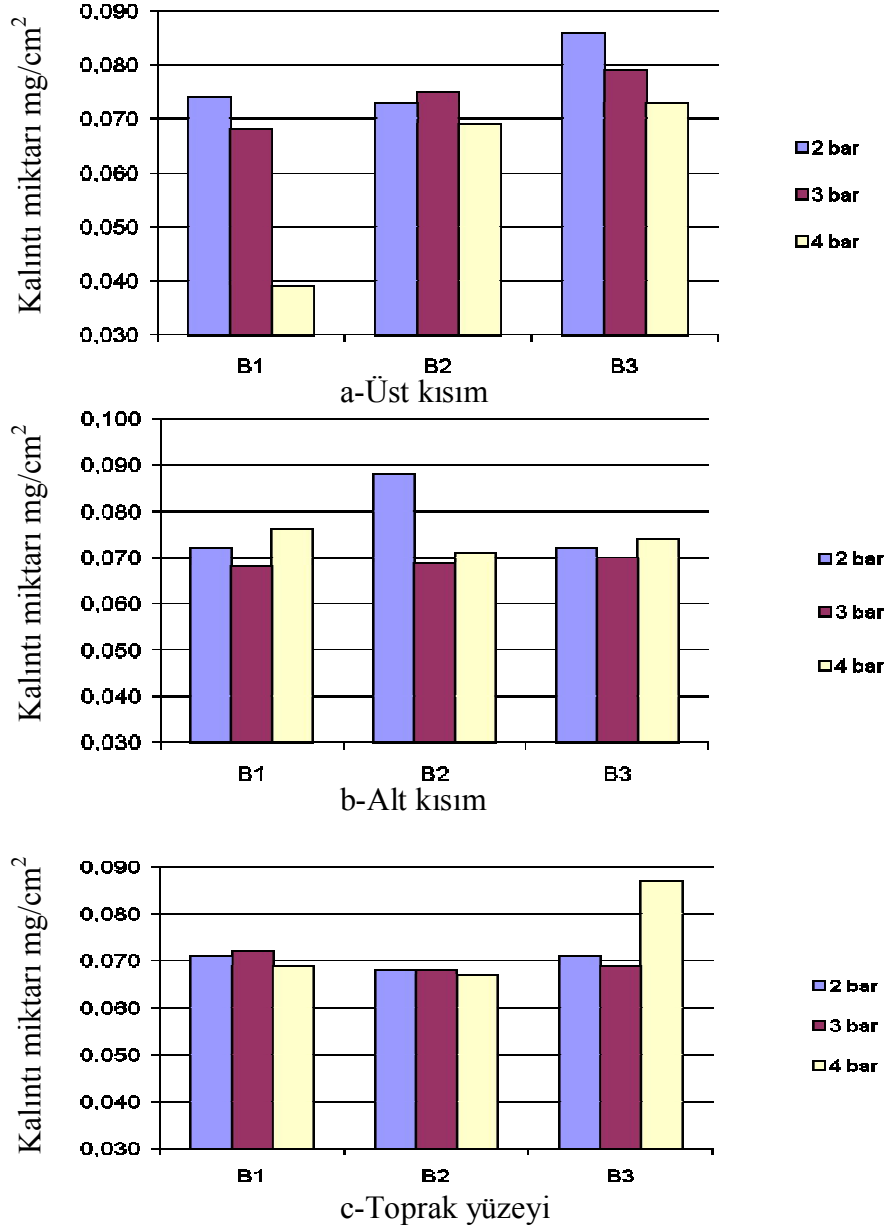
Tek bir püskürtme memesinin kullanıldığı üstten yapılan uygulamada elde edilen kalıntı miktarları Şekil 4.1' de konumlarına ve farklı basınçlara göre ifade edilmiştir. Buna göre bitkilerin üst kısmında genelde iç kısımda penetrasyon iyi olmuştur. Basınç değişimi sonucunda

dağılımda benzerlikler görülmektedir. Dış kısımlarda ise özellikle B3 bölgesinde basınç arttıkça kalıntı miktarı da artmıştır (Şekil 4.1a). Şekil 4.1b' de ise bitkinin alt kısmında B1 ve B3 bölgelerinde kalıntı dağılımı benzerlik göstermiştir. Toprak yüzeyine gelen püskürtme kalıntısı ise  $0.07 \text{ mg/cm}^2$  dolayında benzerlikler saptanmıştır. Tüm yüzeylerde en fazla  $0.09 \text{ mg/cm}^2$  kalıntı miktarı tespit edilmiştir



Şekil 4.1. Tekli püskürtme ünitesinin farklı basınçlarda farklı konum ve bölgelerde kalıntı dağılımı

İkili bir püskürtme memesinin kullanıldığı yanlardan püskürtme yapılan uygulamada elde edilen kalıntı miktarları Şekil 4.2’ de konumlarına ve farklı basınçlara göre ifade edilmiştir. Buna göre bitkilerin üzerine yerleştirilen filtrelerden alınan örnekler genelde aynı değerleri vermiştir. Ancak bazı bölgelerde küçük farklılıklar vardır. Bunların nedeni o bölgedeki yaprak sayısının az olması gösterilebilmektedir. Genel olarak örnekleme alanlarına gelen püskürtme kalıntısı ise  $0.07 \text{ mg/cm}^2$  dolayında benzerlikler saptanmıştır.



Şekil 4.2. İkili püskürtme ünitesinin farklı basınçlarda farklı konum ve bölgelerde kalıntı dağılımı

İkili püskürtme sistemlerinde Summer ve ark. (2000)' da ifade edildiği gibi memeler doğrudan bitki üzerine yönlendirilmesinden dolayı yaprak yüzeylerinde elde edilen iz maddesi tutunma miktarı tekli püskürtme sistemine göre daha fazla olmuştur (Günel, 2005).

Womac ve ark. (2004) yaprak üstünde en fazla iz maddesi tutunma miktarının banda ilaçlama ünitesi ile elde edildiğini belirtmiş, neden olarak bu çalışmada da kullandığımız ikili püskürtme üniteleri gibi püskürtme kollarının sıra aralarına kolayca ulaşabilmesi olarak açıklamıştır.

Bayat ve Zeren (1994) iki farklı büyüme periyodunda yaptıkları uygulamaların birincisinde yaprak altında en fazla tutunmanın yaprak altı püskürtme ünitesi ile elde edildiğini saptamışlardır. Bu çalışmada tespit edilen sonuç yaptığımız sonuçla uyum göstermektedir.

#### **4.5. Damla Büyüklüğü**

Domates bitkisinin farklı yüzeylerinde elde edilen ortalama damla çaplarını belirlemek amacıyla suya duyarlı kağıtlar kullanılmıştır. Bitkilerin üst, alt ve toprak yüzeyi konumlarına yerleştirilen suya duyarlı kağıtlar pülverizasyondan sonra toplanarak mikroskop altında incelenmiştir. Elde edilen bu değerler mikroskop oranı ve yayılma faktörleri ile çarpılarak gerçek çap değerleri bulunmuştur. Damla büyüklükleri hacimsel damla çapı, yüzeysel damla çapı, sayısal damla çapı ve homojenik katsayı olarak ortaya konmuş ve değerlendirilmiştir. İstatiksel incelemede sadece hacimsel ortalama damla büyüklüğü değerleri kullanılmıştır. Bu değerler istatistiksel olarak incelenmiş ve Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Bitkinin yapraklarında elde edilen damla çaplarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.5' te verilmiştir.

Varyans analizi sonuçları incelendiğinde tüm faktörler için yaprak yüzeylerinde elde edilen damla çapı değerlerine çok önemli ( $P < 0.01$ ) düzeyde etkili olduğu görülmüştür. Püskürtme üniteleri arasındaki farkı ortaya koyabilmek amacıyla Duncan Çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır (Çizelge 4.6.). Yaprak yüzeylerinde en büyük damla çapı değeri tekli püskürtme ünitesinde elde edilmiştir. Uygulamanın varyasyon katsayısı %22.04 dür.

**Çizelge 4.5.** Damla büyüklüğü dağılımı varyans analiz tablosu

Kaynak	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ort.	F değeri	Prob
Tekerrür	2	80198.21	40099.103	2.11	.126
Meme	1	34222208.21	34222208.21	96.72**	.000
Konum	2	6674942.99	3337471.497	175.22	.000
Meme x Konum	2	8742258.81	4371129.405	229.49**	.000
Bölge	2	82283.94	41141.971	2.16	.169
Meme x Bölge	2	82283.94	41141.971	2.16**	.120
Konum x Bölge	4	1584807.43	396201.857	20.80**	.000
Meme x Konum x Bölge	4	1349786.73	337446.683	17.72**	.000
Basınç	2	2859076.43	1429538.213	75.05	.000
Meme x Basınç	2	2738380.54	1369190.269	71.88**	.000
Konum x Basınç	4	1819618.14	454904.536	23.88**	.000
Meme x Konum x Basınç	4	1865522.54	466380.635	24.49**	.000
Bölge x Basınç	4	912841.40	228210.349	11.98**	.000
Meme x Bölge x Basınç	4	596863.58	149215.896	7.83**	.000
Konum x Bölge x Basınç	8	2776174.43	347021.804	18.22**	.000
Meme x Konum x Bölge x Basınç	8	3089332.95	386166.619	20.27**	.000
Hata	106	2018984.54	19047.024		
Varyasyon Katsayısı			%22,04		

\*\* :  $P < 0.01$  seviyesinde istatistiksel olarak önemli

Yaprak üstünde elde edilen damla çapı değerlerine çok önemli düzeyde etkili olan püskürtme üniteleri arasındaki farkı ortaya koyabilmek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonucunda yaprak üstünde elde edilen damla çapı değerleri bakımından her iki ünitenin farklı olduğu görülmektedir. Tekli memeler direk bitki üstüne püskürtme yaptığından büyük çaplı damlalar elde edilmiştir.

Bitkinin farklı yükseklikleri incelendiğinde Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonucunda bitkinin alt yüzeylerinde ve toprak yüzeyinde elde edilen damla çapı değerleri arasında benzerlik görülürken üst yüzeylerdeki damla büyüklüğü değerleri farklılık göstermiştir.

Penetrasyon açısından incelendiğinde tüm örnekleme noktalarında (B1-B2-B3) damla çapı büyüklüğü değerleri benzerlik göstermiştir.

Püskürtme üniteleri ve konum arasındaki interaksiyon incelendiğinde bu ilişki istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (F:229.49). Bunun sonucunda püskürtme üniteleri damla dağılımı açısından konumun üzerine gelen damla büyüklüğü üzerinde etkili olmuştur diyebiliriz.

Yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonucunda basınç artışıyla ölçüm noktalarında elde edilen damla çaplarında meydana gelen değişim 1 bar ve 3 bar da benzerlik gösterirken 2 bar da elde edilen değerler farklılık göstermiştir.

**Çizelge 4.6.** Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

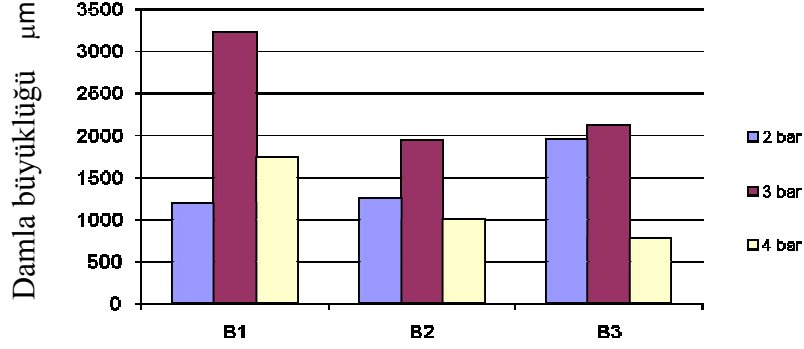
Püskürtme ünitesi	Damla çapı ( $\mu\text{m}$ )
Tekli püskürtme ünitesi	1085.713 a
İkili püskürtme ünitesi	166.478 b
Konum	
Üst yüzey	911.140 c
Alt yüzey	513.023 d
Toprak yüzey	454.124 d
Basınç	
1 bar	549.022 f
2 bar	813.016 g
3 bar	516.248 f

Tek bir püskürtme memesinin kullanıldığı üstten yapılan uygulamada elde edilen damla büyüklüğü karakteristikleri grafiklerle anlatılmıştır.

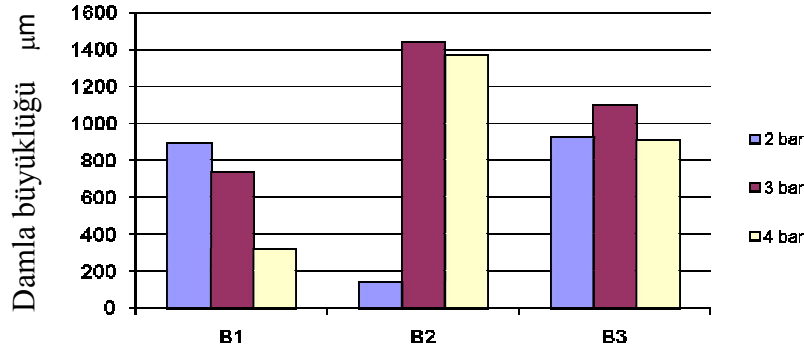
Şekil 4.3.' de konumlarına ve farklı basınçlara göre bu uygulamadaki hacimsel ortalama damla çapı değerleri hesaplanmış ve grafiklerle gösterilmiştir. Üst yüzeylerde pülverizasyona direkt maruz kalmasından dolayı hacimsel ortalama damla büyüklüğü değerleri (3230  $\mu\text{m}$ ) diğer



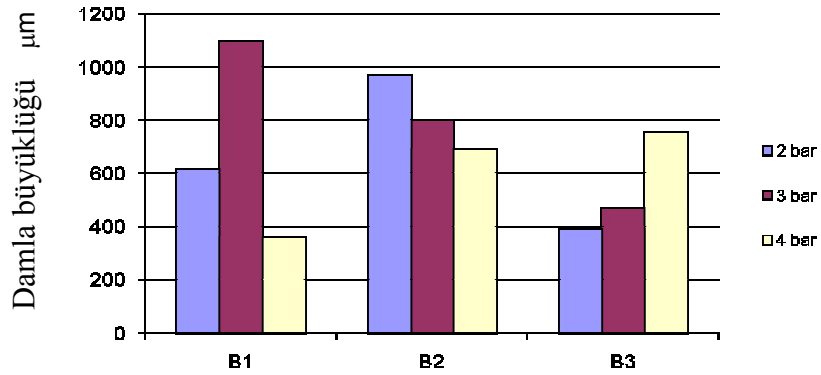
bölgelere göre daha yüksek olmuştur. Bitki alt yüzeylerinde hacimsel ortalama damla büyüklüğü değeri max. 1420  $\mu\text{m}$  olurken toprak yüzeyinde 1100  $\mu\text{m}$  olmuştur.



a-Üst yüzey



b-Alt yüzey



c-Toprak yüzeyi

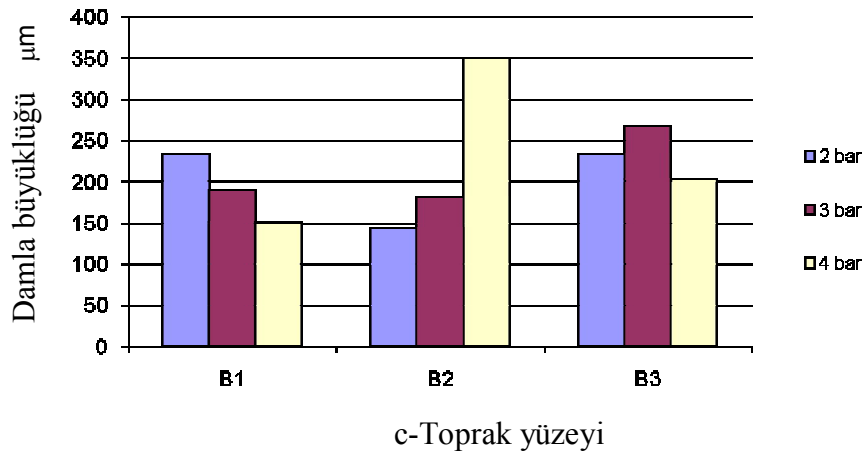
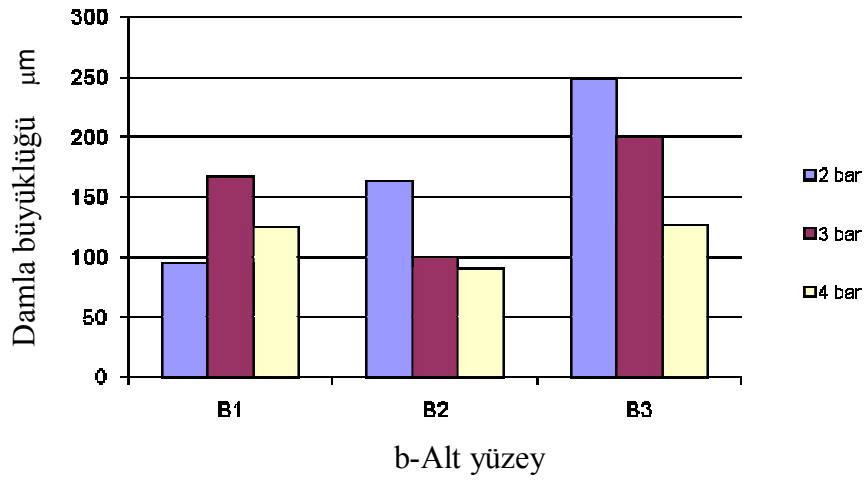
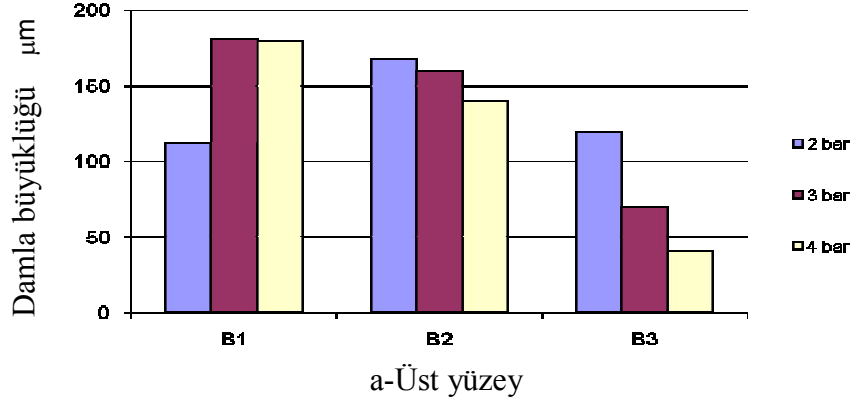
**Şekil 4.3.** Tekli püskürtme ünitesinin farklı basınçlarda farklı konum ve bölgelerde hacimsel ortalama damla büyüklüğü dağılımı

Bitki üst yüzeylerinde elde edilen max sayısal ortalama  $\text{çap}$  değeri 865  $\mu\text{m}$  olurken yüzeysel ortalama  $\text{çap}$  değeri 1700  $\mu\text{m}$  tespit edilmiştir. Bu bölgelerde homojenlik katsayısı 1.4 değerinden küçük olmuştur. Bitki alt yüzeylerinde ise sayısal ve yüzeysel ortalama damla  $\text{çapı}$  değerleri sırasıyla 2072  $\mu\text{m}$  ve 2884  $\mu\text{m}$  olmuştur. Genel olarak homojenlik katsayısı 1.4 civarında seyrederken çok az sayıda örnekte bu değer 1.9 değerine çıktığıysada homojen bir dağılım gösterdiği söylenebilir. Toprak yüzeyinde ise homojenlik katsayısı 2.2 değerine kadar ulaşmıştır. Bu da bu bölgede dağılımın düzgün olmadığını ifadesidir.

İkili bir püskürtme ünitesinin kullanıldığı yarlardan püskürtmenin yapılan uygulamada elde edilen damla büyüklüğü karakteristikleri grafiklerle anlatılmıştır.

Şekil 4.4. de konumlarına ve farklı basınçlara göre bu uygulamadaki hacimsel ortalama damla  $\text{çapı}$  değerleri hesaplanmış ve grafiklerle gösterilmiştir. Üst yüzeylerde pülverizasyona direk maruz kalmasından dolayı hacimsel ortalama damla büyüklüğü değerleri (150-200  $\mu\text{m}$ ) diğer bölgelere göre daha yüksek olmuştur. Bitki alt yüzeylerinde hacimsel ortalama damla büyüklüğü değeri max. 1420  $\mu\text{m}$  olurken toprak yüzeyinde 1100  $\mu\text{m}$  olmuştur.

Bitki üst yüzeylerinde elde edilen max sayısal ortalama  $\text{çap}$  değeri 120  $\mu\text{m}$  olurken yüzeysel ortalama  $\text{çap}$  değeri 138  $\mu\text{m}$  tespit edilmiştir. Bu bölgelerde homojenlik katsayısı 1.4 değerinden küçük olmuştur. Bitki alt yüzeylerinde ise sayısal ve yüzeysel ortalama damla  $\text{çapı}$  değerleri sırasıyla 161  $\mu\text{m}$  ve 174  $\mu\text{m}$  olmuştur. Genel olarak homojenlik katsayısı 1.4 civarında seyrederken çok az sayıda örnekte bu değer 2.0 değerine çıktığıysada homojen bir dağılım gösterdiği söylenebilir. Toprak yüzeyinde ise homojenlik katsayısı sadece bir örnekte 2.2 değerine kadar ulaşmıştır. Genel olarak 1.4 değerinin altında kalmıştır. Bu da bu bölgede dağılımın düzgün olduğunu ifadesidir.



Şekil 4.4. İkili püskürtme ünitesinin farklı basınçlarda farklı konum ve bölgelerde hacimsel ortalama damla büyüklüğü dağılımı

Araştırmada kullanılan domates bitkisinin farklı yüzeylerinde elde edilen damla yoğunluğu belirlemek amacıyla suya duyarlı kağıtlar kullanılmıştır. Örnekleme yüzeylerindeki damlalar sayılmış ve ortaya konulmuştur. Yapılan araştırmada farklı basınçlar (2-3-4 bar) için tekli meme nitesi için 53-57-86 adet/cm<sup>2</sup> ve ikili meme nitesi için 63-72-99 adet/cm<sup>2</sup> elde edilmiştir.

Basınç artışıyla damla çapları küçülmüştür. Dursun (1991)' da basınç artışıyla damla çaplarının küçüldüğünü bildirmişlerdir. Ayrıca kullandığı model bitkinin yaprak yüzeylerinde en düşük damla yoğunluğunun tek püskürtme memeli klasik ilaçlama nitesi ile elde ettiğini bildirmişlerdir (Günel, 2005).

Summer ve ark. (2000) alışmalarında yaprak üstünde elde edilen leke çaplarının yaprak altına göre daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

## 5.SONUÇ

Bu tezde sıraya ekilmiş domates bitkisi üzerine iki farklı püskürtme ünitesi ile pülverizasyon yapılmıştır. İz maddesi tutunmasına olan etkileri üç farklı basınçta (2-3-4 bar) belirlenmiştir. Hedef olarak seçilen domates bitkisinin yaprak yüzeyinde yaprak üstünde, yaprak altında ve toprak yüzeyinde farklı üç konumunda iz maddesi tutunma miktarı, damla çapı büyüklüğü (hacimsel-sayısal ve yüzeysel ortalama damla çapı) ve damla yoğunluğu değerleri belirlenmiş, böylece en uygun püskürtme ünitesi saptanmaya çalışılmıştır.

Spektrofotometrik analizler sonucunda yaprak yüzeylerinde en fazla iz maddesi tutunumu ikili meme ünitesinde elde edilmiştir. Özellikle bu ünite ile yapılacak uygulamalarda bulgulara göre yaprak altı ilaçlamalarda özellikle başarı sağlanacaktır. Yaprak alanı indeksi küçük olan bitkilerde tekli meme ünitesi düşünülebilir. Yaprak alanı indeksi büyük olan bitkilerde yaprakların altına ulaşmak bu ünitelerle daha zor olacaktır.

Yaprak yüzeylerinde ve alt kısımlarda ölçülen damla çapı değerleri açısından püskürtme üniteleri arasındaki fark önemlidir. Tekli püskürtme memesi ile yapılan uygulamalarda en büyük damla büyüklüğü değerleri tespit edilmiştir.

Bitkiler üzerinde elde edilen damla sayıları tekli püskürtme ünitesi ile yapılan uygulamalarda daha düşük olurken ikili püskürtme ünitelerinde daha fazla olmuştur. Bu durum ikili püskürtme üniteleri ile pülverizasyonda penetrasyonun daha iyi olduğunu göstermektedir.

## KAYNAKLAR

- Akın, P.P., 2004. Pestisit kalıntılarının insan sağlığı üzerine etkisi. Konya Tarım Gazetesi ISSN: 1303-0116. Yıl:20/sayı:220.
- Anonim, 1989. Water-sensitive paper for monitoring spray distribution Catalog, CIBA-GEIGY Co.
- Anonim, 2002. Syngenta crop protection AG Catalog, Spraying Systems Co.
- Anonim, 2004. TeeJet Even Flat Spray Tips, Mobile Systems Products Catalog 49AM, TeeJet Spraying Systems Co.
- Bayat, A. ve Zeren, Y., 1994. Pamuk ilaçlamada farklı ilaç uygulama yöntemlerinin ilaç tutunması ve ilaç kayıpları açısından değerlendirilmesi. Tarımsal mekanizasyon 15. Ulusal Kongresi, 20-22 Eylül, Antalya.
- Coates, W., 1996. Spraying technologies for cotton deposition and efficacy. Applied Engineering in Agriculture, 12 (3), 287-296.
- Coates, W. and Palumbo, J., 1997. Deposition, off-target movement. And efficacy of capturetm and thiodantm applied to cantaloupes using five sprayers. Applied Engineering in Agriculture, 13(2), 181-188.
- Çelen, I. H., Arın, S., Durgut, M.R. ve Okur E., 2007. Bağlarda kalıntı ve damla dağılımı üzerinde pülverizatör ilerleme hızı değişiminin etkisi. Tarımsal Mekanizasyon 24. Ulusal Kongresi, Sütçü İmam Üniversitesi 5-7 Eylül, Kahramanmaraş
- Çelik. N., 2000. Tarımda girdi kullanımı ve verimliliğe etkileri uzmanlık tezi. İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü Tarım Dairesi, Temmuz 2000.
- Çilingir, İ., ve Dursun, E., 2002. Bitki koruma makinaları. Ankara Üniversitesi Tarım Makinaları Bölümü, 248, Ankara.
- Doğuş, R., Tunalıgil, B., ve Çilingir, İ., 1984. Tarımsal savaş mekanizasyonu. Ankara Üniversitesi Tarımsal Mekanizasyon Bölümü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No:918, Ders kitabı:258, Ankara.
- Dursun, E., 1991. Farklı ilaç uygulama yöntemlerinin damla sıklığına etkilerinin belirlenmesi. 6. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi. 2-6 Eylül, Ankara.

- Dursun, E., 1994. Tarla pülverizatörlerinde ilaçlama özelliklerinin iyileştirilmesi olanakları. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı Yayınlanmamış Doktora tezi.
- Dursun, E., Karahan, Y. Ve Çilingir, İ., 2000. Ülkemizde üretilen pülverizatör meme plakalarında delik çapı ve düzgünlüğünün belirlenmesi. Tarımsal mekanizasyon 19. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, sayfa, 201-206, 1-2 Haziran, Erzurum.
- Ellis, M. C. B. and Tuck, C.R., 1999. How adjuvants influence spray formation with different hydraulic nozzles. Crop Protection, 18, 101-109.
- Eraktan G., 1988. Türkiye’ de tarım kesimine yönelik politikalar ve AT karşısındaki durumu. Alkar Matbaacılık, Ankara, s.66.
- Ergül, İ. ve Dursun, E., 2004. Konik hüzmeli memelerde aşınmanın verdi ve ilaç dağılım paternine etkileri. Tarımsal Mekanizasyon 22. Ulusal Kongresi, 08-10 Eylül, Aydın.
- Grisso, R., Ozkan, H.E., Hofman, V., Womac, A., Wolf, R., Hoffman, W.C., Williford, J. And Valco, T., 2004. Pesticide application equipmant. Chapter 29.
- Gupta, C. P., Singh, G., Muhaemin, M. and Dante, E.T., 1992. Field performance of a hand-held electrostatic spinning-disc sprayer. Transactions of the ASAE, 35(6), 1753-1759.
- Gupta, C. P. and Duc, T. X., 1996. Deposition studies of a hand-held air assisted electrostatic sprayer. Transactions of the ASAE, 39 (5), 1633-1639.
- Günel, M., 2005. Banda ilaçlama yapan farklı askı konumlu püskürtme ünitelerinin iz maddesi tutunması açısından karşılaştırılması. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
- Huyghebaert, B., Debouche, C. and Mostade, O., 2001. Flow rate quality of new flat fan nozzles. Transactions of the ASAE, 44 (4), 769-773.
- Kan, M. ve Gün, S., 2000. Türkiye’ de tarım ilaçlarının kullanımı ile ilgili yasal düzenlemeler ve kurumsal yapı. Türk-Koop. Ekin Dergisi, 14(4), 28-34.
- Krishnan, P., Gali, I., Kemble, L. J. and Gottfried, S. L., 1993. Effect of sprayer bounce and wind condition on spray pattern displacement of TJ60-8004 fan nozzles. Transactions of the ASAE, 36 (4), 997-1000.
- Matthews, G.A., 1979. Pesticide Application Methods. Longman, p.1-325

- Matthews, G. A., 2004. How was the pesticide applied?. *Crop Protection*, 23, 651-653.
- Mengeş, H. O., 1995. Mekanik tarla pülverizatörlerinde kullanılan çeşitli tipteki bazı memelerin dağılım ve pülverizasyon karakteristiklerinin belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Mercan, S., Bayat, A. ve Zeren, Y., 1998. Tarla pülverizatörlerinde damlaların hava ile taşınmasında biyolojik etkinliğin saptanması. *Tarımsal Mekanizasyon 11. Ulusal Kongresi*.
- Ozkan, H.E., Reichard, D.L. Ackerman. K. D., 1992. Effect of orifice wear on spray patterns from fan nozzles. *Transactions of the ASAE*, 35(4), 1091-1097.
- Ozkan, H.E., Miller, S., Derksen, R. and Reidel, M., 1998. Comparing the efficacy of fungicide application Technologies for disease control in tomatoes. *Ohio Integrated Pest Management*. <http://www.ag.ohio-state.edu/ipm/mini/98m-10.htm>.
- Perez, C. J., Shelton, A. M. and Derksen, R. C., 1995. Effect of application technology and bacillus thuringiensis subspecies on management of –B.thuringiensis subsp.kurstaki-resistant Diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). *Journal of Economic Entomology: Vol.8. No.5*.
- Ryley, M. J., Kyei, N. A., J. Tatnell., 2000, Evaluation of fungicides for the management of sclerotinia blight of peanut. *Aust. J. Agric. Research*, 51, 917-924.
- Shahatha, H.H., 1989. Konik hüzmeli pülverizatör memelerinin çeşitli kullanma koşullarında uygunluklarının belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Y.Lisans Tezi.
- Sidahmed, M. M., Brown, R. B and Darvishvand, M., 1999. Drop-size / velocity correlations at formation of sprays from fan nozzles. *Transactions of the ASAE*, 42 (6), 1557-1564.
- Sumner, H. R., Herzog, G. A., Sumner, P.E., Bader, M. and Mullinix, B. G., 2000. Chemical application equipment for improved deposition in cotton. *The Journal of Cotton Science*, 4,19-27.



- Sumner, H. R. and Herzog, G. A., 2000. Assessing the effectiveness of air-assisted and hydraulic sprayers in cotton via leaf bioassay. *The Journal of Cotton Science*, 4, 79-83.
- Tekeli, S. ve Ergün, N., 1983. Girdi fiyatlarının bitkisel üretim düzeyi ve bileşimi üzerine etkileri, MPM Yayın No:290, s.24, Ankara.
- Yağcıoğlu, A., 1993. Bitki koruma makinaları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi yayın no: 508, 338s. Bornova, İzmir.
- Womac, A.R., Mulrooney, J. E. And Scott. W. P., 1992. Characteristics of air-assisted and drop-nozzle sprays in cotton. *Transactions of the ASAE*, 35 (5), 1369-1376.
- Womac, A., Wills, J., Ellis, L. And Coffey, D., 2002. İmproving drop nozzle and air blast tomato spraying.  
<http://bioenng.agg.utk.edu/Extension/extprog/vegetable/year/veginitreport00/60>
- Womac, A., Smith, CW. And Mulrooney, J. E., 2004. Foliar spray banding characteristics. *Transactions of the ASAE*, 47(1), 37-44.
- Zeren, Y.,1978. Konik hüzmeli meme tasarımı için gerekli parametreler ve bu parametrelerin deneysel yollardan yararlanılarak saptanması üzerine bir araştırma. Doçentlik tezi, Adana.
- Zhou, Q., Miller, P. C. H., Walklate, P.J. and Thomas, N.H., 1996. Prediction of spray angle from flat fan nozzles. *J. Agric. Eng. Research*, 64, 139-348.
- Zhu, H., D. L., Dorner, J.W., Rowland, D.L., Derksen, R.C. and Ozkan, H.E., 2004. Spray penetration into peanut canopies with hydraulic nozzle tips. *Biosystems Engineering*, 87 (3), 275-283.

## TEŞEKKÜR

Öncelikle “Sıra üzerine ilaçlama uygulamasında kullanılan iki farklı tip püskürtme memesi askı ünitesinin karşılaştırılması” konulu tez çalışmamın seçiminde, yürütülmesinde, sonuçlandırılmasında ve sonuçların değerlendirilmesinde yardımlarını ve maddi&manevi desteğini esirgemeyen ve tecrübelerini paylaşan çok değerli hocam sayın Yrd. Doç. Dr. H. İlker ÇELEN’e teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Yapılan analizlerde yardımlarını esirgemeyen, zaman harcayan ve emek gösteren hocalarım Yrd. Doç. Dr. Yılmaz BAYHAN’a, Yrd. Doç. Dr. Yeşim ERDEM’e ve Yrd. Doç. Dr. Levent ÖZDÜVEN’e teşekkür ederim.

Bana bu imkanı sağlayan, köklü bir geçmişe ve ileri mekanizasyon donanımına sahip, global tarım teknolojileriyle hızla gelişen Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Bölümü’ne, Bölüm Başkanı sayın Prof. Dr. Birol KAYIŞOĞLU’na ve bölüm hocalarım; Prof. Dr. Bahattin AKDEMİR’e, Prof. Dr. Selçuk ARIN’a, Prof. Dr. Bülent EKER’e, Yrd. Doç. Dr. Türkan AKTAŞ, Yrd. Doç. Dr. Erkan GÖNÜLOL’a, Yrd. Doç. Dr. Cihangir SAĞLAM’a, Yrd. Doç. Dr. Fulya TORUK’a, Ar. Gör. Ersen OKUR’a, Ar. Gör. Arda ALTINKARADAĞ’a, Ar. Gör. M. Recai DURGUT’a, Ar. Gör. Elif YÜKSEL’e, Ar. Gör. Füsün HASTÜRK ŞAHİN’e teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca gösterdikleri anlayış ve katkılarından ötürü işyerim Taral Tarım Makine ve Aletleri Sanayi A.Ş.’ye, Dr. Aykut PAMİR’e, Sedat SİLAHTAROĞLU’na, Suat SİLAHTAROĞLU’na, Barbaros MUTLU’ya, Ahmet KARAÇAM’a, Sami ÖNERBAY’a, Hale AYDEMİR’e, Uğur YÜCE’ye, Berna CANYORAN’a ve diğer iş arkadaşlarıma teşekkür ederim.

İyi ve kötü her an yanımda olan, yaşanılan sıkıntılardaki desteklerinden ve sonsuz sevgilerinden dolayı can tanem annem Bilnur OKUR KAMA’ya, canım babam Ferruh KAMA’ya ve biricik kardeşim Gülfer KAMA’ya, manevi desteklerini her zaman hissettiğim ATATÜRK’ün ilk öğretmenlerinden rahmetli anneannem Zahide OKUR’a ve rahmetli büyükbabam Rıdvan OKUR’a teşekkür ederim.

## ÖZGEÇMİŞ

Nurfer Kama 1982 yılında İstanbul'da doğdu. İlk öğretimini Oruçgazi İlköğretim Okulu'nda, Orta öğretimini Ataköy Hasan Polatkan Super Lisesi'nde olmak üzere İstanbul'da tamamladı. 2000 yılında Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Ziraat Mühendisliği, Tarım Teknolojisi bölümünü kazandı. 2005 yılında Tarım Teknolojisi / Tarım Makineleri bölümünden mezun oldu. Aynı yıl Tekirdağ'da Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makineleri Ana Bilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine ve İstanbul'da Taral Tarım Makineleri ve Aletleri San. A.Ş. satış departmanında göreve başladı. Halen görevine devam etmektedir.