

25255

**PAMUKTA UÇAKLA DEFOLYANT UYGULAMALARI  
ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR**

**Ramazan SAĞLAM**

**Ç.Ü.  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI  
DOKTORA TEZİ**

**Bu Tez Ç.Ü. Araştırma  
Fonundan Desteklenmiştir**

**ADANA  
TEMMUZ 1992**

**Y.Ö. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

**Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,**

**Bu çalışma, jürümüz tarafından Tarım Makinaları Anabilim  
Dalında DOKTORA Tezi olarak kabul edilmiştir.**

**Başkan: Prof.Dr. Fahri DELİGÖNÜL**

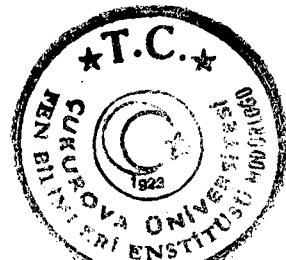
**Üye : Prof.Dr. Baha Galip TUNALIGİL**

**Üye : Prof.Dr. Yusuf ZEREN**

**Kod No: 193**

**Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu  
onaylarım.**

**Prof.Dr. Ural DİNÇ**  
**Enstitü Müdürü**



## İÇİNDEKİLER

|                                                             | <u>Sayfa</u> |
|-------------------------------------------------------------|--------------|
| İÇİNDEKİLER .....                                           | I            |
| ÇİZELGE LİSTESİ .....                                       | III          |
| ŞEKİL LİSTESİ .....                                         | V            |
| ÖZ .....                                                    | VII          |
| ABSTRACT .....                                              | VIII         |
| 1. GİRİŞ .....                                              | 1            |
| 1.1. Tarımsal Havacılık .....                               | 1            |
| 1.2. Çukurova'da Kullanılan Tarım Uçakları .....            | 6            |
| 1.3. Pamuk Tarımının Önemi ve Sorunları .....               | 12           |
| 1.4. Pamukta Defolyant Uygulaması.....                      | 16           |
| 1.5. Türkiye'de Defolyant Uygulamaları .....                | 21           |
| 1.6. Kalıntı Analiz Ölçümleri .....                         | 23           |
| 1.6.1. Kalıntı Analizi .....                                | 23           |
| 1.6.2. Dağılım Düzgünlüğü .....                             | 26           |
| 1.7. Çalışmanın Amacı .....                                 | 34           |
| 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....                                  | 36           |
| 3. MATERİYAL ve METOD .....                                 | 66           |
| 3.1. Materyal .....                                         | 66           |
| 3.1.1. Deneme Yeri ve Tanımı .....                          | 66           |
| 3.1.2. Pamuk Bitkisi ve Yetiştirme Koşulları .....          | 68           |
| 3.1.3. Deneme Uçağı ve İlaçlama Sistemi .....               | 70           |
| 3.1.4. Örnekleme Materyali .....                            | 77           |
| 3.1.5. Meteorolojik Aygıtlar .....                          | 79           |
| 3.1.6. Kimyasal Maddeler .....                              | 80           |
| 3.1.7. Analiz ve Ölçüm Aygıtları .....                      | 80           |
| 3.1.7.1. Fluorometre .....                                  | 80           |
| 3.1.7.2. Mikrometreli Mikroskop .....                       | 81           |
| 3.1.8. Diğer Araç ve Gereçler .....                         | 81           |
| 3.2. Metod .....                                            | 82           |
| 3.2.1. Deneme Deseni ve Dağılım Örneklemesi .....           | 82           |
| 3.2.2. Deneme Deseninin Kurulması ve Örneklerin Alınması... | 82           |
| 3.2.3. Uçak Kalibrasyonu ve Meteorolojik Koşullar.....      | 85           |
| 3.2.3.1. Uçak Kalibrasyonu .....                            | 85           |
| 3.2.3.2. Meteorolojik Koşulların Saptanması .....           | 86           |
| 3.2.4. Fiziksel Damla Analiz Yöntemi .....                  | 90           |

|                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.2.4.1. Yayılma Faktörünün Belirlenmesi .....                               | 90  |
| 3.2.4.2. Yapay Yüzeylerde Damla Dağılımının<br>Saptanması .....              | 91  |
| 3.2.5. Fluorometrik Analiz Yöntemi .....                                     | 93  |
| 3.2.5.1. Çözeltinin Hazırlanması .....                                       | 93  |
| 3.2.5.2. Fluorometrenin Kalibrasyonu .....                                   | 94  |
| 3.2.5.3. Bitki Üzerindeki Kalıntı Miktarının<br>Saptanması .....             | 96  |
| 3.2.6. Defolyant Uygulama Zamanının Belirlenmesi .....                       | 99  |
| 3.2.7. Defolyant Uygulama Etkinliğinin Belirlenmesi .....                    | 99  |
| 3.2.8. Pamuk Veriminin Saptanması .....                                      | 99  |
| 3.2.9. Sorti Zaman Analizi ve İş Verimi .....                                | 99  |
| 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA .....                                     | 101 |
| 4.1. Kalibrasyon Verileri.....                                               | 101 |
| 4.2. Meteorolojik Ölçümler ve Değerlendirilmesi.....                         | 102 |
| 4.3. Saptanan Dağılım Paternleri .....                                       | 105 |
| 4.3.1. Fiziksel Damla Analiz Yöntemi İle Bulunan Dağılım<br>Paternleri ..... | 105 |
| 4.3.1.1. Karakteristik Damla Çapları .....                                   | 105 |
| 4.3.1.2. Sayısal ve Hacimsel Damla Dağılımı .....                            | 112 |
| 4.3.1.3. Dağılım Paterni ve Damla Sayısı Dağılım<br>Düzgünlüğü .....         | 117 |
| 4.3.2. Fluorometrik Yöntemle Saptanan Kalıntı Dağılım<br>Paternleri .....    | 121 |
| 4.3.2.1. Dağılım Genişliğinde Kalıntı Dağılım Paterni.....                   | 121 |
| 4.3.2.2. Etketif İş Genişliğinde Kalıntı Dağılım Paterni.....                | 129 |
| 4.4. Defolyant Kayıp Oranları .....                                          | 131 |
| 4.5. Defolyant Uygulamasının Zamanlama Değerlendirmesi .....                 | 132 |
| 4.6. Defolyant Uygulamasının Etkinliği .....                                 | 133 |
| 4.7. Defolyant Uygulamasının Verime Etkisi .....                             | 133 |
| 4.8. Uçak İş Verimi .....                                                    | 134 |
| 5. SONUÇLAR .....                                                            | 135 |
| ÖZET .....                                                                   | 138 |
| SUMMARY .....                                                                | 142 |
| EK-1 (Bilgisayar Programı).....                                              | 146 |
| EK-2 (Ek Çizelgeler) .....                                                   | 149 |
| KAYNAKLAR .....                                                              | 165 |
| TEŞEKKÜR                                                                     |     |
| ÖZGEÇMİŞ                                                                     |     |



## ÇİZELGE LİSTESİ

| Çizelge<br>No | Çizelge Adı                                                                                            | Sayfa<br>No |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 1             | Türkiye'de Tarımsal Havacılık Uygulamaları .....                                                       | 3           |
| 2             | Uçak, Helikopter ve Tarla Pülverizatörü Sayıları .....                                                 | 3           |
| 3             | 1989 Yılında Pestisit Kullanımı .....                                                                  | 5           |
| 4             | Türkiye'de Kullanılan Tarım Uçakları ve Teknik Özellikleri                                             | 7           |
| 5             | Uçak Markalarının Sayısal Dağılımı .....                                                               | 8           |
| 6             | Çukurova'da Kullanılan Tarım Uçakları İlaçlama<br>Sistemleri ve Bazı Teknik Özellikleri .....          | 9           |
| 7             | 1980-88 Yılları Arasında Pestisit Kullanımı .....                                                      | 11          |
| 8             | Türkiye'de Çeşitli Bölgelerde Pamuk Üretimi .....                                                      | 12          |
| 9             | Defolyantlar ve Bazı Özellikleri .....                                                                 | 17          |
| 10            | Bazı Defolyant ve Kurutucuların Uygulama Özellikleri .....                                             | 20          |
| 11            | Kalıntı Ölçüm Yöntemleri .....                                                                         | 27          |
| 12            | Kalıntı Ölçüm Yöntemleri ve Özellikleri .....                                                          | 32          |
| 13            | Klasik ve Atomizör Sistemlerde Damla Yoğunluğu ve % CV<br>Varyasyon Katsayıları .....                  | 44          |
| 14            | Hidrolik , Döner Diskli ve Atomizör Memelerde Yüklü ve<br>Yüksüz İlaçlamada Uygulama Özellikleri ..... | 50          |
| 15            | Uçak Püskürtme Sistemleri ve Uygulama Koşulları .....                                                  | 51          |
| 16            | Uygulama Parametreleri .....                                                                           | 53          |
| 17            | Deneme ve Örneklemeye Deseni İle İlgili Bilgiler .....                                                 | 69          |
| 18            | Deneme Parselinde Pamuğun Yetiştirilmesi ile<br>İlgili Bilgiler .....                                  | 70          |
| 19            | Denemede Kullanılan Uçakların Özellikleri .....                                                        | 73          |
| 20            | Denemelerde Kullanılan Uçakların İlaçlama Sistemleri ve<br>Özellikleri .....                           | 75          |
| 21            | Suya Duyarlı Kartlarda Yayılma Faktörü .....                                                           | 90          |
| 22            | Standart Çözeltiler ve Fluorometre Okumaları.....                                                      | 95          |
| 23            | Meme Verdileri ve Uygulama Parametreleri .....                                                         | 101         |
| 24            | Uçak Yer Hızına İlişkin Ölçümler... .....                                                              | 102         |

|    |                                                                                                             |     |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 25 | Üç Denemeye Ait Meteorolojik Veriler .....                                                                  | 103 |
| 26 | Denemelerde Elde Edilen SR ve Pk Değerleri .....                                                            | 104 |
| 27 | 3 m Uçuş Yüksekliği ve 1 m/s Yan Rüzgar Hızında SR<br>Değerleri .....                                       | 105 |
| 28 | Denemelerde Saptanan Karakteristik Damla Çapları .....                                                      | 107 |
| 29 | Sayısal ve Hacimsel Yığılma Eğrileri ve Hesaplama<br>Yöntemi ile Saptanan Karakteristik Damla Çapları ..... | 113 |
| 30 | Üç Denemede Örnek Yüzeylerdeki Enine Damla Dağılımı.....                                                    | 118 |
| 31 | Dağılım Genişliği ve İş Genişliğinde Örnek Alma Sehpaları<br>Üzerindeki Dağılım Düzgünlüğü .....            | 120 |
| 32 | Bitki Yüksekliğinde Kalıntı Dağılımı .....                                                                  | 124 |
| 33 | Dağılım Genişliği ve Kabul Edilen İş Genişliğinde Yaprak<br>Yüzeylerindeki Dağılım Düzgünlüğü.....          | 128 |
| 34 | Effektif İş Genişliğinde Dağılım Düzgünlüğü .....                                                           | 129 |
| 35 | Bitkide ve Örnek Alma Sehpalarında Saptanan Kalıntı<br>Miktarları ve Kayıp Oranları .....                   | 131 |
| 36 | Defolyant Uygulamalarından Önce Koza Açma Durumu .....                                                      | 132 |
| 37 | Deneme Parsellerindeki Pamuk Verimleri .....                                                                | 133 |
| 38 | Uçakların Sorti Zamanı ve İş Verimi .....                                                                   | 134 |

## ŞEKİL LİSTESİ

| Şekil<br>No | Şekil Adı                                                                             | Sayfa<br>No |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 1           | Yıllara Göre Uçak, Helikopter ve Tarla Pülverizatörü Sayıları                         | 4           |
| 2           | Uçakların Markalarına Göre Dağılımı .....                                             | 8           |
| 3           | 1980-88 Yılları Arasında Türkiye'de Pestisit Kullanımı .....                          | 11          |
| 4           | 1985-90 Yılları Arasında Türkiye ve Bazı Bölgelerdeki<br>Pamuk Ekim Alanları .....    | 13          |
| 5           | Pamukta Yaprak Dökmenin Gelişim Mekanizması.....                                      | 18          |
| 6           | Yayılma Faktörü, YF'nin Belirlenmesi .....                                            | 24          |
| 7           | Quantimet Görüntü Analiz Sistemi .....                                                | 25          |
| 8           | Leke Boyutu ile Damla Çapı Arasındaki İlişki .....                                    | 28          |
| 9           | Kalıntı Ölçüm Yöntemlerinin Sınıflandırılması .....                                   | 30          |
| 10          | Tarım Uçaklarıyla Uygulamada Bazı Faktörlerin Dağılım<br>Paternine Olan Etkileri..... | 33          |
| 11          | Döner, Atomizör ve Klasik Memede Damla Spektrumu<br>Değişimi .....                    | 40          |
| 12          | Rüzgar Tünelinde Damla Spektrumu Ölçümü .....                                         | 41          |
| 13          | Yapılan Bir Çalışmada Kullanılan Dört Tarım Uçağındaki<br>Dağılım Paternleri .....    | 52          |
| 14          | Yapılan Bir Çalışmada Kullanılan Görüntü Analiz Sistemi.                              | 55          |
| 15          | Deneme Alanı Krokisi .....                                                            | 66          |
| 16          | Deneme Parselleri Uçuş Planı .....                                                    | 67          |
| 17          | Piper PA-18 A/150 Super Cub Deneme Uçağı ve Püskürtme<br>Sistemi .....                | 71          |
| 18          | Cessna Ag Truck Deneme Uçağı ve Püskürtme Sistemi .....                               | 72          |
| 19          | Uçak Kabini ve İlaçlama Sistemi Kontrol Organları.....                                | 74          |
| 20          | Bir Tarım Uçağında İlaçlama Sistemi Şeması .....                                      | 74          |
| 21          | Kullanılan Püskürtme Memesi ve Parçaları .....                                        | 76          |
| 22          | Örnek Alma Sehпасı .....                                                              | 78          |
| 23          | Örnek Taşıma ve Saklama Kasaları .....                                                | 79          |

|    |                                                                                                             |     |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 24 | Örnek Alma Düzeni .....                                                                                     | 83  |
| 25 | Deneme Parselinde Kullanılan Örnekleme Deseni .....                                                         | 84  |
| 26 | Uçak Yer Hızı Ölçümleri .....                                                                               | 86  |
| 27 | Günün Saatlerinde Göre Hava Kararlılığının Değişimi .....                                                   | 87  |
| 28 | Hava Stabilesinin(SR) İlaçlamaya Olan Etkileri .....                                                        | 89  |
| 29 | Leke çapı ve Yayılma Faktörü Arasındaki İlişki .....                                                        | 91  |
| 30 | Fluorometre Kalibrasyon Eğrileri( $F_u$ , $C_u$ ).....                                                      | 95  |
| 31 | Üç Deneme Döneminde Örnekleme Sehpalarında<br>Saptanan Karakteristik Damla Çapları .....                    | 108 |
| 32 | Damla Sayısı İle Homojenlik Katsayısı Arasındaki İlişki .....                                               | 110 |
| 33 | Damla Çapı ile Homojenlik Katsayısı Arasındaki ilişki .....                                                 | 111 |
| 34 | I. Denemede Dört örnekleme Yüzeyinden Elde Edilen Sayısal<br>ve Hacimsel Yiğilmalı Dağılım Eğrileri .....   | 114 |
| 35 | II. Denemede Dört örnekleme Yüzeyinden Elde Edilen<br>Sayısal ve Hacimsel Yiğilmalı Dağılım Eğrileri .....  | 115 |
| 36 | III. Denemede Dört örnekleme Yüzeyinden Elde Edilen<br>Sayısal ve Hacimsel Yiğilmalı Dağılım Eğrileri ..... | 116 |
| 37 | Üç Denemede Dağılım Genişliğinde 4 örnekleme<br>Yüzeyindeki Damla Sayısı Dağılım Yoğunlukları .....         | 119 |
| 38 | Üç Denemede ve Üç Yaprak Seviyesinde, Dağılım<br>Genişliğindeki Kalıntı Dağılım Paterni .....               | 122 |
| 39 | Üç Denemede, Dağılım Genişliğinde Üst ve Alt Yaprak<br>Yüzeylerindeki Dağılım Paternleri .....              | 123 |
| 40 | Denemelerde, Yaprak Yüzeylerindeki Bağlı Tutunma<br>Miktarlarının Oransal Dağılımı.....                     | 125 |
| 41 | Üst ve Alt Yaprak Yüzeylerindeki Bağlı Tutunma<br>Oranlarının Uygulamalara Göre Değişimi .....              | 126 |
| 42 | Üç Değişik Pamuk Yaprak Seviyesindeki Kalıntı Miktarı .....                                                 | 126 |
| 43 | Bitki Yaprak Yüzeylerinde Derinlemesine Kalıntı<br>Dağılımı.....                                            | 127 |
| 44 | Effektif iş Genişliğinde Elde Edilen Kalıntı Dağılım Paternleri                                             | 130 |

## ÖZ

Bu araştırmada, Türkiye'de yaklaşık 700 bin ha alanda tarımı yapılan pamukta, hasatta karşılaşılan bazı problemleri azaltmak ve hasatı kolaylaştırmak amacı ile yaprak döktürücünün (defolyantın) havadan uçakla uygulama sonuçları araştırılmıştır. Pamuk kozalarının % 54; 59 ve 65 oranında açtığı dönemlerde, uçakla yapılan üç kez defolyant uygulamasında, verimler arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır. Ancak, hasat dönemi öne alınmış ve toplamada kolaylıklar sağlanmıştır. Kozanın % 54 oranında açıldığı I. dönemde yapılan uygulama, hasadın öne alınması ve verimde de bir düşme yaratmaması nedeni ile daha uygun bulunmuştur. Diğer uygulamalara göre hasat 1-2 hafta öne alınmıştır. Ayrıca, defolyantın uçakla havadan uygulanması, yer araçlarının meydana getirdiği koza dökülme kayıplarını ortadan kaldırması nedeniyle de daha uygun görülmüştür.

Yukarıdaki nedenlerle, defolyantın uçakla uygulanması uygun ve yararlı bulunmuştur. Araştırmada, kalıntı ve dağılım düzgünlüğü değerlendirmelerinde; fluorometrik ve fiziksel damla analiz yöntemleri kullanılmıştır. Ayrıca , dağılım paternleri ve diğer uygulama parametreleri de göz önüne alınarak gerekli değerlendirmeler yapılmıştır.

### ABSTRACT

In this research, defoliant application to the cotton plant which has been grown on 700 000 hectares in Turkiye was investigated to the decrease the problems faced during the picking season and to make the job easier. The results showed that the application did not affect the yield of the cotton when the defoliant was applied to the cotton three times by using the aircraft, at the different opening rates of the cotton bolls 54.0; 59.0; 65,0 %. However the cotton was picked up earlier and easier than expected. The first defoliant application was found much more suitable than the others since it provided early picking and kept the yield same. The picking date become 1-2 weeks earlier. In addition, the application by using the aircraft was more convenient than the application by using the field sprayer, due to causing for less boll losses.

The data was analysed by using physical and flourometric methods and also the droplet distribution density, residue pattern, the pattern spraying homogeneity and the other parameters were determined.

## 1. GİRİŞ

### 1.1. Tarımsal Havacılık

Belirli dönemlerde, bazı yetiştirme faktörleri üretimi olumsuz olarak etkiler. Bazı olumsuz etkileri ortadan kaldırmak için tarım uçakları ile havadan uygulamalar yapılmaktadır.

Ülkemizde, tarımsal havacılık uygulamalarında ilaç uygulamaları ilk sıradadır. Bunun yanında gelişmiş ülkelerde tarımsal havacılığın değişik uygulama alanları vardır. Türkiye'de tarımsal amaçlı 33 uçak işletmesinin toplam 88 adet uçağı bulunmaktadır (ANONYMOUS, 1991b). Dünyada ise 20 000 den fazla tarım uçağı bulunmakta ve 170 Milyon ha alanda çeşitli uygulamalar yapılmaktadır (THORNE, 1982).

Türkiye'de tarım uçaklarının büyük kısmı Çukurova Bölgesinde bulunmaktadır. Bölgenin tarımsal üretim yapısı, tarımsal havacılığa uygun coğrafi özelliği ve yaygın olarak yapılan pamuk tarımı, bölgede fazla sayıda tarım uçağı bulunmasının nedenlerinden birkaçıdır.

Havadan yapılan uygulama çeşit sayısı oldukça fazladır. Ancak, Türkiye'de bunların birkaçı uygulanmaktadır. Dünyada görülen değişik tarımsal havacılık uygulamaları şu şekilde sıralanmaktadır (ANONYMOUS, 1976 ve 1977; QUANTICK, 1985; DELİGÖNÜL, 1987):

-Çeşitli hastalık, zararlı ve yabancı otlara karşı pestisitlerin uygulanması,

-Bitki besin elementlerinin sıvı ve granül gübre olarak uygulanması,

-Bitki gelişmesini ve hasat zamanını düzenleyici kimyasal maddelerin kullanılması,

-Çayır, çeltik ve buğday tohumlarının havadan ekilmesi,

-Orman yangınlarıyla mücadele, kontrol ve takip işleri,

-Halk sağlığını korumak amacı ile sivrisinek ve karasinek mücadelesi,

-Balık ve yaban hayvanlarının havadan beslenmesi,

-Survey uçuşları ile; üretim potansiyelinin belirlenmesi, haritacılık ve kontrol uçuşlarının yapılması,

-Çeşitli predetör böcek ve parazitlerin, zararlılara karşı havadan yayılması,



-Tozlaşmaya yardımcı olmak amacıyla polen tozları ve tozlaşmayı sağlayıcı böceklerin havadan dağıtılması,

-Meyvelerin dondan korunması, ağaç dalları üzerinde biriken karların ve meyveler üzerindeki su damlacıklarının uzaklaştırılması için, hava araçlarının oluşturduğu hava akımından yararlanılması,

-Kar ve yağmur yağışının gözlenmesi ve su potansiyelinin belirlenmesi,

-Sunî yağmur yağdırılması ve

-Büyükbaş hayvan sürülerinin havadan kontrolü gibi.

Türkiye'de 1950'li yıllarda başlayan tarımsal havacılık çalışmaları kısa zamanda gelişme göstermiştir. Pamukta zararlı , buğdayda süne ve yabancı ot, zeytinliklerde zeytin sineği için yapılan uygulamalar, günümüzde çeşitlenmiş ve boyutları da artmıştır. Mısır ve soyada zararlı mücadelesi; turuncgillerde çok az da olsa bazı zararlılara karşı ilaçlamalar yapılmakta; buğday ve çeltikte granül gübre uygulamaları; bostanda ilaçlama, sıvı yaprak gübresi ve bitki gelişmesini düzenleyici bazı hormon esası kimyasalların uygulanması; çekirge mücadelesi, orman yangınlarıyla mücadele ve halk sağlığının korunması amacıyla yapılan ilaçlamalar ve son olarak ta İstanbul'da kuraklık nedeniyle çekilen susuzluğu gidermek amacıyla yağmur yağdırma çalışmaları sayılabilir.

Ülkemizde 130 milyon da sulanabilir tarım alanının yaklaşık 52 milyon dekarı uçakla uygulama yapılabilir özelliğe sahiptir (DELİGÖNÜL, 1987). Halen bu alanın 15 milyon da'ında tarımsal amaçlı havacılık uygulamaları yapılmaktadır. Uygulamalarla ilgili bilgiler Çizelge 1'de verilmiştir. Burada görüldüğü gibi uygulamalar özellikle, Çukurova'da yoğunlaşmıştır. Bunun yanında Güneydoğu Anadolu, Trakya ve İç Anadolu'da buğdayda; süne, yabancı ot ve gübreleme uygulamaları, Antalya'da; pamuk, Ege'de; zeytin sineği ve pamuk zararlıları ve Marmara Bölgesinde de zeytin sineğine karşı tarımsal savaş uygulamaları yapılmaktadır. Uçakla ilaçlama yapılan alanlarda aynı zamanda tarla pülverizatörleri de kullanılmaktadır. Türkiye genelinde bir bilgi vermek üzere 1980-91 yılları arasındaki uçak, helikopter ve tarla pülverizatörü sayıları ; Çizelge 2.'de sayısal, Şekil 1.'de de grafik olarak görülmektedir.



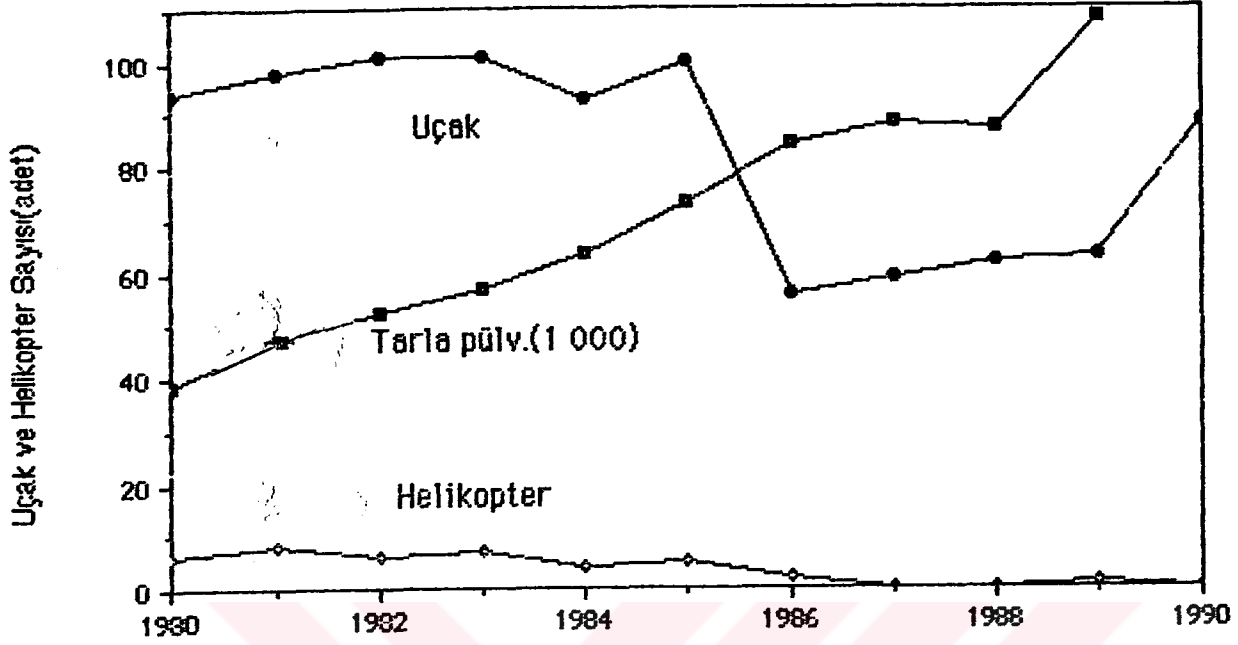
Çizelge 1. Türkiye'de Tarımsal Havacılık Uygulamaları(DELİGÖNÜL, 1987)

| Uygulama Çeşidi                | Uygulama Normu (kg-L/da) | Uygulama Bölgeleri              |
|--------------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| Pamuk zararlıları              | 5,0                      | Çukurova, Ege, Antalya          |
| Yabancı ot(tahıl)              | 2,0                      | Çukurova, Güneydoğu             |
| Gübreleme(buğday ve çeltik)    | 20,0                     | Çukurova, Trakya                |
| Bostan (pestisit,gübre,hormon) | 5,0                      | Çukurova                        |
| Soya ve Mısır(Pestisit)        | 5,0                      | Çukurova                        |
| Tahıl(Süne)                    | 0,1                      | İç Anadolu, Güneydoğu ve Trakya |
| Zeytin(Zeytin sineği)          | 0,2                      | Ege ve Trakya                   |

Çizelge 2. Uçak, Helikopter ve Tarla Pülverizatörü Sayıları (DİE, 1990; ANONYMOUS, 1991 b)

|                                | Yıllar |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |
|--------------------------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|
|                                | 1980   | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989  | 1990 |
| Tarım uçağı                    | 94     | 98   | 101  | 101  | 93   | 100  | 56   | 59   | 62   | 63    | 88   |
| Helikopter                     | 6      | 8    | 6    | 7    | 4    | 5    | 2    | 2    | -    | -     | -    |
| T.Pülverizatörü<br>(1000 adet) | 38,5   | 47,0 | 52,0 | 57,0 | 63,5 | 73,0 | 84,0 | 88,4 | 87,3 | 108,0 | -    |

Şekil 1.'de de grafik olarak ifade edildiği gibi; uçak sayısında 1985 yılında hızlı bir düşüş olduğu ve daha sonra bunun dengelendiği görülmektedir. Helikopterlerin tarımsal amaçlı kullanımı Türkiye'de kısa ömürlü olmuştur. Çünkü, satınalma bedeli ve uygulama maliyeti yüksektir.Yetişmiş eleman bulma zorluğu vardır ve kaza yapma riski de daha yüksek orandadır.



Şekil 1. Yıllara Göre Uçak, Helikopter ve Tarla Pülverizatörü Sayıları (DİE,1991; ANONYMOUS, 1991b)

Üretim alanları sabit kalmasına karşın, tarım uçağı ve tarla pülverizatörü sayılarında artış görülmektedir. Sulu tarımın daha geniş alanlarda yapılmaya başlanması ile pestisit kullanımı da artmıştır. Yoğun ilaç kullanımı da doğal dengeyi bozmakta ve zararlı populasyonlarını çoğaltmaktadır. Gelişen teknoloji de pestisit kullanımını arttırmaktadır. Yeni teknolojilerde birim alana daha az su ve daha çok preparat kullanılmaktadır. Ayrıca, preparatların etkili madde içerikleri de yükselmiştir.

Çukurova'da 1989'da tüketilen ilaçların dekara, min ve max ilaç kullanımı dikkate alınarak, Adana Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü tarafından Enstitünün çalışma bölgesi (Adana, İçel, Hatay, K.Maraş, G.Antep ve Antalya illeri) için hazırlanan 1989 yılı ilaç protokolüne göre tahmini pestisit kullanımı Çizelge 3.'de verilmiştir.

Çizelge 3. 1989 Yılında Pestisit Kullanımı (ANONYMOUS, 1989 ; DIE,1991 )

| Kullanım Alanları                                                                                                                       | İlaç Tüketimi |              |                   | Uygulama Alanı<br>(1 000 ha) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------|-------------------|------------------------------|
|                                                                                                                                         | Min<br>(ton)  | Max<br>(ton) | Ortalama<br>(ton) |                              |
| Pamuk tohum ilacı;<br>Fide kök çürütücü,<br>Yaprak lekeli ve<br>Keşici kurtlar                                                          | 192.3         | 630.5        | 411.4             | —                            |
| Pamukta;<br>Y.Biti, Y.Pireci, Tütün<br>Triplu, P. Çiçek Triplu<br>Tahtakürdü Y. Kürdü,<br>Dikenli Kurt, Kırmızı<br>örtümcek, Yeşil Kurt | 1 663.2       | 4 567.7      | 3 115.5           | 1 730.5                      |
| Pamukta Beyaz sinek<br>Yeşil Aksarı ilacı.                                                                                              | 908.7         | 908.7        | 908.7             | 605.6                        |
| Pamukta Beyaz sinek<br>için TEMİK                                                                                                       | 2 497.5       | 2 497.5      | 2 497.5           | 150.0                        |
| Pamukta Yabancı Ot                                                                                                                      | 511.2         | 2 276.0      | 2 787.2           | 220.6                        |
| Soyada Beyaz sinek,<br>K.örtümcek, Y.Kürdü<br>Yeşil Böcek, Yeşil Kurt                                                                   | 178.0         | 446.0        | 223.0             | 89.3                         |
| Soyada Yabancı Ot                                                                                                                       | 23.2          | 60.0         | 42.0              | 6.7                          |
| Mısrıda: Mısır ve<br>Koçan Kürdü*                                                                                                       | 72.4          | 144.8        | 108.6             | 100.0                        |
| Mısrıda: Yabancı Ot*                                                                                                                    | 36.2          | 144.8        | 90.0              | 100.0                        |
| Buğdayda: Yabancı Ot*                                                                                                                   | 608.0         | 1 200.0      | 900.0             | 608.0                        |
| TOPLAM                                                                                                                                  | 6 690.0       | 12 876.0     | 9 783.0           | 3 611.0                      |

\* = Ekim alanlarına göre tahmini değerler

## 1.2. Çukurova'da Kullanılan Tarım Uçakları

Türkiye'de kullanılan tarım uçakları ve bazı teknik özellikleri Çizelge 4.'de verilmiştir. Toplam 88 adet tarım uçağının, 15'i Türk Hava Kurumunda, 5'i ANTBİRLİK 'te ve geriye kalan 68'i özel ilaçlama şirketlerinin elinde bulunmaktadır. Şirket uçaklarından 8'i çeşitli nedenlerden dolayı uçamaz durumdadır. Toplam şirket sayısı, 33'dür. Yalnız 1 tarım uçağına sahip olan şirket olduğu gibi 6 uçağı olan şirketler de bulunmaktadır(ANONYMOUS,1991b). Uçakla ilaçlama yapan şirketlerin % 80'i Çukurova'dadır, Adana çalışma merkezi durumundadır. Şirketler Adana Sivil Hava Alanında kendileri için ayrılmış olan konma ve konaklama yerinde üstlenmiştir. Bazı şirketler de Çukurova'ya yayılmış durumdadır ve çalışmalarını kendi pist ve hangarlarında sürdürmektedirler.

Çukurova'da çalışanların dışında kalan % 20 orana giren uçakla ilaçlama şirketlerinin toplam 14 tarım uçağı vardır. Bunlar; Ankara, İzmir, Isparta ve Kahramanmaraş gibi il merkezlerinde çalışmaktadır. ANTBİRLİK uçakları da kendi bölgesinde, kendi üreticilerine hizmet vermektedir.

Çizelge 4.'de görüldüğü gibi; uçaklardan iki tanesi üstten kanatlı, 8 tanesi çift kanatlı ve 78 tanesi de alttan tek kanatlıdır. Uçakların markalarına göre sayısal dağılımı Çizelge 5.'de ve bunların grafik olarak gösterimi de Şekil 2.'de verilmiştir. Toplam 88 tarım uçağı 6 marka ve 16 tipten oluşmaktadır. İlaç depo kapasiteleri, 300-1 960 kg-L arasındadır. Motor güçleri de tiplere göre 150-1 000 BG arasında değişmektedir. İlaçlama sırasında uçuş hızları, 145-200 km/h ve iş genişlikleri de, (2-3 m uçuş yüksekliğinde) yaklaşık 12-30 m arasındadır.

**Uçak Püskürtme Sistemleri :** Türkiye ve Çukurova'da tarım uçaklarıyla yapılan uygulamaların büyük kısmı klasik püskürtme sistemleri ile yapılmaktadır. ULV uygulamalarında özellikle atomizör kullanılmaktadır. Klasik püskürtme sistemlerinde, ilaç kaybı ve çevre kirlenmesiyle birlikte etkisiz ve pahalı ilaçlama sorunları vardır. Bu sistemlerde, damla çapını çevre koşullarına göre ayarlama imkanı sınırlıdır. Yani damla spektrumu geniştir. Optimum damla çapının altında ve üstünde üretilen damlalar ilaç kaybına neden olmaktadır.

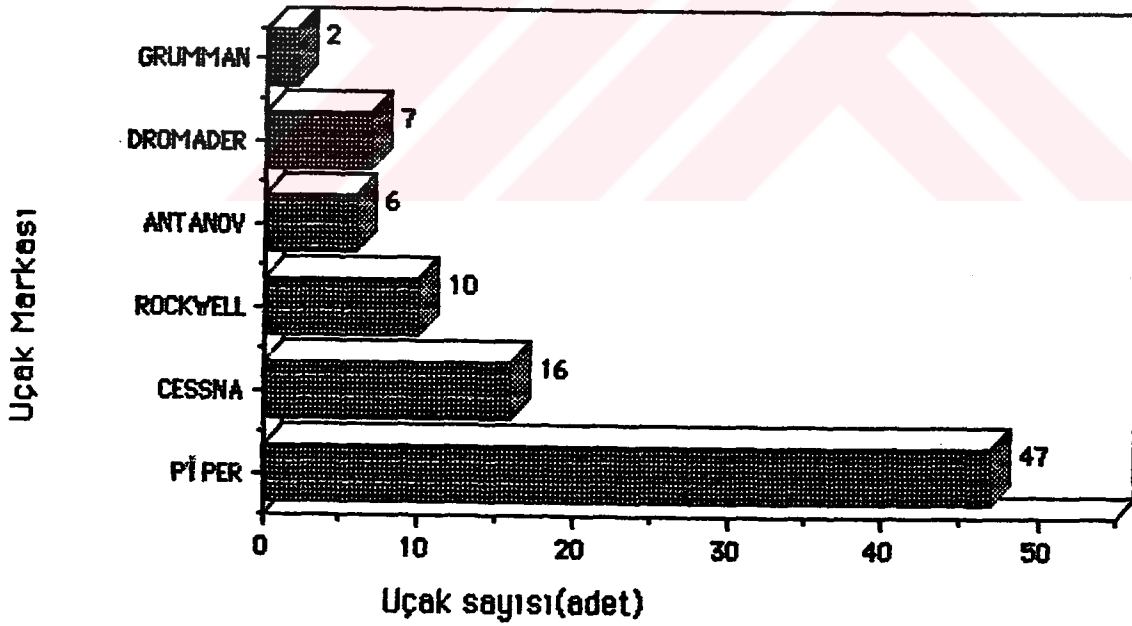
Çizelge 4. Türkiye'de Kullanılan Tarım Uçakları ve Bazı Teknik Özellikler (ANONYMOUS, 1972b; AKKESSON and YATES, 1974; ANONYMOUS, 1979; ANONYMOUS, 1991b)

| UÇAKLAR                |                        | Depo Kap. (L-kg) | Motor Gücü (BG) | Uçuş Hızı (km/h) | İş Genişliği (m) | Uçak Sayısı (adet) | G. Fael Uçak (adet) |
|------------------------|------------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|--------------------|---------------------|
| Yapımcı Kuruluş        | Markası ve Tipi        |                  |                 |                  |                  |                    |                     |
| PIPER Aircraft Co. USA | Pawnee C PA-25-235 (L) | 635              | 235             | 169              | 16               | 17                 | 1                   |
|                        | PA-25-260 (L)          | 635              | 260             | 171              | 16               | 12                 | 1                   |
|                        | Pawnee PA-36-285 (L)   | 862              | 285             | 145              | 16               | 6                  | -                   |
|                        | Brave PA-36-300 (L)    | 862              | 300             | 145              | 16               | 2                  | 1                   |
|                        | PA-25-235 (L)          | 635              | 235             | 145              | 16               | 2                  | -                   |
|                        | Pawnee D PA-25-235 (L) | 635              | 235             | 145              | 16               | 6                  | 1                   |
| CESSNA Co. USA         | Pawnee T PA-18-150 (H) | 300              | 150             | 145              | 12               | 1                  | -                   |
|                        | PA-25-150 (H)          | 300              | 150             | 145              | 15               | 1                  | -                   |
|                        | AG WAGON (L)           | 757              | 300             | 183              | 16               | 11                 | 3                   |
| ROCKWELL USA           | AG TRUCK (L)           | 1 060            | 300             | 183              | 15               | 3                  | -                   |
|                        | AG HUSKY (L)           | 1 060            | 313             | 190              | 16               | 2                  | -                   |
|                        | S2R TRUSH (L)          | 1 133            | 600             | 177              | 18               | 9                  | 1                   |
| GRUMMAN USA            | B-1A SNIPE (L)         | 908              | 450             | 161              | 18               | 1                  | -                   |
|                        | AG-CAT G-164A (B)      | 835              | 450             | 161              | 16               | 2                  | -                   |
| ANTANOV USSR           | AN-2M (B)              | 1 960            | 1 000           | 200              | 24               | 6                  | -                   |
| DROMADER USA           | PZL-M-18 (L)           | 1 500            |                 |                  | 30               | 7                  | -                   |
| TOPLAM                 | 6 Marka ve 16 Tip      | -                | -               | -                | -                | 88                 | 8                   |

L= Alçak kanat, H=Yüksek kanat, B= Çift kanat

Çizelge 5. Uçak Markalarının Sayısal Dağılımı

| Uçak Markası | Uçak Sayısı<br>(adet) | Dağılımı<br>(%) |
|--------------|-----------------------|-----------------|
| PIPER        | 47                    | 53.4            |
| CESSNA       | 16                    | 18.2            |
| ROCKWELL     | 10                    | 11.4            |
| ANTANOV      | 6                     | 6.8             |
| DROMADER     | 7                     | 7.9             |
| GRUMMAN      | 2                     | 2.3             |
| TOPLAM       | 88                    | 100.0           |



Şekil 2. Uçakların Markalarına Göre Dağılımı

Çizelge 6. Çukurova'da Kullanılan Tarım Uçakları İncelama Sistemleri ve Bazı Teknik Özellikleri

| Parça Adı             | Özellikleri           | P.PA 36-285<br>Pawnee Brave | P.PA-25-235<br>Pawnee C | P. PA-18-150<br>Super Cub | Trush Com.<br>S-2R   | Trush Com.<br>B1-A   | Cessna<br>AG Truck | Cessna<br>AG Wagon |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------|----------------------|--------------------|--------------------|
| P<br>O<br>M<br>P<br>A | Tipi                  | Santrifüj                   | Santrifüj               | Dipli                     | Santrifüj            | Santrifüj            | Santrifüj          | Santrifüj          |
|                       | Markası               | Agrinothics<br>6 510        | Agrinothics<br>6 310    | Sorensen<br>4 000         | Döküm                | Agrinothics<br>6 510 | Transland<br>531   | Transland<br>531   |
|                       | Pervane pal<br>Sayısı | 6                           | 6                       | 6-8                       | 6-7                  | 6-7                  | 6-7                | 6-7                |
|                       | Pal Malze-<br>mesi    | Plastik                     | Plastik                 | Metal                     | Plastik              | Plastik              | Plastik            | Plastik            |
|                       | Sayısı                | 66-69                       | 44-45                   | 30                        | 72                   | 64                   | 56-62              | 60-62              |
| M<br>E<br>M<br>E      | Memel<br>No           | D12-45                      | D12-45                  | D12-45                    | D12-45               | D12-45               | D8-10-45<br>D12-45 | D6-8-12-45         |
|                       | Malzeme               | Prinç                       | Prinç                   | Plastik                   | Prinç                | Prinç                | Prinç              | Prinç              |
|                       | Memeler<br>Arası(cm)  | 15-16                       | 19-21                   | 32                        | 12-16-23             | 16                   | 14-15              | 14-16              |
|                       | Konum<br>Açıları( )   | 135-180                     | 90-135                  | 135                       | 135                  | 135                  | 90-135-180         | 90-135             |
|                       | Çapı(mm)              | 38                          | 31-38                   | 15-20                     | 25-32-38             | 38                   | 38                 | 31-38              |
| B<br>O<br>O<br>M      | Uzunluk(m)            | 11.2                        | 9.1                     | 10.56                     | 11.52                | 13.1                 | 10.2               | 10.2               |
|                       | Malzeme               | Al ve Çelik                 | Al ve Çelik             | Adi Çelik                 | Al alaşım            | Aluminyum            | Aluminyum          | Aluminyum          |
|                       | Yerleşim<br>Şekli     | Fırar<br>Kenarı             | Fırar<br>Kenarı         | Hübrum<br>kenarı Altı     | Fırar<br>kenarı Altı | Fırar<br>Kenarı Altı | Fırar<br>Kenarı    | Fırar<br>kenarı    |



Tarım uçaklarında kullanılan klasik ilaçlama sistemlerinin bazı teknik özellikleri Çizelge 6.'da verilmiştir.

Püskürtme sisteminin ve memelerin ilaçlama tekniği açısından; iyi çalışması, tekdüze damla çapı vermesi, verdi kararlılığı olması ve meme verdisinin belirli sınırlar içinde ayarlanabilmesi gerekmektedir. Bu özelliklerin sürekli olması istenir. Ancak, belirli bir çalışma süresi sonunda kaybolmaktadır.

Bölgede tarımsal havacılık uygulamaları daha çok pamuk zararlılarına karşı yapılmaktadır. Daha sonra buğday ve çeltikte yabancı ot ilaçlaması ve gübreleme; mısır, soya, bostan ve narenciyede çeşitli zararlılara karşı mücadele, bostanda sıvı yaprak gübresi ve hormon uygulanması; pamukta, gelişmeyi düzenleyici bazı hormon etkili maddelerin uygulanması gibi değişik amaçlar için tarım uçakları kullanılmaktadır. Uygulamaların büyük bir kısmı, zararlılara karşı yapılmaktadır. Zararlılarla mücadele dışındaki diğer uygulamalar giderek yaygınlaşmakta, boyutları ve çeşitleri de artmaktadır.

**Tarımda Pestisit Kullanımı :** Ülkemizde yıllara göre değişmekle birlikte pestisit tüketimi devamlı bir artış göstermektedir. Bir fikir vermesi bakımından 1980-88 yılları arasındaki pestisit kullanımı Çizelge 7.'de sayılarla gösterilmiştir.

İlaç kullanımı Şekil 3.'de de grafik olarak verilmiştir. Yoğun ilaç kullanımı başlangıçta insektisitlerde iken, daha sonraki yıllarda herbisit kullanımına dönüşmüştür. Pestisit kullanımı 1984 yılında maksimum düzeye ulaşmıştır. Çizelge 7.'de yer almamakla beraber 1985 yılında da büyük bir düşüş kaydederek 10,3 milyon kg'a inmiştir.

Gelişmiş bazı ülkelere göre birim alana pestisit kullanım durumumuz ise Almanya'dan 6 kat, İsviçre'den 10 kat, ABD ve Japonya'dan ise 15 kat daha azdır (ÖZTÜRK, 1990).

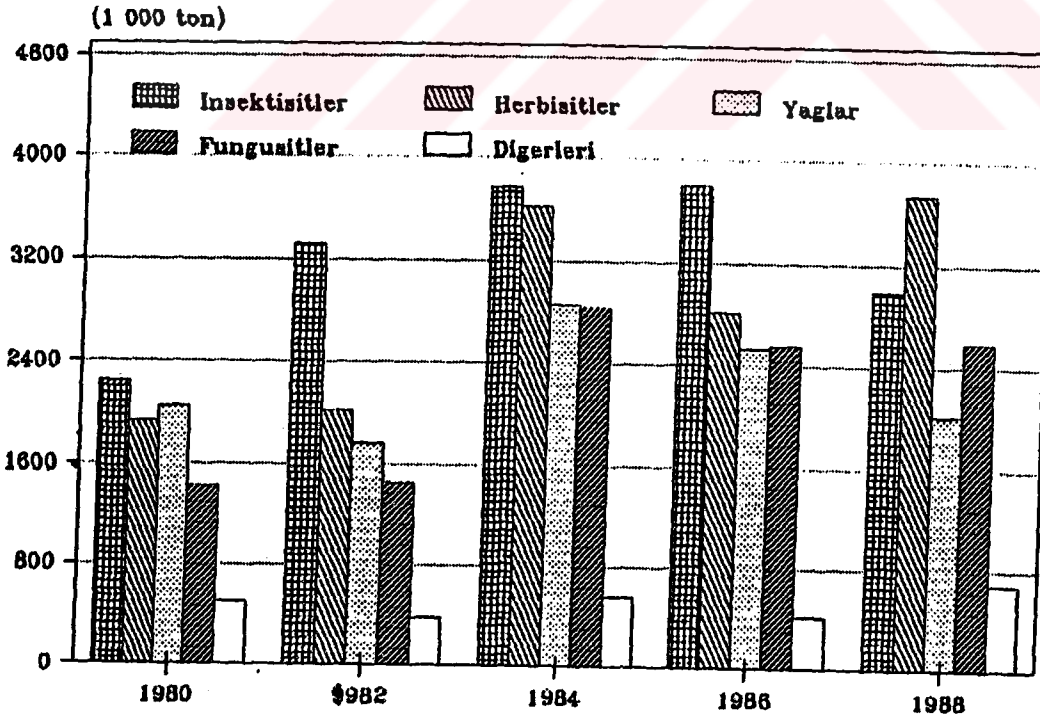
TOKB Koruma Kontrol Şubesi 1991 yılı kayıtlarına göre , Türkiye'de kullanılan 36 000 ton pestisitın % 28 'inin Çukurova'da tüketildiği belirtilmektedir.

Çizelge 7. 1980-88 Yılları Arasında Pestisit Kullanımı  
(DELEN ve ÖZBEK, 1990)

| Pestisit Grupları | Yıllara Göre Etkili Madde Kullanımı (1 000 kg veya L) |         |          |          |          |
|-------------------|-------------------------------------------------------|---------|----------|----------|----------|
|                   | 1980                                                  | 1982    | 1984     | 1986     | 1988     |
| Insektisitler     | 2 245,8                                               | 3 318,8 | 3 766,7  | 3 791,1  | 2 989,5  |
| Herbisitler       | 1 934,6                                               | 2 020,0 | 3 620,8  | 2 813,5  | 3 736,4  |
| Yağlar            | 2 051,8                                               | 1 763,1 | 2 851,6  | 2 539,7  | 2 019,5  |
| Fungisitler       | 1 426,0                                               | 1 465,5 | 2 843,4  | 2 561,0  | 2 589,3  |
| Diğerleri         | 500,8                                                 | 383,2   | 558,1    | 414,1    | 685,0    |
| TOPLAM            | 8 159,0                                               | 8 950,6 | 13 640,6 | 12 119,4 | 12 020,7 |

Ancak, ülkemizde pestisitler gelişmiş ülkelere göre daha az kullanılmasına rağmen insan ve çevre sağlığı yönünden pestisit kullanımından kaynaklanan sorunlar vardır.

Pestisitlerin bitkiye uygulanması sırasında meydana gelen pestisit kayıpları oldukça fazladır. Tarla yüzeyine ya da tarla dışına sürüklenmeler olmaktadır.



Şekil 3. 1980-88 Yılları Arasında Türkiye'de Pestisit Kullanımı  
(DELEN ve ÖZBEK, 1990)

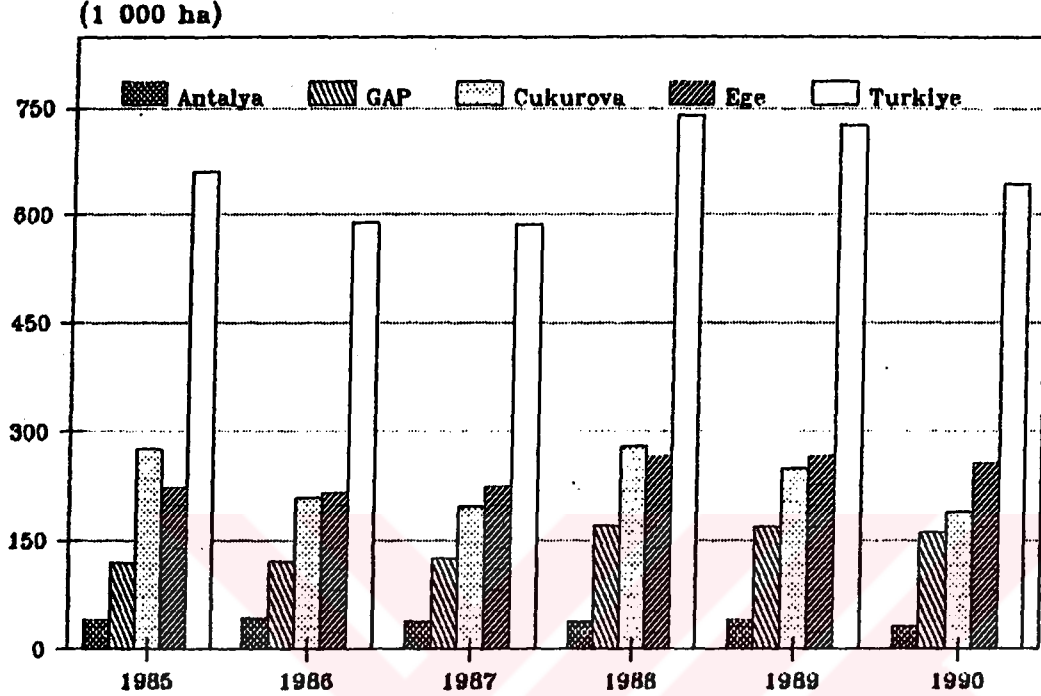
### 1.3. Pamuk Tarımının Önemi ve Sorunları

Çukurova'da pamuk tarımının önemi büyüktür. Türkiye pamuk üretim alanı toplamı, 1990 yılında 641 bin ha'dır. Çukurova'da gerçekleştirilen ekim alanı ise 189 bin ha'dır. Bu değer yaklaşık olarak Türkiye pamuk üretim alanının % 30'una karşı gelmektedir (ANONYMOUS, 1991a). Bu orandaki üretim alanına karşılık 654 bin tonluk pamuk üretiminin de % 27'si bu bölgeden sağlanmaktadır.

Türkiye pamuk ekim alanları ve üretimi, bölgelerin yıllara göre durumu Çizelge 8.'de ve ekim alanlarının durumu da grafik olarak Şekil 4.'de görülmektedir.

Çizelge 8. Türkiye'de Çeşitli Bölgelerde Pamuk Üretimi  
(DİE, 1987 ve 88; ANONYMOUS, 1991a; FAO, 1991)

| Bölgeler      | Ekim Alanı(1 000ha)<br>Lif Üretimi(1000ton)<br>Lif Verimi(kg/ha) | YILLAR |       |       |        |        |        |
|---------------|------------------------------------------------------------------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|
|               |                                                                  | 1985   | 1986  | 1987  | 1988   | 1989   | 1990   |
| Çukurova      | Ekim Alanı                                                       | 275,9  | 208,4 | 196,2 | 280,5  | 249,5  | 189,0  |
|               | Lif Üretimi                                                      | 192,7  | 186,2 | 165,9 | 201,5  | 169,7  | 174,5  |
|               | Lif Verimi                                                       | 696,0  | 871,0 | 848,0 | 704,0  | 682,0  | 923,0  |
| Ege           | Ekim Alanı                                                       | 223,0  | 216,0 | 225,0 | 267,8  | 266,8  | 258,2  |
|               | Lif Üretimi                                                      | 198,9  | 209,2 | 223,8 | 304,8  | 254,9  | 284,5  |
|               | Lif Verimi                                                       | 891,0  | 966,0 | 993,0 | 1135,0 | 957,0  | 1102,0 |
| Güney<br>Doğu | Ekim Alanı                                                       | 120,1  | 120,7 | 125,4 | 171,6  | 168,2  | 162,0  |
|               | Lif Üretimi                                                      | 83,9   | 87,9  | 111,6 | 102,0  | 148,1  | 165,4  |
|               | Lif Verimi                                                       | 706,0  | 741,0 | 890,0 | 695,0  | 914,0  | 1021,0 |
| Antalya       | Ekim Alanı                                                       | 41,0   | 38,7  | 38,7  | 38,5   | 40,6   | 32,0   |
|               | Lif Üretimi                                                      | 42,5   | 35,4  | 35,4  | 41,6   | 44,4   | 38,2   |
|               | Lif Verimi                                                       | 1032,0 | 926,0 | 926,0 | 1078,0 | 1083,0 | 1194,0 |
| Türkiye       | Ekim Alanı                                                       | 660,0  | 588,8 | 585,8 | 740,0  | 725,2  | 641,3  |
|               | Lif Üretimi                                                      | 518,0  | 523,1 | 536,8 | 650,0  | 617,3  | 654,6  |
|               | Lif Verimi                                                       | 785,0  | 888,0 | 916,0 | 878,0  | 851,0  | 1020,0 |



Şekil 4. 1985-90 Yılları Arasında Türkiye ve Bazı Bölgelerdeki Pamuk Ekim Alanları (DİE, 1987-88; ANONYMOUS, 1991a; FAO, 1991)

Çizelge 8.'de görüldüğü gibi Türkiye genelinde ve Çukurova'da pamuk ekim alanlarında kısmi bir azalma görülmektedir. Ancak, GAP ve Ege bölgelerinde ekim alanları artmaktadır. Ekim alanlarındaki azalış ve artışlar; daha çok hasat, tarımsal savaş ve bakım işlerinde karşılaşılan sorunlardan kaynaklanmaktadır.

Çukurova Bölgesinde, pamuk tarımından sebze, meyve ve örtü altı yetiştiriciliğine doğru bir kayma olduğu gözlenmektedir. Ancak, pamuk tarımının bölgeden tamamen kalkması da beklenmemektedir. Ekonomik güçlükler, hasattaki bazı sorunlar, ikinci ürün tarımı, sebze ve meyve tarımının yaygınlaşması ve bunların daha çok gelir sağlaması, hastalık ve zararlı popülasyonundaki yüksek artışlar gibi nedenler, pamuk üretim alanlarını azaltan faktörlerdir.

Fakat, bunların yanında pamuk tarımının bölgede uzun zaman daha devam etmesini sağlayacak büyük yatırımlar, alt yapı ve sanayi tesisleri de bulunmaktadır;

- Bölgede pamuğa dayalı yerleşmiş bir sanayinin olması,
- Pamuğun ihracatta önemli bir payının olması,
- Bölgenin pamuk üretiminde dünyada kalite bakımından önemli bir yerinin olması,
- Bölge çiftçisinin pamuk tarımında elde ettiği deneyim ,
- Pamuğun yerine geçecek diğer tarımsal ürünlerin uzun vadede sonuç vermesi gibi nedenler, yakın zamanda pamuk üretiminden vazgeçilmeyeceğini göstermektedir (TUNÇER ve ark., 1987).

Çukurova'da, hasat ve çapa işlerinde işçi bulma güçlüğü vardır. Ayrıca, pamuk bitkisinde çiçeklenme devresi yaklaşık iki aylık bir zamanda olmakta ve buna bağlı olarak kozaların açılarak hasat edilmesi de uzun bir sürede gerçekleşmektedir. Bu nedenle, pamuk toplama işi birkaç defada yapılabilmektedir.

GAP Bölgesinin 1990'lı yıllarda sulamaya açılması ile bölgede yoğun tarımsal üretime geçilmesi beklenmektedir. Çukurova Bölgesinde kullanılan iş gücünün büyük kısmı Güneydoğu Anadolu Bölgesinden gelmektedir. Bu nedenle pamuk hasadında ileride sorunlar çıkacağı da beklenmektedir.

Geç olgunlaşma ve hasada yakın dönemlerde yağan yağmurlar; pamuğun hasadını geciktirmekte veya zorlaştırmakta ve kalitenin düşmesine de neden olmaktadır. Kısa olan hasat döneminin, çok iyi değerlendirilmesi gerekmektedir. Hasat döneminde, bazı pamuk zararlıları popülasyonu da artmaktadır. Bu zararlılar, kalite düşmesine ve kayıpların artmasına neden olmaktadır.

Bugün her bitkinin ekiminden hasadına kadar geçen dönemde yapılan işlemlerin büyük kısmı özel makinalarla yapılmaktadır. Pamuk ürününün toplanmasında karşılaşılan güçlükler, pamuk hasadında da makinalaşmaya gidilmesi yönündeki çalışmaları başlatmıştır. Ancak pamuk bitkisinin fizyolojik özellikleri, hasadın mekanize olmasını güçleştirmektedir.

Pamuk toplama makinaları üzerinde ilk patent 1850 yılında alınmış ve pamuk hasat makinaları 1940 yılından sonra pratik olarak kullanıma girmiştir. Makinalı pamuk toplama için bitkinin yapraklarının dökülmesi gerekmektedir. Yaprak dökmeden yapılacak olan makinalı toplamalarda hasat zorlaşmakta, kütlüye karışan yeşil yapraklar toplanan kütlünün nem içeriğini arttırmakta ve depolanmasını güçleştirmektedir. Ayrıca, yeşil yapraklar liflerin rengini de bozmaktadır.

Kozaların eş zamanlı açması defolyant uygulaması ile mümkün olmaktadır. Yaprakların dökülmesi ile hasat edilen pamuk içindeki yabancı madde miktarı azaltılmakta, kalite yükseltilmekte ve hasat daha erken bir zamana alınmaktadır. Hasatta etkinlik artmaktadır

Defolyant uygulaması, elle hasat için de yararlı olmaktadır. Türkiye'de bu uygulama henüz yaygın değildir. Hasat zamanlaması yapılarak, hasat öne alınabilir ve yağmurlardan önce hasat gerçekleştirilebilir. 1988 yılında yağmur nedeniyle pamuklar zamanında toplanamamıştır. Bu nedenle de, kalite ve verim düşüşleri olmuştur.

Havadan uygulamaların yağışsız ve rüzgarsız hava koşullarında yapılması gerekmektedir. Defolyant uygulama zamanlarında havanın yağışlı olması, bu maddenin yıkanarak kaybolmasına sebep olmaktadır. Uygulamadan sonraki 24 saat içinde yağmur yağması durumunda, uygulamanın yenilenmesi gerekmektedir. Uygulamadan beklenen sonucu alabilmek için defolyant uygulama zamanının; bitkideki elmaların yaklaşık % 50-70'inin açtığı zamanda yapılması, yapılan araştırmalarda değişik araştırmacılar tarafından belirtilmektedir(GÖZKAYA, 1978).



#### 1.4. Pamukta Defolyant Uygulaması

Pamuk yapraklarını döktürmek için kullanılan kimyasallar yerden ve havadan uygulanmaktadır. Kullanılan defolyant ve kurutucu kimyasallar gaz, sıvı ve toz şeklinde olabilmektedir. Uygulamalarda bitki yüksekliği, tarlanın durumu, hava şartları, uygulama zamanı (hasat veya yetiştirme sezonu) ve hasat makinasının özelliği defolyant uygulamasının yapılış şeklini ve uygulama ekipmanını etkilemektedir. Parçalı alanlarda ve bitkinin alt kısmı veya belirli bölgelerine uygulama yapılacaksa, yer aletleri kullanılmaktadır. Bitki boyu 40 cm den kısa ise yine genellikle yer aletleri tercih edilmektedir(WALHOOD ve ADDICOLT, 1968; ANONYMOUS, 1970).

Defolyant uygulamalarından sonra 7-14 gün içinde yaprak dökülmesi tamamlanmaktadır. Defolyantlar çeşitlerine göre 2-3 gün içinde etkisini göstermektedir. Kullanılan defolyantların etkili maddeleri ve bazı özellikleri Çizelge 9.'da verilmiştir (WALHOOD ve ADDICOLT, 1968). .

Uçakla 3,8-11,4 L/da, yer aletleri ile 2,8-28,4 L/da hacimsel uygulama normu kullanılmaktadır. Uçakla yapılan uygulamalarda düşük uygulama normu kullanılmaktadır( COLWICK ve WILLIAMSON, 1968; WALHOOD ve ADDICOLT, 1968).

Toz defolyant uçaklarla uygulanabilmektedir. Fakat, yer aletleriyle daha kolay olarak yapılmaktadır. Toz defolyant, sık bitki yaprakları içinde daha iyi bir dağılım göstermektedir. Toz defolyantın bir dezavantajı deneysel araştırmalar sonucunda ortaya çıkarılmıştır. Toz parçacıkların bitki üzerinde tutunabilmesi için, uygulama sırasında ve uygulamadan sonra yapraklar üzerinde çiğ veya havada yüksek oranda bağıl nemin olması gerekmektedir. Bu nedenle birçok yerde pratik olarak uygulanamamaktadır. Sıvı defolyant uygulamalarında bu koşula gerek duyulmamaktadır.

Susuz amonyum veya diğer bazı gazlar da yaprak döktürmede kullanılmaktadır. Bunlar, yapraklar tarafından kolayca alınabilmektedir. Rüzgar, amonyumun etkisinin düşmesine neden olmaktadır.

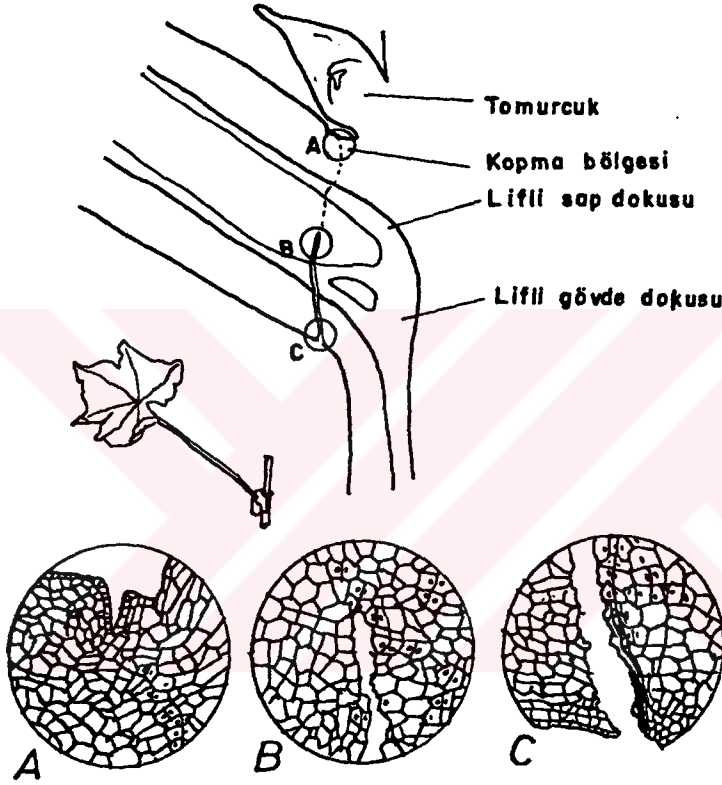


Çizelge 9. Defolyantlar ve Bazı Özellikleri( WALHOOD ve ADDICOLT, 1968; ANONYMOUS, 1986)

| Etkili Madde                                  | Etkili Madde (%)'si                              | Max. Kullanılan doz (kg/da) | Kalıntı (ppm) | Uygulama Özellikleri                                                                    |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Calcium Cyanamide                             | 57,0                                             | 3,2                         | -             | Hasattan 7-14 gün önce toz uygulama                                                     |
| Sodyum Chlorate* (yanmayı önleyici madde ile) | 12,0<br>20,0<br>23,5                             | 0,56                        | -             | Hasattan en az 7 gün önce toz uygulama                                                  |
| Tributyl-phosphoratrithioate                  | 5,0<br>7,5                                       | 0,225                       | -             | Hasattan en az 7 gün önce toz uygulama                                                  |
| Tributyl-phosphoratrithioite                  | 5,0                                              | 0,225                       | Tohumda 0,25  | 7 gün önce toz uygulama                                                                 |
| Amonyum Nitrat*                               | 39,5                                             | 6,85                        | Önemsiz       | Hasattan 7-14 gün önce sıvı uygulama                                                    |
| Susuz Amonyum (Özel Ekipmanla)                | 100,0                                            | 11,24                       | -             | Hasattan 6-8 gün önce sıvı uygulama(Uçakla uygulama yapılmaz)                           |
| Magnezyum* Chlorate                           | 55,0<br>17,5                                     | 0,45                        | -             | Hasattan en geç 7 gün önce sıvı uygulama                                                |
| Sodyum Chlorate* (yanmayı önleyici madde ile) | 4,7 - 18,2<br>18,5 - 19,0<br>22,0 - 28,0<br>40,0 | 0,56                        | -             | Hasattan en az 7 gün önce sıvı uygulama                                                 |
| Tributyl-phosphoratrithioate                  | 70,5                                             | 0,17                        | -             | Hasattan en az 7 gün önce sıvı uygulama                                                 |
| Tributyl-phosphoratrithioite                  | 75,0                                             | 0,17                        | Tohumda 0,25  | Hasattan en az 7 gün önce sıvı uygulama                                                 |
| Amonyum Nitrat* (Kurutucu)                    | 44,6                                             | 8,1                         | Önemsiz       | Hasattan en az 2-7 gün önce                                                             |
| Arsenik Asit* (Kurutucu)                      | 75,0                                             | 0,47                        | Tohumda 4     | Hasattan en az 4 gün önce                                                               |
| Penta-chlorophenol** (Kurutucu)               | 40,0                                             | 0,34                        | -             | Sadece tohum üretiminde % 50-60 açma oranından önce uygulama(Fueloil, Diesel, Kerosen). |

\* :Çiftlik hayvanları uygulama yapılan alana sokulmamalı ve çirçir artıklarıyla hayvanlar beslenmemelidir. \*\* : Tohumlar besin maddesi ve yağ olarak kullanılamaz.

Defolyantın pamuk yaprağına olan etkisi Şekil 5.'de gösterilmiştir. A-C çizgisi boyunca hücre parçalanmaları ve kopma seviyeleri arasındaki yakın ilişki gösterilmiştir. Yaprak kopma bölgesinin en dışında bulunan hücreler arasındaki parçalanma sonucu kopmaya başlar. Hücre parçalanmalarından sonra kopma gelir ve bu olay kopma bölgesinin en alt seviyesinde başlar ve yukarı doğru devam eder.



Şekil 5. Pamukta Yaprak Dökme (COLWICK ve WILLIAMSON, 1968)

Yaprakların yaşlanmasına yakın kopma bölgesinde metabolik aktiviteleri hızlanır. Bu aktivite, kopma bölgesindeki hücrelerin yoğunluğunu artırır. Bu katlarda özellikle, hücre duvarındaki pektinler ve selülozlarda enzimlerin aktif sentezi olur. Sonunda bu yolla hücreler zayıflar ve yaprak düşer. Defolyant bu işlemi hızlandırarak, yaprakların daha önce dökülmesini sağlamaktadır.

Mekanik hasadın yapılması için değişik yaprak döktürücü defolyantlar kullanılmaktadır. Genelde kozaların % 60-75'i açtığında uygulamaların yapılmasının uygun olduğu belirtilmektedir. Kozalar, 35-45 gün içinde olgunlaşarak açmaktadır. Elmaların % 60'ı açtığında yapılan bir defolyant uygulamasından 2 hafta sonra % 75-90 oranında, makinalı hasat için çok uygun koza açma oranı sağlanabilmektedir( COLWICK ve WILLIAMSON, 1968; GÖZKAYA, 1978 ).

Defolyantın tek uygulama şeklinde tüm tarlaya yapılması önerilmektedir. Makinalı hasat için uygulamadan min. 1 hafta, max. 2 hafta sonra tarlaya girilebilmektedir. Ayrıca, erken yapılan bir yaprak döktürme uygulaması, bitkinin gelişmesini engellemekte, tarlada ürün kayıplarına neden olmakta ve ürünün kalitesini düşürmektedir (ANONYMOUS,\_\_\_; OĞLAKCI, 1987).

Defolyant uygulaması sırasında 15-32°C arasında sıcaklık, düşük rüzgar hızı, kararlı atmosfer hareketi, iyi gelişmiş ve tarlada üniform bir dağılım gösteren bitki, iyi bir zararlı mücadelesinin yapılması ve diğer kültürel işlemlerin yerine getirilmiş olması gerekmektedir.

Kullanılan defolyantlarla ilgili özellikler Çizelge 10.'da verilmiştir; bir grup defolyant aktif etkili madde olarak sodyum chlorate veya magnezyumlu defolyant grubunu oluşturmaktadır. Kloratlı defolyantların diğer gruplarla karıştırılmaması gerekmektedir. Diğer bir grup defolyant ise organik fosfatlı defolyantlardır (DEF-6, Folex) gibi(ANONYMOUS, 1986). Son yıllarda, DROPP olarak pazarlananüre esaslı (thidiazuron) ve toz yapıda bir defolyant kullanılmaya başlamıştır. Bunlar dekara aktif madde olarak 25 gram uygulanmaktadır. İyi sonuç vermekte olduğu da belirtilmektedir(ANONYMOUS, 1986). Arsenik ve Paraquat'ların (kurutucu) uygulamasında iyi bir hasat organizasyonunun yapılması gereklidir. Çünkü, 2 veya 3 günde hızlı bir etki görülmektedir.

Bazı pamuk üreticileri Accelerate (endothal) veya paraquat türü kurutucular ile bazı klorlu ve fosforlu defolyantları karıştırarak uygulama yapmaktadırlar. Bu tip uygulamaların ise iyi sonuç vermedikleri de ayrıca belirtilmektedir(ANONYMOUS, 1986).

**Çizelge 10. Bazı Defolyant ve Kurutucuların Uygulama Özellikleri  
(ANONYMOUS, 1986)**

| Defolyant adı                                                | Etkili madde (%)'leri  | Uygulanan etkili madde miktarı |                       | Uygulama şekli       |                        |
|--------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|
|                                                              |                        | TOZ (g/da)                     | SIVI (L/da)           | Yerden (L/da)        | Havadan (L/da)         |
| <b>Sodyum chlorate</b> (Yanmayı önleyici madde ile birlikte) | 15.0                   | 2200-2800                      | -                     | Toz Uyg. Susuz       | Toz Uyg. Susuz         |
| <b>Sodyum chlorate</b> (Yanmayı önleyici madde ile birlikte) | 18.5;20.5<br>28.0;29.5 | 23<br>35                       | 1.4 -1.9<br>0.95-1.25 | 9.5-28.5<br>9.5-28.5 | 4.75- 9.5<br>4.75- 9.5 |
| <b>DEF-5</b> (tributilphosphotrioate)                        | 70.5                   | 71                             | 0.15-0.235            | 19.0-28.5            | 4.75- 9.5              |
| <b>FOLEX</b> (Merphos)                                       | 75.0                   | 71                             | 0.175-0.235           | 14.2-23.7            | 4.75-11.4              |
| <b>Arsenik</b> (Kurutucu)                                    | 75.0                   | 140                            | 0.35                  | -                    | -                      |
| <b>Paraquat</b> (Kurutucu)                                   | 42.0                   | 24                             | 0.117-0.235           | -                    | -                      |
| <b>DROPP</b> (thidiazuron)                                   | 50.0                   | 25-40                          | -                     | 10-20                | 5.0                    |

Amerika'da pamuğun makinalı hasadı çok hızlı bir gelişme göstermiştir. 1952'de % 10, 1962'de % 59 ve 1972'de de % 99 oranında pamuğun makinalı hasadı yapılmıştır. Geri kalan % 1'lik pamuk elle hasat edilmektedir. Sovyetler Birliği'nde ise makinalı ve elle hasat yarı yarıya yapılmaktadır. Makinalı hasatın yapılabilmesi için yaprak dökücü veya kurutucu kimyasallar büyük oranda kullanılmaktadır(COLWICK ve ark., 1984). Hasat zamanlaması konusunda araştırmacılar değişik koza açma oranları kullanmıştır. I. el hasadın Arizona şartlarında % 75-90 oranında koza açtığında yapılması ile yüksek ürün elde edileceği belirtilmiştir. Başka bir araştırmacı ise bu oranı % 85 olarak tespit etmiştir. Hasatta, bağıl nemin % 70 oranında olması lifin daha kolay hasat edilmesini sağlamaktadır. Bunun da sabah ve akşam saatlerinde meydana geldiği belirtilmektedir.

Hasadın, defolyantın yaprak dökme etkisi tam olarak görüldükten sonra ve yeni yapraklar çıkmadan önce yapılması gerekmektedir. Defolyant ve kurutucular, normal sıcaklık altında yavaş etki göstermektedir. Bir

kimyasalın yaprak dökme etkisi uygulamadan 7 gün sonra görülmektedir. Defolyant bitkiyi öldürmemekte, yapraklar tekrar büyüebilmektedir. Yapraklar döküldükten sonra hasatın 2 hafta içinde yapılması gerektiği için, günlük hasat kapasitesine göre defolyant veya kurutucu uygulamasının planlaması gerekmektedir.

Kimyasal kurutucu maddelerin de sıkca hasatta kullanıldığı görülmektedir. Pamuk bitkisini öldüren bu kimyasallar yaklaşık 5 gün içinde etkisini göstermektedir. Bunların uygulanmasında tekrar yaprak büyüme problemi görülmemektedir (COLWICK ve ark., 1984; ANONYMOUS, 1986).

McClendou ve arkadaşlarının 1981'de 10 yıllık çalışmaları sonucunda; elmaların % 65-70'nin açtığı zaman yapılan I. el hasatta en yüksek verimi elde ettikleri de belirtilmiştir.

### 1.5. Türkiye'de Defolyant Uygulamaları

Bugün pamuk hasadı birçok ülkede makina ile yapılmaktadır. Özellikle, ABD, İsrail ve Avusturalya'da pamuğun yaklaşık % 100'ü ve Rusya'da % 50'si makina ile hasat edilmektedir. Bazı pamuk üreticisi ülkelerin de, az sayıda pamuk hasat makinası kullanıldığı görülmektedir. (AYDEMİR, 1982).

Türkiye'ye ilk pamuk hasat makinası Antalya'da, bir çiftçi tarafından 1969 yılında getirilmiştir. Bu makina ile hasat edilen pamukta kalite, elle toplamaya göre düşük elde edilmiştir. Daha sonra, 1973 yılında özel firmalar tarafından ABD'den iki farklı tip hasat makinası getirilmiştir. Bunlar, Ege ve Çukurova'da denenmiştir. Bu makinelerin denenmesi amacı ile, pamuk kozalarının % 60 oranında açıldığı dönemde 200 cc/da DEF defolyantı uygulanmıştır. Uygulamadan 48 saat sonra yapraklar dökülmeye başlamıştır. İki ayrı tip makina ile ve elle hasat yapılarak elde edilen verim değerleri karşılaştırılmıştır. Makinalı hasatta, %13-15 oranında dökülme kayıpları ve lif içinde % 10 oranında yabancı madde saptanmıştır. Ege ve Çukurova'da yapılan iki çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir (GÖZKAYA, 1978; AYDEMİR, 1982).

GÖZKAYA (1978), işçi sağlamada karşılaşılan güçlüklerin, pamukta makinalı hasadı getireceğini belirtmiştir. Makinalı hasat ve defolyant uygulamaları ile ilgili bazı çalışmaları incelemiştir. 1972 yılında



Ceyhan ve Tarsus ilçelerinde ve daha önce de Antalya'da, bazı ticari firmaların makinalı pamuk hasadı ile ilgili demonstrasyon çalışmaları yaptıklarını belirtmiştir.

Nazilli Pamuk Araştırma Enstitüsünde, 1975-77 yılları arasında bir defolyant uygulama çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada, kozaların % 60 oranında açtığı dönemde yapılan defolyant uygulamasında en iyi verim alınmıştır. Uygulamadan 8-10 gün sonra yapraklar dökülmüş ve tarla makinalı hasada hazır duruma gelmiştir (AYDEMİR, 1982).

Adana Hacı Ali Pamuk Üretim İstasyonunda, 1982-83 yılları arasında DEF-6 defolyantı ile uygulama yapılmıştır. Sırt pülverizatörü ile 180 cc/da'lık DEF-6 preparatı, su ile karıştırılarak uygulanmıştır. İki pamuk çeşidinde, çiçeklenmeden 60, 75 ve 90 gün sonra üç uygulama yapılmıştır. Çalışma sonucunda Çukurova'da uygun yaprak döktürme zamanının, kozaların % 40-60 oranında açtığı dönemde veya ilk çiçeklenmeden sonraki 75 veya 90'ıncı günde olduğu saptanmıştır (OĞLAKÇI, 1987).

Çukurova'da 1987 yılında makina ve elle hasadın karşılaştırılması amacı ile Balcalı'da çalışmalar yapılmıştır. Makinalı ve elle hasat için, uygun çeşit seçimi, ekim tekniği, defolyant uygulaması, iş başarısı, hasat kayıpları ve pamuğun kalitesi incelenmiştir. Sonuçta, Çukurova 1518 pamuk çeşidi, makinalı hasat için uygun bulunmuştur (SABANCI ve IŞIK, 1987).

Adana Karataş'ta, DEF-6 defolyantı 150-250 cc/da preparat olarak uçakla uygulanmıştır. Hasattan 7-10 gün önce ve kozaların % 50'sinin açıldığı dönemde 5-10 L/da'lık hacimsel uygulama normu ile uygulama yapılmıştır. Uygulamadan 4-7 gün sonra yaprakların % 90'ı dökülmüştür (DELİGÖNÜL, 1988).

SABANCI ve IŞIK (1989), Çukurova'da 1985-88 yılları arasında yaptıkları çalışmada; makinalı ve elle pamuk hasadını ekonomik olarak karşılaştırmışlardır. Makinalı hasat için defolyant kullanmışlardır. Çalışmanın ilk başladığı yıllarda, makinalı hasadın maliyeti elle toplamaya göre 2 kat fazla bulunmuştur. Ancak, 1988'de bu oran 1.4'e düşmüştür. Makinalı ve elle pamuk hasat maliyetlerinin, ileride dengeleneceği ve işçi bulma sorunlarıyla birlikte makinalı hasada zorunlu olarak geçileceği araştırmacılar tarafından belirtilmiştir.

## 1.6. Kalıntı Analiz ölçümleri

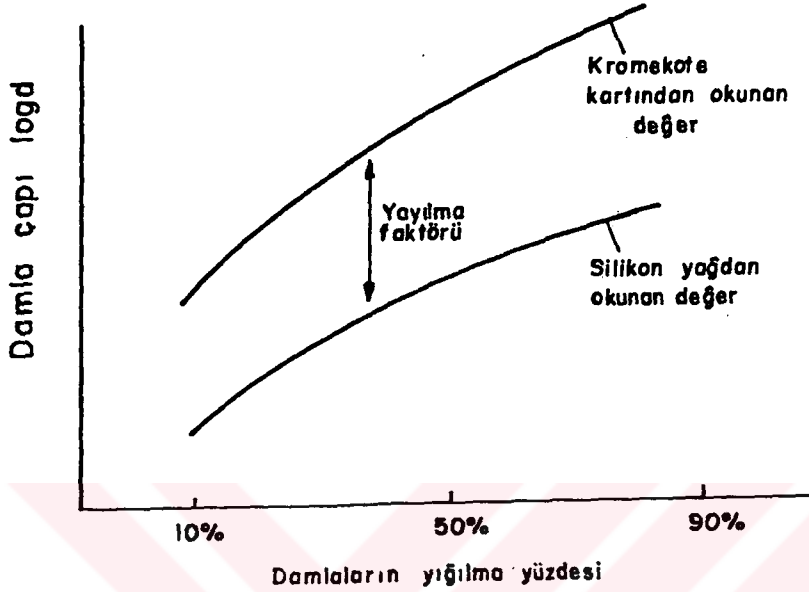
### 1.6.1. Kalıntı Analizi

Tarımsal havacılık uygulamalarında değişik analiz ve ölçüm yöntemleri kullanılmaktadır. Pestisit uygulamalarında bazı önemli özelliklerin nasıl ölçüleceğinin bilinmesi gerekmektedir. Damla sayısının sayılması veya damla çapının ölçülmesi gibi. Ölçülmesi gereken temel özellikler şunlardır(WANNER ,1980 ;DELİGÖNÜL, 1984):

- Damla sayısı dağılım yoğunluğu (adet/cm<sup>2</sup>)
- Kalıntı miktarı (  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ )
- Uygulama hacminin hesaplanması ve belirlenmesi.  
(damla sayısı dağılım yoğunluğu ve damla çapı dikkate alınarak)
- Drift kayıpları (%)
- Buharlaşma oranı ve
- Optimum damla spektrumu ( $\mu\text{m}$ ) vb. dir.

**Yayılma Faktörünün Belirlenmesi:** Geliştirilen yeni metodlarla yayılma faktörü hızlı bir şekilde saptanabilmektedir. Bilgisayar ve görüntü analiz cihazı kullanımı ile damla boyutunun leke alanına bağlı olarak ; su esaslı pestisit, bir meme veya uygun bir atomizör ile kart üzerine ve aynı anda pet kabın içindeki yüksek viskoziteli silikon yağ içine püskürtülmektedir. Damlalar silikon yağda yüzmekte ve küresel şeklini korumaktadır. Damlaların fotoğrafı çekilerek veya doğrudan görüntü analiz cihazında ölçülmektedir. Kartlarda toplanan damlalar da ölçülmekte ve sayısal yığılmalı eğriler iki püskürtme paterni için hesaplanarak çizilmektedir (Şekil 6). İki eğri arasında düşey doğrultudaki fark, her bir damla çapı için yayılma faktörünü vermektedir. Yayılma faktörü, basit iki damla spektrumunun ölçülmesinden hesaplanabilir. Bu amaç için, herhangi bir püskürtme memesi kullanılabilir(WANNER ,1980 ).

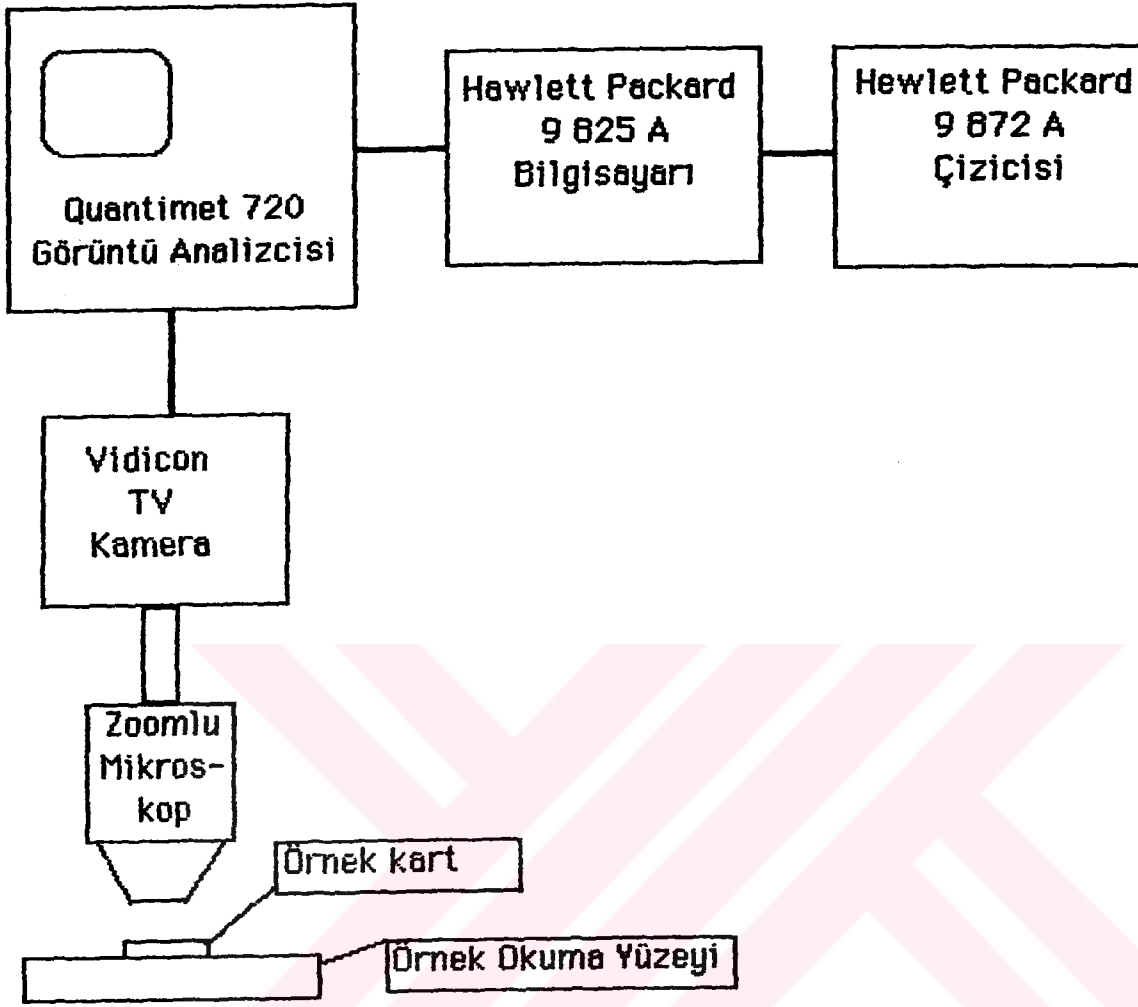




Şekil 6. Yayılma Faktörü, YF'nin Belirlenmesi(WANNER, 1980)

**Görüntü Analiz Cihazı Kullanımı:** Damlaların dağılım özelliklerini resim üzerinden belirleyen bir cihazdır. Bir bilgisayar aracılığı ile veriler alınmaktadır. Elde edilen verilerden damla yoğunluğu (adet/cm<sup>2</sup>), VMD, NMD, MMD, HC (Homojenlik katsayısı) ve diğer parametreler hesaplanmaktadır. Damla dağılım eğrisi ve karakteristik eğriler grafik yazıcısı ile çizilerek hesaplanmaktadır. Veriler, ilaçlamada toplanan kartlar üzerinden alınmaktadır. Pestisit formülasyonuna, % 2 oranında boya maddesi ilave edilerek görünür damla lekeleri elde edilmektedir. Bu amaç için ıslatıldığı zaman mavi renge dönüşen kartlarla da boyasız ilaçlama yapılmaktadır. Floresan renk maddesi içeren formülasyonla yapılan ilaçlama ile bitki yapraklarından direkt olarak ilaçlama paterninin fotoğrafı da alınmaktadır. Mikroskop altındaki püskürtme paterni özel kamera ile ekranda görüntülenmektedir(WANNER, 1980).

Püskürtme paterninin belirlenmesi için, her resim sayısal olarak kaydedilmektedir. Bu sayısal bilgi, eletronik olarak değerlendirilmekte ve



Şekil 7. Quantimet Görüntü Analiz Sistemi (WANNER, 1980)

damlalar çap büyüklüklerine göre ayrılmaktadır. Sınıflama; damlaların yüzey alanları, çevresi veya çaplarına göre yapılmakta ve her sınıftaki damla sayıları sayılmaktadır. Daha çok alan sınıflandırması kullanılmaktadır. Daha sonra, leke alanlarından damla çapları hesaplanmaktadır. Cismin gerçek şekil kriterine uygun olmayan üst üste gelen damlalar yanlış ölçüm yapmamak için değerlendirme dışı bırakılmaktadır.

Her çap sınıfındaki damlaların yazıcı çıkışına taşınması; ara bağlantı ile 20 saniyede olmaktadır. Görüntü analiz cihazı ve bilgisayar standart cihazlardır ve her ikisinde de değişiklik yapılmamıştır. Bilgisayara yüklenen program, hafızanın 3 000 bite'ını kullanmakta ve Basic dilinde 200

deyimle ifade edilmektedir. Verilerin alınması, istatistik analizi ve noktalardan eğrilerin elde edilmesi 30 saniyeden az zamanda gerçekleşmektedir. Şekil 7. 'de sistemin şeması verilmiştir(WANNER, 1980).

Damla dağılımındaki ölçüm hatalarının azaltılması için bir dizi önlem alınmıştır. Birincisi; ölçüm cihazının sayılabilen alanının dışında kalan damlalar nedeniyle ve damla alanları, değerinin altında okunabilmektedir. Bu hata büyük damlalarda olmaktadır. Bundan dolayı büyük damla çap sınıfları sistematik hatadan dolayı ortadan kalkmaktadır. Hatanın önüne geçmek için okuma yapılan alan siyah bir çerçeve içine alınmıştır.

### 1.6.2. Dağılım Düzgünlüğü

Bitkilere uygulanan kimyasallarda, mevcut kullanılan yöntem ve tekniklerle kalıntı dağılım düzgünlüğünün belirlenmesi zor bir işlemdir. yalnız iş genişliği boyunca değil, bitki yüksekliğinde ve yapraklarda, damla sayısı dağılım yoğunluğu (damla/cm<sup>2</sup>) ve kalıntı miktarı (µg/cm<sup>2</sup>) büyük değişiklik göstermektedir.

Özel örnekleme ekipmanları, suni hedefler veya bitki yüzeylerinden püskürtme sıvısı kalıntı miktarları kimyasal kalıntı analizi ile belirlenebilmektedir. Çizelge 11.'de kalıntı ölçüm yöntemleri verilmiştir.

Kimyasal kalıntıların analizinde kolorimetri (renk ölçer) yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. 10 ppm'in altında hassiyette sonuçlar ölçülebilmektedir. Eğer daha fazla hassasiyet gerekirse, fluorometre ile (indirek bir metod) 0,1 ppm veya daha düşük hassasiyette ölçüm yapılabilmektedir. Hedef yüzeylerin yıkanması ile iz maddesi çözeltisi elde edilmektedir. Bu durumda kolorimetrede kullanılan boya çözücü, sudur. Fluorometrede organik çözücü kullanılır. Çözücüde yıkanan miktar, dikkatlice kontrol edilir ve toplayıcı yüzeylerdeki kalıntı, birim alana hacim olarak hesaplanır. Ayrıca, birim alandaki damla sayısı dağılım yoğunluğu (damla sayısı/cm<sup>2</sup>) ölçümleri de yapılır.

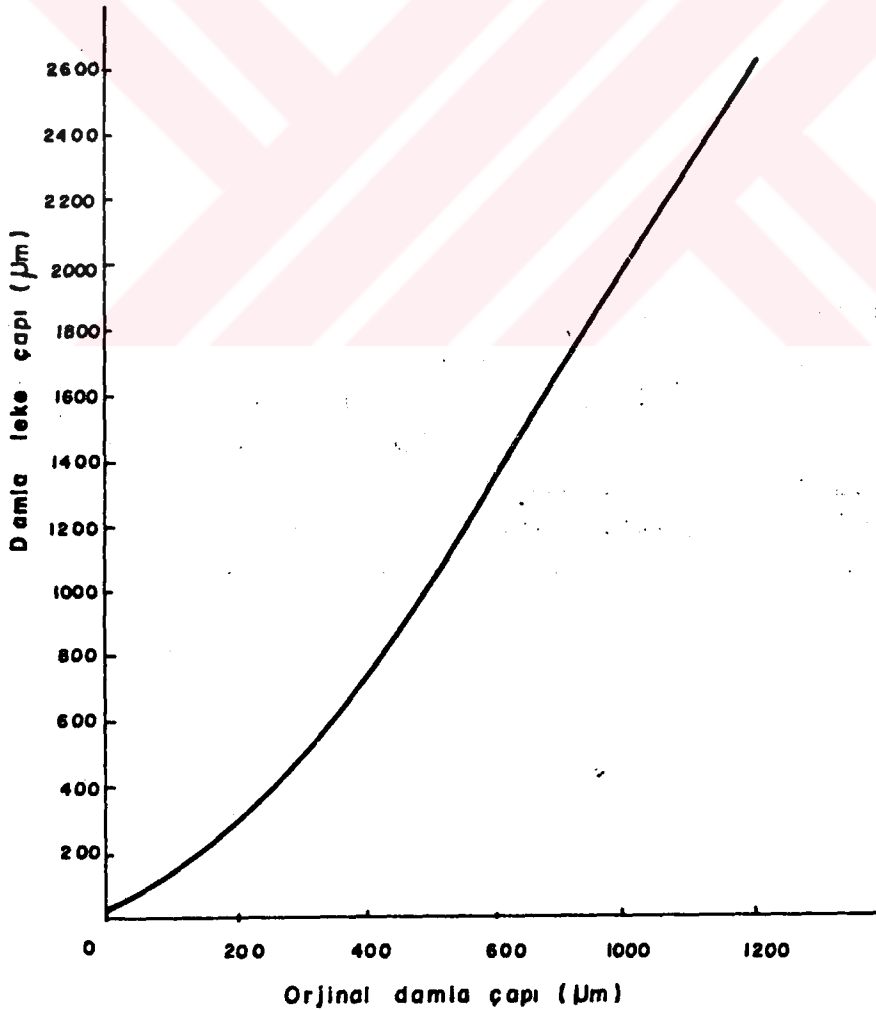
Çizelge 11. Kalıntı Ölçüm Yöntemleri ( QUANTICK, 1985)

| Yöntem                                    | Ölçme   | Ölçüm Aletleri                                  | Materyal |             | Hassasiyet   | Örnek Alma |       |           | AÇIKLAMALAR                                                              |
|-------------------------------------------|---------|-------------------------------------------------|----------|-------------|--------------|------------|-------|-----------|--------------------------------------------------------------------------|
|                                           |         |                                                 | İz Mad.  | Kimys. Mad. |              | Yıkama     | Yakma | Özpaklama |                                                                          |
| Kolorimetrik (Renk)                       | Dolaylı | Kolorimetre Spektrofotometre                    | +        | +           | 10-100 ppm   | +          | -     | -         | Genellikle boyalar ve maddeleri ile otomatik kullanılır.                 |
| Fluorometrik (Işık)                       | Direkt  | Fluorometre (Radyasyon ölçümüne adapte edilmiş) | +        | -           | 1 µg         | -          | -     | -         | Bilgisel materyal ölçümle-ri için uygun.                                 |
|                                           | Dolaylı | Fluorometre                                     | +        | +           | 0.1-10 ppm   | +          | -     | -         | İz maddelerinin belirlen-mesinde kullanılır.                             |
| Emilen çok küçük ışınların ölçülmesi      | Dolaylı | Atomik ışın Spektroskopu                        | +        | -           | 0.01-10 ppm  | +          | -     | +         | Yapay veya bitt hedef ya-seyleri için uygundur                           |
| Sıvı Gaz Kromatografi(GLC)                | Dolaylı | Liquid Gas Cromatograph(GLC)                    | -        | +           | 0.01-1.0 ppm | +          | +     | -         | Kalıntı paketsmelerinde kullanılır. İşlemlerin tamiz yapılması gerektir. |
| Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografi (HPLC) | Dolaylı | High Pressure Liquid Cromatograph (HPLC)        | -        | +           | 0.1-10 ppm   | +          | +     | -         | Başlangıç kalıntı ölçümüne ilişkinmeden çalışılır.                       |
| Nötron aktivite analizleri                | Direkt  | Atom reaktörü kullanılarak                      | +        | -           | 0.001 ppm    | -          | -     | -         | Pestisit uygulamaya prob-lemeleri için deneylerde kullanılır             |
| Enzim analizleri                          | Dolaylı | Spektrofotometre (ışın ölçer)                   | -        | +           | 1 µg         | +          | -     | -         | Suda çözülebilir organik kromatlarla kullanılır.                         |
| Görüntü analizi                           | Direkt  | Mikroskop, Quantimet, Elektron mikroskopu,      | +        | -           | 2 µm         | -          | -     | -         | Otomatik kalıntı analizi yapılır.                                        |

**Dağılım Düzgünlüğü ve Damla Boyutu Ölçüm Yöntemleri :** Bu amaç için aşağıdaki hedef örnekleme yüzeylerinden biri kullanılabilir (DELİGÖNÜL, 1984; QUANTICK, 1985; CIBA-GEIGY, 1991)

- Suya duyarlı kartlar (kağıtlar).
- Cam, metal veya plastik plakalar üzerinde (Üzerleri magnezyum oksit tozu ile kaplanmıştır), damla lekeleri krater şeklinde iz bırakır.
- Yüzeyi silikonla kaplanmış plakalar (damlaların yüzeyle birleşmesini ve yüzeyden savrulmasını önlemek için kullanılır)
- Su ile renk değiştiren özel kağıtlar,
- İçinde damla ile karışmayan yağ bulunan kaplar ve
- Yağ esaslı ilaçlamalarda, yağa duyarlı özel kartlar kullanılır.

Yukarıda belirtilen malzemeler ile orjinal damla çapı ile leke ve krater çapı arasındaki ilişki belirlenir. Örnekleme yüzeyinde elde edilen leke boyutları ile bunlara karşı gelen damla çapı arasındaki ilişki, Şekil 8.'de grafik olarak verilmiştir.



Şekil 8. Leke Boyutu ile Damla Çapı Arasındaki İlişki (QUANTICK, 1985)

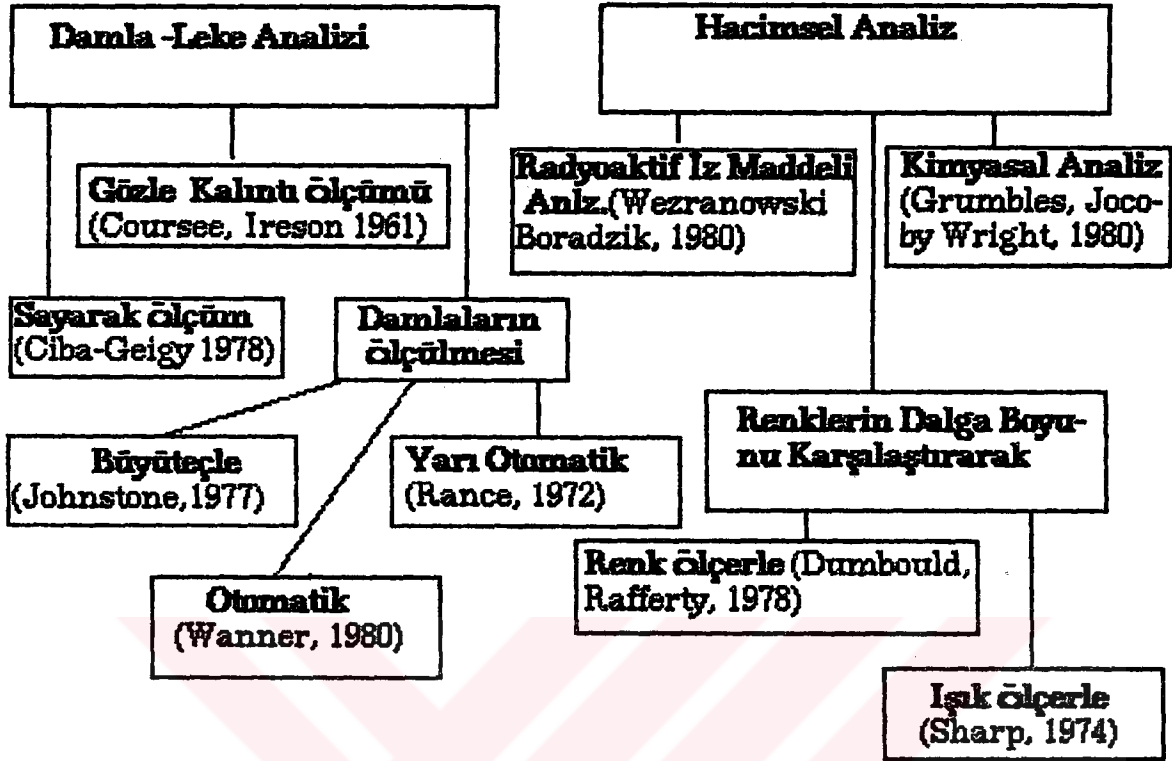
**Dağılım Paterninin Belirlenmesi :** Bitki korumada kullanılan ilaçlar preparat olarak hektara 1 kg veya daha düşük normlarla uygulanmaktadır. İyi yetişmiş bir biktide yaprak alanı indeksi(YAI: bir bitkinin toplam yaprak alanının, bitki iz düşüm alanına oranı) 8 ile 20 arasındadır. 1 kg/ha'lık bir hacimsel uygulama normu ile, YAI'i 10 olan bitkide 1,0  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  'lik bir kalıntı sağlanabilir. Ölçülen kalıntı mikrogram veya daha düşük değerdedir. Ayrıca, pamukta Yaprak Büyüme Oranı(YBO) ise 3,0-3,5 arasındadır. Bu değer, toplam yaprak alanı, toplam tarla alanına oranlanarak elde edilmektedir.

Sıvı ilaç kalıtısı ölçme yöntemleri; damla leke kalıntısı ölçme, renk ölçme (colorimetre) ve ışın ölçme (fluorometre) yöntemlerini içermektedir. Sonuçların analizi için bu ve benzeri yöntemlerden bir veya birkaçı kullanılabilir. Havadan yapılan uygulamada, birbirini izleyen uçuş eksenleri arasındaki uçuş hattı uzaklığı önemlidir. Buna iş genişliği veya dağılım genişliği denmektedir. İş genişliğini en iyi şekilde belirleyebilmek için, bir tek geçişteki kalıntı paterninin analizi yapılır. Kalıntı paterni üzerine yan rüzgarın etkisi; değişik yönlerde birkaç defa yapılan tek geçişlerden elde edilen, kalıntı dağılım paterninin ölçülmesiyle belirlenmektedir. Uçak gövde biçimine bağlı olarak, gövde altında oluşan hava akımı ile yan rüzgar arasındaki ilişki dağılım paterni açısından önemlidir.

Sıvı ilaçlamada kalıntı miktarı birim alandaki hacim ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) veya damla sayısı dağılım yoğunluğu (damla sayısı/ $\text{cm}^2$ ) ile hesaplanabilmektedir. Kalıntılar ya doğal hedefler üzerinde veya yapay yüzeylerde ölçülebilir. UK (1977), un da belirttiği gibi; doğal hedeflerin kullanılması daha uygundur. Ancak, topoğrafyası ve hedefin ölçülerindeki değişimler, damla çaplarını ve hedefte toplanan kalıntı miktarını önemli derecede etkilemektedir.

Uygulamada özellikle, 100  $\mu\text{m}$ 'den daha küçük çaplı damlalar kullanıldığında doğal örnekleme yüzeylerinin kullanılmasının daha doğru olduğu belirtilmektedir. Yapay örnek yüzeyler, büyük çaplı damlalarla yapılan ilaçlamalarda ve hedefin yatay ve büyük olduğu durumlar için daha uygundur. Kalıntı ölçümleri uçağın geçiş yaptığı alanlar üzerinde eşit aralıklarla (1-2 m) örneklenmektedir. Ölçümler, püskürtülen sıvının tamamını örnekleyecek genişlikte alınmaktadır. Bu, Batı Avrupa ülkelerinde kullanılan küçük uçaklarda, iş genişliğinin yaklaşık üç katı kadardır(PARKIN ve WYATT, 1982).

İlaç kalıntısı ölçüm yöntemleri, Şekil 9.'da verilmiştir.



Şekil 9. Kalıntı Ölçüm Yöntemlerinin Sınıflandırılması (PARKIN ve WYATT, 1982).

Damla-leke analizi basittir ve özellikle el büyüteci ile hızlı olarak yapılır. Ayrıca, bir uzmanlık gerektirmez. Sıvı içerisine iz maddesi veya boya maddesi eklenerek ya da püskürtülen sıvıya duyarlı yüzeyler kullanarak damlaların yüzey üzerinde leke olarak görülmesi sağlanır.

İlacın hacim olarak kalıntı miktarı, biyolojik etkinlik ile yakından ilişkilidir. Damla sayılarından elde edilen değer, hacim olarak yeterli sonucu vermez. Damlalar daha küçük olduğunda birim alandaki damla sayısı artar. Küçük damlalar, ilaç kalıntı miktarını artırır .

Büyüteçle damla sayımı ve hacimsel olarak ilaç kalıntı miktarlarının ölçümünden(Renk ölçer) elde edilen sonuçlar karşılaştırılmış ve elde edilen grafikte sonuçlar arasında büyük fark



olmadığı görülmüştür. Ancak, hacimsel kalıntı analiz yöntemleri, damla ölçüm ve sayım yönteminden daha doğru sonuç vermektedir. Çözeltilerin geçirgenliğini ölçmeye dayalı, ışık ve renk ölçer gibi teknikleri kullanma kolaylığı vardır. Her iki teknik de bilgi ve uzmanlık gerektirmektedir.

Hacimsel yöntemlerle çalışmada; uygun konsantrasyonda iz maddeleri (% 0,25 - 1,00 boya maddesi, % 0,01-0,05 ışık yayan iz maddesi) kullanılır. Yalnız, bir uçuş hattı boyunca birden fazla uçuş yapılır. Yöntemin güvenilirliğini artırmak için aynı uçuş hattı boyunca birkaç uçuş yapılması yaygın olarak kullanılmaktadır. Örnek alma yüzeyleri toplanır ve üzerindeki iz maddesi, hacmi bilinen çözücü ile taşınır. Renk ölçerde çözücü olarak su, ışık ölçerde organik çözücü kullanılmaktadır. Çözücü içindeki iz maddesi konsantrasyonu, ışık ölçer ve renklerin dalga boyunu karşılaştıran spektrofotometre ile ölçülür. İz maddesi konsantrasyonu, standart kapta seyreltilerek okumalar yapılır (QUANTICK, 1985).

Örnek yüzeydeki kalıntı miktarı; elde edilen çözelti sıvısı iz maddesi konsantrasyonundan, yıkanan örnekteki konsantrasyondan ve yıkanan örnek yüzey alanından hesaplanır. En çok kullanılan üç yöntem ile ilgili bazı açıklamalar Çizelge 12. 'de verilmiştir.

Örnekleme yüzeyleri üzerindeki damla sayılarının sayılması ve damla çaplarının ölçülmesi için değişik yöntemler vardır. Bunlar:

MgO ile kaplanmış plakalar; 20-200  $\mu\text{m}$  damla çapı ile magnezyum oksit kalıntısındaki krater şeklindeki çap arasında sabit bir ilişkinin olduğu görülmüştür. MgO'li camlar büyük çaplı damlaların ölçümü için (>300  $\mu\text{m}$ ) uygun değildir. Kaolin, büyük çaplı damlaların örnekleme için cam üzerindeki magnezyum okside alternatif olarak kullanılmıştır. Fakat, parçalanmayı azaltmak için damla hızının düşük olması gerekmektedir. Bu teknik, havadan yapılan uygulama örnekleme için daha önce kullanılmış bir yöntemdir (MATTHEWS, 1975 ; 1982).

Tarla çalışmalarında çeşitli örnekleme yüzeyleri kullanılır. Çünkü, magnezyum oksit kalıntıları kolaylıkla bozulabilmektedir. Kromokote kağıdı, fotoğraf kağıdı, filtre kağıdı, teyp bandı (P.T.F.E) ve yaprak şeklinde beyaz parlak melamin, kullanılan uygun yüzeylerdir.

Çizelge 12. Kalıntı Ölçüm Yöntemleri ve Özellikleri(PARKIN ve WYATT, 1982)

| Kullanıcı için özelliği              | El Büyüteci ile Sayım | Kolorimetri ile Renk Ölçme | Fluorometre ile Fluoresislik Ölçme            |
|--------------------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------------------------------|
| Eğitim                               | Gerekli değil         | Konuyla ilgili bilgi       | İyi eğitim ve deneyim                         |
| Çalışma Koşulları                    | Eldivenle dikkatli    | Örnekler kirletilmemeli    | İyi bir temizlik gerekir. Bulaşma olmamalıdır |
| Aletlerin Maliyeti(£)                | 5-30                  | 300-1 000                  | 700-3 000                                     |
| Günlük Çalışma Maliyeti(£/gün)       | 10-20                 | 20-40                      | 40-100                                        |
| Hassasiyet                           | Düşük                 | Orta                       | Yüksek                                        |
| Sonuçların Alınma Hızı (h/ 30 örnek) | 3                     | 1                          | 2                                             |

Tropik bölgelerde parlak güneş ışığında stabil hale gelen croceine scarlet veya su kaynaklı püskürtme sıvısına eklenen nigrosine gibi iz maddeleri ile kağıt yüzey üzerindeki kalıntılar ölçülebilmektedir. Filtre kağıdı üzerindeki damla kalıntıları daha düzensizdir ve küçük damla kalıntıları kolay görülmez. ULV uygulamalarında, küçük çaplı damlaların ölçümünü kolaylaştırmak amacıyla, büyük bir yayılma faktörü elde edilmesi gerekmektedir. Bunun için araştırmalar yapılmaktadır. Yayılma faktörünün, her bir örnekleme yüzeyi ve püskürtme sıvısı için ayrı ayrı belirlenmesi gerekmektedir.

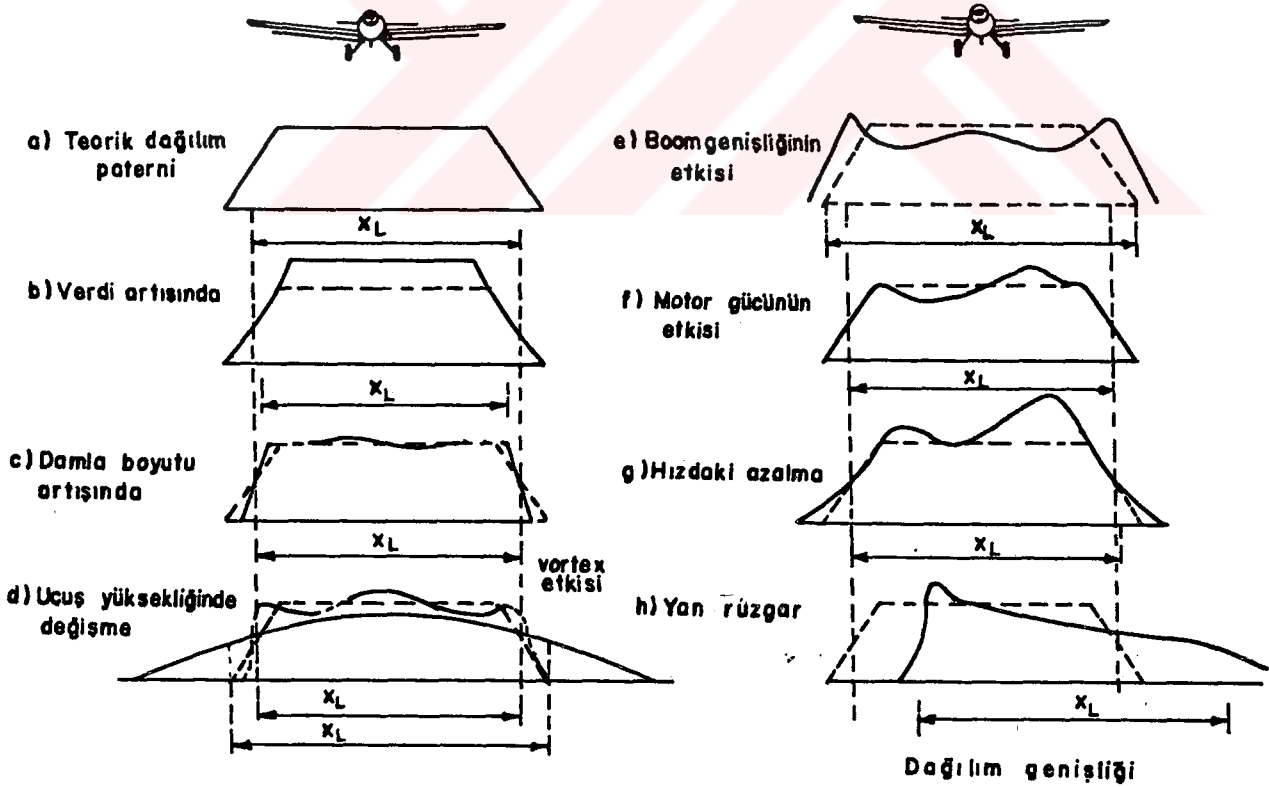
ULV formülasyonu ve bazı çözücülerden damlalar suya ve yağa duyarlı kağıtlar üzerinde siyah lekeler oluştururlar. Bu damlalardan, 40  $\mu\text{m}$ ' den daha küçük olanların ölçümü zorlaşmaktadır. Yağ esaslı ilaçlamalarda, örnek yüzeylerde elde edilen damla lekelerini ölçmek için kullanılan cam yüzeyler; damlaların yayılmasını önlemek amacıyla cam yüzeyler, silikon veya içine % 1 oleophobic madde eklenen alkol ile kaplanmaktadır. Bu koşullarda yayılma faktörü 0.4 dolayındadır( AKESSON ve YATES, 1974; MATTHEWS, 1975).

Su esaslı büyük damlalar için, yağlı bir karışım (1/3 petrol jeli, 2/3 hafif yağ) kullanılmaktadır. Bu karışım, 2 mm derinlikteki sıg bir toplayıcıya konur. Püskürtmeden sonra damlaların buharlaşmasını önlemek için toplayıcı

yüzeyine, ince bir tabaka halinde yağ püskürtülür.

Örnekleme yüzeylerindeki leke çapı, damla çapı ve püskürtme sıvısının fiziksel özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Yayılma faktörünün belirlenmesi için, her iki yüzü magnezyum oksit ile kaplı cam yüzeyler üzerinde damlalar toplanmaktadır. Değişik çaplı damlalar için laboratuvar ve tarla şartlarında örneklemeler yapılmaktadır.  $MgO$ 'le kaplı camların yayılma faktörünün saptanması ile, diğer yüzeyler üzerindeki yayılma faktörü de hesaplanabilmektedir. Alternatif olarak damla çapları, cam kap içindeki yağ veya vazelin yüzeyleri ile de toplanarak saptanabilmektedir.

Havadan yapılan ilaçlama uygulamalarında, dağılım bir çok faktörün etkisi altında kalmaktadır. Şekil 10. a.'da teorik olarak elde edilecek kahntı dağılımı verilmiştir. Ancak, uygulamada Şekil 10. b;c;d;e;f;g ve h şekillerinde görüldüğü gibi, birçok faktör ayrı ayrı veya birlikte dağılım düzgünlüğüne etki etmektedir. Bunlar; verdi, damla çapı, uçuş yüksekliği, püskürtme çubuğu(boom) boyu ve yerleşimi, uçak motor gücü, uçak hızı ve yan rüzgarın etkisi olarak sayabiliriz. Sayılan bu faktörlerin değişimi ile tarla yüzeyindeki dağılımın şekli de değişmektedir (QUANTICK, 1985).



Şekil 10. Tarım Uçaklarıyla Uygulamada Bazı Faktörlerin Dağılım Paternine Olan Etkileri (QUANTICK, 1985).

### 1.7. Çalışmanın Amacı

Ülkemizde yaklaşık 700 bin ha gibi geniş bir alanda tarımı yapılan pamuğun tamamı, insan eli ile toplanmaktadır. Ancak, son yıllarda sanayileşmeye yönelik uğraşlar gittikçe artmaktadır. Tarım kesiminde ve özellikle pamuk toplama işinde çalışan işçiler, pamuk üretim bölgeleri dışından getirilmektedir. Gelen işçilerin düzensiz çalıştırılması ve pamuk işletmelerinin farklılığı, pamuğun el ile toplanmasını güçleştirmektedir. Bu durum özellikle, büyük işletmelerde pamuk hasadının makina ile yapılma isteğini artırmaktadır. Makina ve elle pamuk hasadında, toplanmanın temiz yapılabilmesi ve hasat etkinliğinin artırılabilmesi için, pamuk yapraklarının uygun bir zamanda döktürülmesi gerekmektedir. Uygulamada kimyasallar kullanarak yaprak döktürme oldukça yaygındır. Yaprak döktürmede kullanılacak kimyasalların seçimi, uygulama normu, uygulama zamanı ve uygulamanın yapılış şeklinin belirlenmesi de önemli bir konudur.

Çukurova'da pamuk toplama işçilerinin yaklaşık % 25'i bölge içinden, % 75'lik bölümü de çevre illerden ve özellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesinden sağlanmaktadır (IŞIK ve SABANCI, 1986).

GAP bölgesinin sulu tarıma açılması ile, bölgede yoğun tarımsal üretim de beraberinde gelecektir. Bölgedeki işgücü talebi doğal olarak artacaktır. Buradan sağlanan insan işgücü akışının da eski oranda gerçekleşemeyeceği tahmin edilmektedir. Çünkü, bölgede de büyük bir insan işgücü gereksinimi ortaya çıkacaktır.

Çukurova bölgesinde pamuk hasadında kullanılan işgücünün büyük kısmı bu bölgeden gelmektedir. Bu nedenle ileride pamuk hasadında sorunlarla karşılaşılacağı beklenen bir durumdur.

İleriki yıllarda pamuk hasadında oluşacak problemleri çözmek için yeniliklere yönelmek gerekmektedir. Bunun için de modern tarım tekniklerinin kullanılması çözüm olarak görülmektedir. Bunların başında makinayla veya elle pamuk hasadının daha kolay hale getirilmesi gelir. Temiz, kaliteli ve bol ürünün, kısa zaman periyodları içinde hasat edilmesi için defolyant uygulaması bir alternatif olarak görülmektedir.

Defolyant uygulamasına makinalı hasatta zorunlu olarak başvurulmaktadır. Kozaların eş zamanlı olarak açması, ancak bu uygulama ile mümkün olmaktadır. Yaprakların dökülmesi ile hasat edilen pamuk içindeki yabancı madde miktarı azaltılmakta, kalite yükseltilmekte ve hasat daha erken bir zamana alınmaktadır.

Defolyant uygulamalarının, hasat döneminde bitkiye zarar vermemesi için yüksek çatılı traktör veya tarım uçaklarıyla yapılması gerekmektedir. Pamuk bitkisinin oldukça fazla gelişmiş olması nedeniyle yer araçlarıyla çalışmada ezilme ve dökülmeler meydana gelmektedir. Bu durumda defolyant uygulamasının yapılacağı dönemde tarım uçaklarının kullanımının daha uygun olduğu görülmektedir. Bu konu da dikkate alınarak; bu çalışmada, tarım uçaklarıyla defolyant uygulaması araştırma konusu olarak seçilmiştir.

İleride ekonomik ve sosyal nedenlerden dolayı makinalı pamuk hasadına geçiş ve bununla birlikte gündeme gelecek olan defolyant uygulamasının tarım uçaklarıyla yapılmasına yönelik bu araştırmanın şimdiden yapılması yararlı olacaktır.

Araştırmada Çukurova'da 189 bin ha alanda tarımı yapılan ve GAP alanlarında da yaklaşık 600 bin ha alanda tarımı yapılması planlanan pamuk bitkisinde makinalı hasatla birlikte defolyant uygulamasına geçileceği düşünülürse; bu kadar büyük alanda zamanında uygulamanın yapılabilmesi ancak, tarım uçaklarıyla mümkün olabilecektir.

İnsan emeğinin az ve işgücünün pahalı olduğu Avrupa ülkelerinde, Amerika ve diğer bazı ülkelerde pamuk hasadı oldukça yaygın olarak makina ile yapılmaktadır. Türkiye'de de, GAP nedeni ile önümüzdeki yıllarda işgücü temini pahalı ve zor olacaktır. Bu durumda, şüphesiz her alanda mekanizasyona geçilmesi insanlar için daha temiz ve rahat çalışma ortamlarının oluşturulmasını sağlayacaktır. Makinalı hasat için büyük alanlarda defolyant uygulamasının kısa zamanda ve etkili bir şekilde yapılması ancak tarım uçaklarıyla gerçekleştirilebilecektir. Yukarıda önemini belirttiğimiz tarım uçaklarıyla pamukta defolyant uygulaması, önem kazanacak bir uygulama alanı olarak görülmektedir.

Araştırmada, tarım uçaklarıyla defolyant uygulamalarında; uygulama parametrelerinin, uygulama zamanının ve meteorolojik koşulların etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Değerlendirmelerde, fluorometrik ve fiziksel analiz yöntemleri kullanılarak dağılım genişliği içinde bitki ve sehpalar üzerindeki defolyant kalıntı miktarı ve damla sayısı dağılım yoğunluğunun saptanması amaçlanmıştır ve dağılım paternleri belirlenmiştir. Ayrıca, uçakla defolyant uygulamalarının yararları saptanmış ve iş verimi hesaplanmıştır.



## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

WALHOOD and ADDICOLT (1968), pamuk bitkisinin yetiştirme tekniği, hasadı ve hasadda kullanılan çeşitli kimyasallarla ilgili uygulamaları incelemişlerdir. Defolyant uygulamalarından sonra, 7-14 gün içinde yaprak dökülmesinin tamamlandığı belirtilmektedir. Defolyantlar çeşitlerine göre 48-72 saat içinde etkisini göstermektedir.

COLWICK and WILLIAMSON (1968), yaptıkları çalışmada hasat için kullanılan kimyasalların yer ve hava araçlarıyla uygulandığını; bu kimyasalların gaz, sıvı ve toz şeklinde olabildiklerini belirtmişlerdir. Uygulamalarda bitki yüksekliği, tarlanın durumu, hava şartları, uygulama zamanı (hasat veya yetiştirme sezonu) ve hasat makinasının özelliğinin defolyant uygulamasının yapılış şeklini ve ekipmanını etkilediğini ifade etmişlerdir. Parçalı alanlarda ve bitkinin alt kısmı veya belirli bölgelerine uygulama yapılacaksa yer aletlerini önermişlerdir. Bitki boyu 40 cm den küçük ise yine yer aletlerinin kullanılması, uçakla 3,8-11,4 L/da, yer aletleri ile 2,8-28,4 L/da'lık hacimsel uygulama normunun kullanıldığını ve uçakla yapılan uygulamalarda daha düşük etki elde etmenin nedenini hacimsel uygulama normuna vermişlerdir.

ANONYMOUS (1970), Arizona pamuklarında defolyant ve kurutucu karıştırılarak uçakla uygulama yapılmıştır. Uçak iş genişliği boyunca 400 m uzunluğundaki sıralarda uygulama örnekleri alınmıştır. Deneme alanı olarak 146 da'lık pamuk alanı kullanılmıştır. Dekara 165 ml defolyant etkili maddesi ile toplam 9,5 L/da'lık hacimsel uygulama normu kullanılmıştır. Çalışmada dört değişik karışım hazırlanmıştır :

1. Karışım, yalnız defolyant su karışımı (kurutucusuz)
2. Karışım, 1 L defolyant su karışımı içine 1,2 g kurutucu
3. Karışım, 1 L defolyant su karışımı içine 2,4 g kurutucu ve
4. Karışım, 1 L defolyant su karışımı içine 4,8 g kurutucu

Bu karışımlar kullanılarak dört değişik uygulama sonuçları incelenmiştir:

Uygulamadan 3 gün sonra 1. ve 2. karışımla yapılan denemeler arasında küçük farklılıklar gözlenmiştir. Buna karşın 6. günün sonunda bütün uygulamalar arasında önemli farklılıklar izlenmiştir. 2. karışımda % 8; 3. karışımda % 18 ve 4. karışımda da % 20 oranında daha fazla yaprak döküldüğü saptanmıştır. Yalnız defolyantın kullanıldığı 1. karışım ile 2. ve 3. karışımlar arasında önemli derecede farklar görülmüştür. Hasada 9

Ekim'de başlanmıştır. defolyanta kurutucu eklenmesinin etkisi açıkça görülmüştür. 1. ve 2. karışımla yapılan uygulamalarda , toplanan pamuk içindeki bitki yeşil aksamı önemli oranda bulunmuştur. IHC pamuk toplama makinası ile hasat yapılmış ve pamuk içindeki sap, yaprak ve yabancı madde, tarlanın her yerinde önemli derecede saptanmıştır.

MATTHEWS (1975), değişik örnekleme yüzeylerinde damla sayılması ve damla çaplarının ölçülmesi üzerine kullanılan değişik yöntemleri incelemiştir. MgO yüzeyinde elde edilen 20-200  $\mu$ m damla çapı ile magnezyum oksit yüzeyindeki krater çapının arasında sabit bir ilişkinin olduğunu belirtmiştir. Sudaki veya test edilen diğer sıvılardaki damlaların çapları, krater çapının 0,86 katı kadar olarak bulunmuştur. MgO camları büyük çaplı damlaların ölçümü için (>300  $\mu$ m) her zaman uygun değildir. Kaolin, büyük çaplı damlaların örnekleme için cam üzerindeki magnezyum okside alternatif olarak kullanılmıştır. Fakat, parçalanmayı azaltmak için damla hızının düşük olması gerekmektedir. Bu teknik, havadan yapılan uygulama örnekleme için de kullanılmıştır.

Ayrıca, tarladaki yoğun örnekleme çalışmalarında alternatif yüzeyler de kullanılmaktadır. Çünkü magnezyum oksit kalıntıları kolaylıkla bozulabilmektedir. Kromekote kağıdı, camla kaplanabilir fotoğraf kağıdı, filtre kağıdı, teyp band şeridi(P.T.F.E) ve yaprak şeklinde beyaz parlak melamin bu amaç için uygun yüzeyler olarak belirtilmiştir. Filtre kağıdı üzerindeki damla kalıntıları daha düzensizdir ve küçük damla kalıntıları kolaylıkla görülmez. Waxoline red, yağ esaslı ilaçlamalarda kullanılan iz maddelerinden birisidir. Hedef dışı alanlarda lekeye sebep olan bu iz maddelerinin yerine, suya duyarlı kartlar kullanılarak hedef dışı yüzeylerin, iz maddeleri ile kirlenmesi önlenmektedir.

Yayılma faktörünün, her yüzey ve kullanılan her sıvı için belirlenmesi gerekmektedir. ULV formülasyonu ve bazı çözücülerdeki damlalar suya duyarlı kağıtlar üzerinde siyah lekeler oluşturmaktadır. Fakat kağıt üzerindeki 40  $\mu$ m den daha küçük çaplı damlaların ölçümünün zor olduğu belirtilmiştir . Uniform çaplı damlalar, bir microburette , bir döner disk veya bir döner top kullanarak elde edilebilir. Uniform damlalar üretmek için hareket eden iğne veya çubuk da kullanılmaktadır .

DIPENAAR (1976), pamuk kozalarının % 22 ve % 38 oranında açtığı zaman yapılan yaprak döktürme uygulamasında sırası ile verimler 128 ve 196 kg/da olarak elde etmiştir. Kontrol parselinde ise 162 kg/da kütlü pamuk verimi alınmıştır. Yaprak döktürme ile pamuğun yetiştirme süresinin iki hafta kadar kısalacağını saptamıştır.



KURDIKERI ve KORADDI (1976), kozaların % 60 ve % 80 oranında açtığı iki farklı zamanda yapmış oldukları yaprak döktürme uygulamalarında, yaprak döktürmenin kütü pamuk verimini önemli derecede etkilemediğini görmüşlerdir. Belirli oranda, uygulamaların koza olgunlaşma oranını artırdığını da belirtmişlerdir.

NAWABY (1976), damla sayımı ile ilgili yaptığı çalışmada; 20 L/h'lik püskürtme kapasiteli bir memenin örneklenmesi için 7,62 cm çaplı yağ banyolu asetat kullanmıştır. Çalışma sırasında memenin yağ banyolu asetat üzerinden geçişi 3 saniyede tamamlanmıştır. Örnekler çok dikkatli bir şekilde damlaların küre şekli korunarak alınıp taşınmıştır. Tepegözle 0,44 m<sup>2</sup>'lik kağıt üzerine yansıtılarak işaretlenmiş ve sayılmıştır. Örnekler 0,35 kg/cm<sup>2</sup>- 4,20 kg/cm<sup>2</sup> arasında 6 değişik çalışma basıncında ve 10-90 cm'de 7 değişik meme yüksekliğinde çalışma sonucunda elde edilmiştir. Örnek yüzeylerde sayılan damla sayıları 2000-6000 arasında elde edilmiştir.

YATES ve ark., (1976), püskürtme düzenlerinin drift üzerine etkileri çalışmalarında; havadan yapılan uygulamalarda hedef dışına taşınma ve hava etkisiyle sürüklenmenin pestisit uygulamalarında önemli bir problem olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, drift üzerinde çeşitli kuruluşlar yaptıkları çalışmalarda; uygulama teknolojileri ve ilaç formülasyonlarının geliştirilmesi ile driftin azaltılması üzerine çalışmaların yapıldığını belirtmişlerdir.

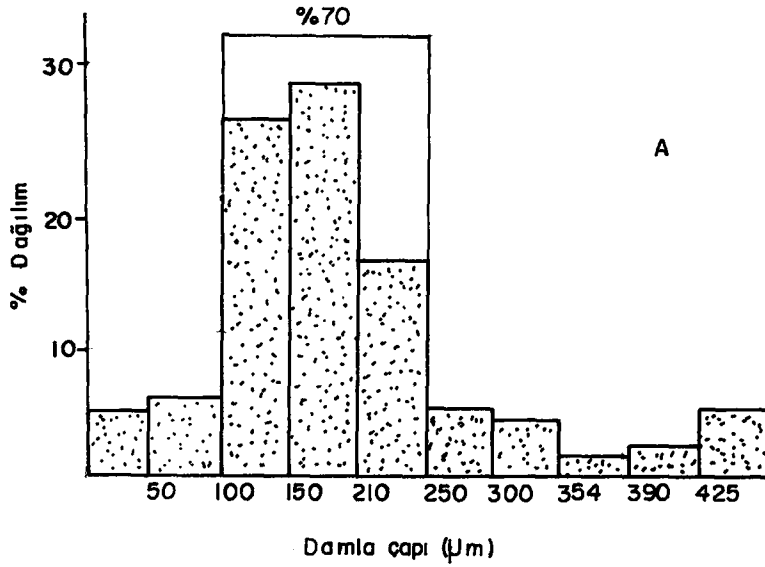
Hidrolik memelerle yapılan uygulamalarda daha geniş çaplı damla spektrumu elde edilmektedir. Büyük damla çapı ile uygulama, drifti bir ölçüde azaltmaktadır. Drifti azaltmanın bir yolu da püskürtülen sıvının fiziksel özelliklerini değiştiren düzenlemelerdir. Bazı fiziksel özellikler temel püskürtme yöntemlerini etkilemektedir. Bu nedenle üretilen küçük çaplı damlaların (<100 µm) sayısı azalabilir. Bazı kimyasal düzenlemeler ve ilacın formülasyonuna katılan katkı maddelerinin; sıvının viskozitesini, yüzey gerilimini ve viskoelastik özelliklerini etkilediğini ortaya çıkarmışlardır. Bununla birlikte değişik tarla koşullarında drifti önlemek veya azaltmak için düzenlemeler yapmışlardır.

Araştırmacılar, birçok araştırmacının da ilaç formülasyonuna ilave ettikleri kimyasallarla yoğunluğu artırarak laboratuvar ve tarla çalışmaları yaptıklarını da bildirmişlerdir.

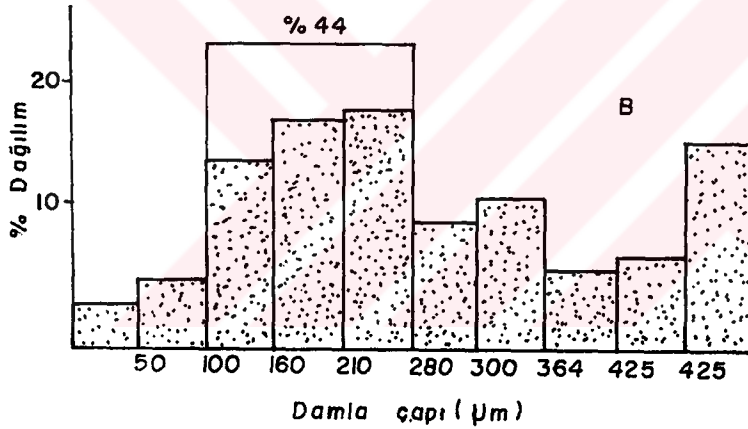
JOHNSTONE (1977), iki ilaçlama zamanında ve iki iz maddesini karıştırarak yürüttüğü araştırmada, tarla çalışmalarını simule etmiştir. Uygulamalar sabahın geç (T<sub>1</sub>) ve orta saatlerinde (T<sub>2</sub>) üç ilaçlama sistemi (A, B, C) ile yapılmıştır. Sonuçta pamuk bitkisinde yaprak, dal ve tarla yüzeyinde kalıntı miktarını, kolorimetrik yöntem ile analiz etmiştir. Örnek yüzeylerdeki waxolene red ve waxolene blue iz maddeleri gaz yağı ile yıkanarak örnek çözeltileri elde edilmiştir. Uygulamalar sonucunda dağılım varyasyon katsayısı % 15 bulunmuştur. Farklı zamanlarda yapılan T<sub>1</sub> ve T<sub>2</sub> uygulamalarında meteorolojik koşulların oldukça farklı olduğu saptanmıştır. Sabah geç saatlerde yapılan T<sub>1</sub> uygulamasında önemli sıcak hava türbülansı ve kararsız hava koşulları oluşmaktadır. Sabahın ortalarında yapılan T<sub>2</sub> uygulamasında ise daha yumuşak hava hareketlerinin olduğu gözlenmiştir. A yöntemi ile T<sub>1</sub> zamanında yapılan uygulamada ortalama % 62, T<sub>2</sub> zamanında yapılan uygulamada ise % 93 oranında kalıntı miktarı ölçülmüştür. B yöntemi ile T<sub>1</sub> zamanında en küçük çaplı damlalar elde edilmiş ve % 24 gibi düşük bir kaplama oranı ve yüksek drift olduğu saptanmıştır. C yöntemi ile T<sub>2</sub> zamanında yapılan uygulamada ise % 88 oranında yüksek kaplama oranı elde edilmiştir. Toplam püskürtülen ilacın kaplama oranı; yaprak, dal ve tarla yüzeyinde tutulan ilaç miktarı ve driftle kaybolan ilaç miktarı olarak belirtilmiştir.

McCRACKEN (1980), ULV uygulamalarında, zararlılarla savaşta etkinliğinin artırılması üzerinde bir araştırma yapmıştır. 2 L'da uygulama normu ile atomizör ve klasik meme kullanılarak 1,5-2,7 m yükseklikten uçakla uygulama yapılmıştır. Döner atomizörle yapılan uygulamada dar damla spektrumu elde edilmiştir. 100-260 µm çaptaki damlaların uygulama hacminin % 70'ini oluşturduğu ölçülmüştür. D8-45 standard klasik memeler ile yapılan uygulamada ise 100-160 µm çaptaki damlaların uygulama hacminin % 44'ü kadar olduğu tespit edilmiştir. Bunları dikkate alarak özellikle atomizörle yapılan düşük hacimli uygulamalarda iyi bir kaplama ve biyolojik etkinlik elde edildiği araştırmacı tarafından belirtilmiştir (Şekil 11.). Ayrıca, düşük drift ve buharlaşma, dar damla spektrumu ve yaprak altı yüzeylerde daha iyi kaplama elde edilmiştir.

PARKIN ve ark., (1980), Ciba-Geigy Tarımsal Havacılık Araştırma Birimi AARU'deki çalışmalarında; uçak uçuş koşullarını simule eden rüzgar tüneli kullanarak atomizörlerde damla spektrumu ölçümünü yapmışlardır. Yüksek hava hızları, özel damla örnekleme ekipmanlarında büyük zorluklara neden olmuştur.



Atomizörle uygulama : (2L/da)

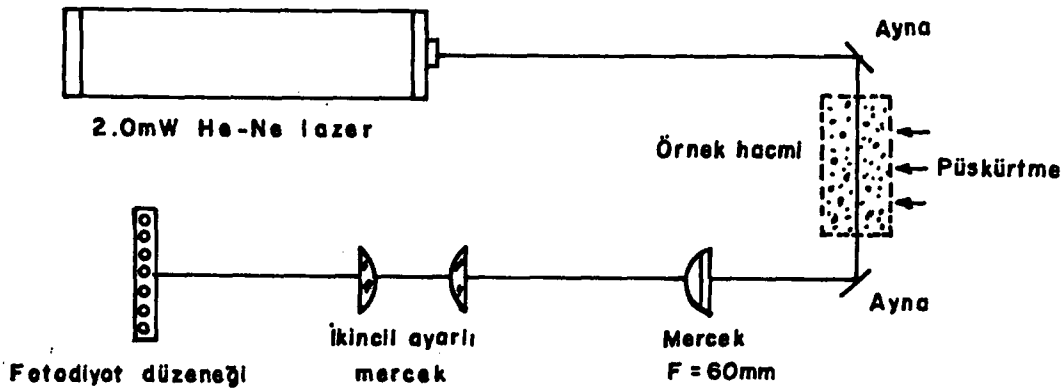
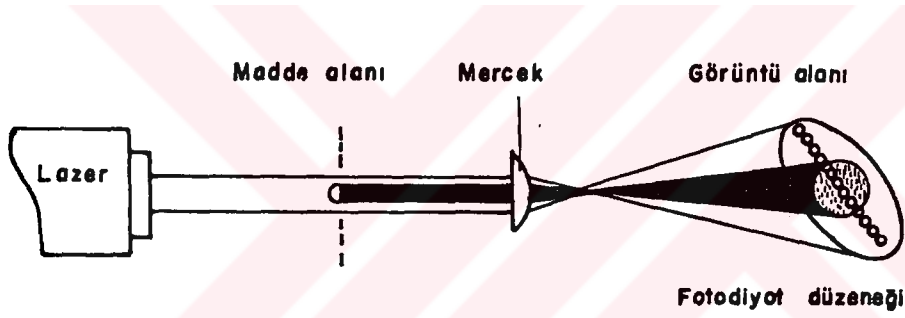
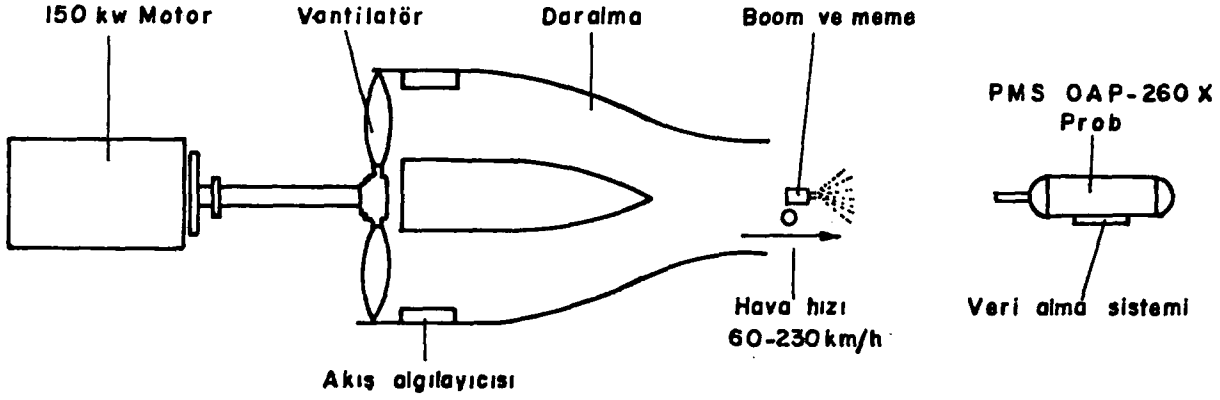


Klasik D8-45 memesi ile uygulama (2L/da)

Şekil 11. Döner Atomizör ve Klasik Memede Damla Spektrumu Değişimi (McCRACKEN, 1980)

Rüzgar tüneli, 150 kW güçlü 5,3 litrelik Chevrolet benzin motorlu bir açık tüneldir (Şekil 12. ). Tünelde hava akımı , dört palli vantilatör ile taşınmakta. Hava hızı 60-230 km/h ve hüzme çıkış alanı 600 mm<sup>2</sup>'dir Püskürtme memesi çıkışa yerleştirilmiştir. Optik düzenli spektrometre kullanarak rüzgarla aynı yönde örnekleme yapılabilmektedir.

Yapılan çalışmada klasik ve döner atomizör memelerin hava akımı içerisindeki damla spektrumu incelenmiştir. İki memede de 1,8 L/min



Şekil 12. Rüzgar Tünelinde Damla Spektrumu Ölçümü  
(PARKIN ve ark., 1980)

verdi ve 2,5 bar basınçta 167 km/h hava hızında ölçümler yapılmıştır. Yapılan çalışmada aşağıdaki sonuçları elde etmişlerdir:

1- Her iki memede de geriye doğru yönlendirildiğinde en büyük (kaba) damla spektrumu elde edilmiştir.

2- Yelpaze hüzmeli memelerle en geniş damla spektrumu elde edilmiştir. İçi boş konik hüzmeye hem ince, hem de çok kaba spektrum elde etmişlerdir.

3- Uçuş doğrultusuna göre içi boş konik hüzmeye 45° ve yelpaze hüzmeli memede 90°'de en ince damla spektrumu oluştuğunu saptamışlardır.

PARKIN ve SPILLMAN (1980), nın çalışmalarında; yan rüzgarla hedef dışına taşınan ilaç miktarını düşürmek için, Piper Pawnee uçağının her iki kanat ucuna yatay olarak bağlanan ve küçük kanatçık olarak adlandırılan 3 küçük kanat düzenini incelemişlerdir. Kullanılan küçük kanatların(sailer), % 40'a kadar hedef dışı ilaçlamayı önlediği saptanmıştır. Daha iyi bir gelişme sağlanması için her bir kanat ucuna 5 kanatçık düzeni kullanımıyla yeni araştırmaların yapılması da elde edilen bu sonuçlardan sonra planlanmıştır.

WANNER (1980), tarımsal havacılık uygulamalarında ölçüm yöntemleri konusunu araştırmıştır. Pestisit uygulamalarında belirlenmesi gereken önemli özelliklerin nasıl ölçüleceğinin bilinmesi gerekmektedir. Damla sayısının sayılması veya damla çapının ölçülmesi gibi. Araştırmacı bunların belirlenmesinde gerekli olan değerlerin nasıl elde edilmesi gerektiğini açıklamıştır. Damlaların örnek yüzeydeki yayılma faktörünün belirlenmesi ve görüntü analizlerinin yapılmasını incelemiştir. Damlaların dağılım özelliklerini resim üzerinde belirleyen bir bilgisayar destekli sistemle yapılmıştır. Elde edilen verilerden damla sayısı dağılım yoğunluğu (adet/cm<sup>2</sup>), hacimsel ortalama çap(VMD), sayısal ortalama çap (NMD), kütesel ortalama çap(MMD), homojenlik katsayısı(HC) ve diğer parametreler hesaplanabilmektedir. Damla dağılım eğrisi ve karakteristik eğriler, grafik yazıcısı ile çizilerek hesaplanmaktadır. Veriler, ilaçlamada toplanan kartlar üzerinden alınmaktadır. Pestisit formülasyonuna önceden % 2 boya maddesi ilave edilerek görünür damla lekeleri elde edilmektedir. Bu amaç için ıslatıldığı zaman mavi renge dönüşen kartlarla da boyasız ilaçlama yapılmakta veya floresan renk maddesi içeren formülasyonla

yapılan ilaçlama ile bitki yapraklarından direkt olarak ilaçlama paterninin fotoğrafı da alınmaktadır. Mikroskop altındaki püskürtme paterni, kamera ile ekranda görüntülenmektedir. Verilerin alınması, istatistiki analiz ve noktalardan eğrilerin elde edilmesi 30 saniyeden az zamanda gerçekleştirilmektedir.

ZEMP (1980), atomizörlerin çalışma performansı ve püskürtme karakteristiklerinin belirlenmesi; meteorolojik koşulların ve atomizör yerleşiminin VMD'ye, damla yoğunluğuna, damla spektrumuna ve iş genişliğindeki kalıntı dağılımına olan etkilerinin hidrolik memelerden farklı olan yönlerini araştırmıştır. Çalışmada kullanılan uçaklar (Pilatus Porter, Cessna Ag Truck, Piper Brave, Thrush Commander); devir, verdi, basınç, uçuş hızı ve yüksekliği gibi verileri ölçen ve kaydeden ekipmanlarla donatılmıştır.

VMD'nin belirlenmesi için; iş genişliği içinde uçuş doğrultusuna dik 25 noktadan damla örnekleme yapılmıştır. Örnekler, 1 m ara ile yerleştirilen kromekote kağıtları (200x200 mm) ile alınmıştır. Kağıtlar üzerinden damla leke çapları ölçülüp, VMD hesaplanmıştır.

Diğer parametelerin hesaplanması için çalışma alanında 7-8 uçuş yapılmıştır. Üç iş genişliğinde, üç sırada örnekleme yapılmıştır. Örnekleme yüzeyleri 3-5 m ara ile uçuş doğrultusuna yerleştirilmiştir. Örnekleme kağıtları (26 x 76 mm) bitkiden 200 mm yüksekliğe yatay konumda ve sabit olarak 10-15 adet yerleştirilmiştir. Farklı yükseklikteki bitki yaprakları üzerine penetrasyonu saptamak için örnekleme kartları yerleştirilmiştir. Damlalar el büyüteci ile veya görüntü analiz cihazı (Quantimet) ile ölçülüp sayılmıştır. İlaç kalıntı miktarı fotometrik tip sayısal yöntemle ölçülmüştür. Değerlendirmeler iş genişliği içinde, 10-15 noktadan alınan örneklerle yapılmıştır. Damla sayısı dağılım yoğunluğu, ilaç kalıntı miktarı ve dağılım düzgünlüğü değerleri hesaplanmıştır.

Dört atomizör ve 46 adet SS 9508 yelpaze hüzmeli meme ile, iki uçak için 100 L/min'lik verdi veya 20 L/ha'lık hacimsel uygulama normu için kalibrasyon yapılmıştır. Çalışmada, VMD 260  $\mu$ m'ye ayarlanmıştır. 20 m işgenişliği ve 2-3 m uçuş yüksekliğinde uygulama yapılmış ve sonuçta, Çizelge 13.'deki değerler bulunmuştur.



Çizelge 13. Klasik ve Atomizör Sistemlerde Damla Yoğunluğu ve % CV Varyasyon Katsayıları (ZEMP , 1980)

| Damla Sayısı Dağılım Yoğunluğu (adet/cm <sup>2</sup> ) |             | Varyasyon katsayısı (% CV) |             |
|--------------------------------------------------------|-------------|----------------------------|-------------|
| Atomizör                                               | Klasik Meme | Atomizör                   | Klasik Meme |
| 48                                                     | 45          | 33                         | 16          |
| 51                                                     | 44          | 43                         | 35          |
| 53                                                     | 53          | 39                         | 27          |

Atomizör = 4 atomizör, 55° pal açısı, 280 mm pal çapı

Klasik meme = 46 adet SS 9508 meme, 135° konum açısı

CARLTON ve ark., (1981), soya yaprakları üzerindeki ilaç kalıntı miktarını ölçmek için, Turner-111 Model fluorometre ve "blue orange" fluoressan iz maddesini kullanmışlardır. Ölçümler için yaprak yüzeyleri kullanılmıştır. Sonuçta yaprak üzerinde % 0-20 oranında değişen kaplama oranları ölçülmüştür.

Çalışma, soyada havadan uçak ile D8-46 meme takımı ile fungusit ilaçlamasında yapılmıştır. Fluorometrenin kalibrasyonu için, soya yaprakları üzerine çapı bilinen bir tek damla damlatılmıştır. Fluorometrede örnek değişik konumlarda hareket ettirilerek okumalar yapılmıştır. Okumanın yapılacağı alan boyutu 1x2 cm<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir. Fluorometre kapağı, bu ölçülerde okuma yapacak şekilde ayarlanmış ve okumalar 2 cm<sup>2</sup>'lik yaprak alanlarında yapılmıştır. Uygulama yapılmayan yapraklar kontrol olarak kullanılmış ve sıfırlama yapılmıştır. Yapraklar, güneşte 5 saat boyunca tutulup, her 15 dakikada bir okuma yapılmıştır. Fluoresan iz maddesinin güneş ışığı altında özelliğini koruduğu ve okunan değerlerde farklılık olmadığı görülmüştür. Yaprak örnekleri, bitkiden tesadüfi olarak üst, orta ve alt kısımlardan alınmıştır. Her yaprağın üst ve alt yüzeyinden toplam 1440 örnek alınmıştır.

Yaprak üzerindeki fluoressan iz maddesinin okuması fluorometrede yapılmıştır. Sonra, fluorometre kapağı çıkarılıp, özel fotoğraflama

düzenine yerleştirilmiştir. Örnek yüzeylerdeki iz maddesinin görülebilmesi için, uzun dalga boylu lambalar kullanılmıştır. Yayılan fluorişıl ışınının geçişini sağlamak için 35 mm'lik objektif önüne, 23 A nolu fluorometre ışık filtresi yerleştirilerek, fotoğraf çekimi yapılmıştır.

Çekilen fotoğrafların negatifleri, elektronik görüntü analiz cihazında analiz edilerek, iz maddesi kaplama oranları belirlenmiştir. Yaprak yüzeyindeki kaplama oranları bağlı ve fluorometre okumaları arasında lineer bir ilişki olduğu saptanmıştır. Bu ilişkinin derecesini belirleyen Regrasyon katsayısı R ise 0.97 olarak hesaplanmıştır. Bu ilişki kullanılmak suretiyle kaplama oranı aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilecek duruma getirilmiştir.

$$A_s = 0,31.F_1 \dots\dots\dots(1)$$

Burada;

$A_s$ = Yüzey kaplama oranı(%) ve

$F_1$ = Fluorometrede okunan değerdir.

Araştırmacılar bu metodun her bitkide kullanılabileceğini belirtmişlerdir. En büyük problem taşıma ve ölçümler sırasında oluşabilecek bulaşmalar olarak belirtilmiştir. Kapsama oranı ile fluorometre okumaları arasındaki ilişki yüksek bulunmuştur.

PARKIN ve WYATT (1982), yaptıkları çalışmalarında sıvı ilaç kalıntısı ölçme yöntemlerini incelemişlerdir. Bunlardan en çok kullanılanlar; damla leke kalıntısı ölçümü, kolorimetre ile renk ölçümü ve fluorometre ile fluorişillik ölçümü olarak belirtilmiştir. Havadan yapılan uygulamaları, en iyi şekilde belirleyebilmek için, bir tek geçişteki kalıntı paterninin analizi yapılmaktadır.

Uygulamada özellikle, 100 µm çapından daha küçük damlalar kullanıldığında doğal örnekleme yüzeylerinin kullanılmasının iyi sonuç verdiğini belirtmişlerdir. Yapay örnek yüzeylerin, büyük çaplı damlalarla yapılan ilaçlamalarda ve hedefin yatay ve büyük olduğu durumlar için daha uygun olduğunu açıklamışlardır. Kalıntı ölçümleri, dağılım genişliği içinde eşit aralıklarla (1 m veya 2 m) örneklenmektedir. Ölçümler

püskürtülen sıvının tamamını örnekleyecek dağılım genişliğinde yapılmıştır. Araştırmacılar, özellikle herbisit uygulamalarında ilaç kalıntı miktarını belirlemede fluorometreyi kullanmışlardır. Örnek yüzeylerden boya maddesinin yıkanmasıyla örnekleme çözeltilerini hazırlamışlar. Püskürtme memesi, damla spektrumu, verdi ve iş genişliği değerlerini dikkate alarak belirlemişlerdir.

ARNOLD (1983), aynı fabrika tarafından üretilen memelerin damla spektrumları arasındaki değişimin önemli olmadığını belirtmiştir. Üretici firmalarda, püskürtme memeleri ile ilgili uygulamaların aynı olmadığını; bir memede püskürtme hüzmeye açısı azalırken, sabit basınçta verdinin değişmediğini ve VMD çapında da artış olduğunu açıklamıştır. Yel pazenin dış kısmındaki damlaların merkeze göre daha büyük olduğunu saptamıştır.

110, 80 ve 65 derece yelpaze hüzmeli memelerin damla spektrumunu belirlemek için, 5-45 cm düşüş yüksekliğinde, laser ışıklı sistem ile damla çap ölçümleri yapılmıştır. Hacimsel ortalama çap (VMD), düşüş yüksekliği 30 cm'den büyük olduğunda artmıştır. Ayrıca, damla spektrumu içindeki küçük damlaların oranı, yükseklik 20 cm'den daha büyük olduğunda, yüksekliğe bağlı olarak artmış ve hüzmeye açısının artışı ile VMD çapı küçülmüştür.

COLWICK ve ark., (1984), Amerika'da pamuğun makinalı hasadının çok hızlı bir gelişme gösterdiğini belirtmişlerdir. 1952'de % 10, 1962'de % 59 ve 1972'de de % 99 oranında pamuğun makinalı hasadının yapıldığını bildirmişlerdir. Geriye kalan % 1'lik pamuğun elle hasat edildiği ve Sovyetler Birliği'nde makinalı ve elle hasadın yarı yarıya yapıldığını belirtmişlerdir. Makinalı hasat için yaprak dökücü veya kurutucu kimyasallar büyük oranda kullanılmıştır.

Hasat zamanlaması konusunda araştırmacılar değişik açma oranları kullanmıştır. Makina ile I. toplamanın, Arizona şartlarında % 75-90 koza açma oranında yapılması ile yüksek ürün elde edileceği belirtilmiştir. Başka bir araştırmacı ise bu oranı % 85 olarak saptanmıştır. Makinalı hasatta, bağıl nemin % 70 oranında olması ile lif daha kolay çekilip alınabilmekte ve bu koşulun da sabah ve akşam saatlerinde meydana geldiği belirtilmektedir.

Hasadın, defolyantın yaprak dökme etkisi tam olarak görüldükten sonra ve yeni yapraklar çıkmadan önce yapılması önerilmiştir. Defolyant ve kurutucular, normal sıcaklıkların altında yavaş etki göstermişlerdir. Bir kimyasalın yaprak dökme etkisi uygulamadan 7 gün sonra görülmektedir. Defolyant bitkiyi öldürmemekte ve yeni yapraklar tekrar çıkmaktadır. Yapraklar döküldükten sonra hasatın 2 hafta içinde yapılması gerekmektedir. Bu nedenle günlük hasat kapasitesine göre defolyant veya kurutucu uygulaması yapılması gerekmektedir.

Kimyasal kurutucu maddelerin de hasatta sık kullanıldığı görülmektedir. Pamuk bitkisini öldüren bu kimyasallar yaklaşık 5 gün içinde etkisini göstermektedir. Bunların uygulanmasında tekrar yaprak büyüme problemi görülmemiştir.

Araştırmacıların bildirdiğine göre, McClendou ve arkadaşları 1981'de yaptıkları çalışmalarında, elmaların % 65-70'nin açtığı zaman yapılan I. makinalı hasadın en yüksek verimi verdiğini, 10 yıllık çalışma sonunda bulduklarını belirtmişlerdir.

DELİGÖNÜL (1984), pamuk ekilişlerinde uçakla sulandırılmış ilaçlamaya ilişkin optimum uygulama koşullarının saptanması üzerinde yaptığı araştırmada; Piper Super Cub PA-18 A/150 tip tarım uçağı ile çalışmıştır. Araştırmada sulandırılmış ilaç yerine su ve flüorüsil iz maddesi kullanarak 3, 4 ve 5 L/da'lık hacimsel normlarla uygulama yapmıştır. Yaprak alanlarındaki büyümeye bağlı olarak uygulamalarda, D6-45; D8-45 ve D12-45 meme takımları ile 10.8; 11.4 ve 10.0 adet damla/cm<sup>2</sup> damla sayısı dağılım yoğunlukları elde edilmiştir.

Kalıntı dağılımını saptamak için fluorometrik çözümleme yöntemini, iz maddesi olarak disodyum fluorescein ve fluorometrik ölçümler için, Turner Model 111-000 filtreli fluorometre kullanılmıştır.

Kalıntı dağılımı için örnekleme yüzeyleri olarak pamuk yaprakları ve sehpa üzerine yerleştirilen kromekote kartları, damla dağılımının belirlenmesi için de Ciba-Geigy'nin suya duyarlı kartları kullanılmıştır.

Sonuçta, 5 L/da'lık uygulama yerine 3 veya 4 L/da'lık hacimsel uygulama normları ile yeterli kalıntı dağılım düzgünlüklerinin elde edildiği saptanmıştır. Bitkide, derinlemesine kalıntı miktarı; üst yapraklarda % 50, orta yapraklarda % 30 ve alt yapraklarda da % 20 olarak saptanmıştır. Üç uygulamada hesaplanan hacimsel orta çaplar(VMD) ise sırası ile, D6-45 nolu memede 190  $\mu\text{m}$ ; D8-45 nolu memede 197  $\mu\text{m}$  ve D12-45 nolu memede 202  $\mu\text{m}$  olarak elde edilmiştir.

LAKE ve DIX (1985), PMS optik alan okuyucu sistemi ile damla çap ölçümü üzerine bir araştırma yapmışlardır. Deneme ile ilgili özellikler aşağıda özetlenmiştir.

Çalışmalarında % 10, 50 ve 90 gibi üç değişik hacimsel yağılmalı damla çap yüzdelerinde; memenin laser ışınından 150, 200 ve 250 mm'lik üç farklı yükseklikte püskürtme yapılmıştır. 100  $\mu\text{m}$ 'nin altındaki damlaların toplam hacim içindeki payı yüksekliğin azalması ile artmıştır. Ancak, yüksekliğin VMD çapına istatistiki olarak önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür. 5, 15, 25 ve 35 °C püskürtme sıvısı sıcaklığında yapılan uygulamalarda da önemli bir fark oluşmamıştır. Aynı şekilde hareket düzeninin hızının da 10, 15 ve 50 mm/s olması durumunda damla spektrumu ve VMD çapının değişimi önemsiz bulunmuştur.

QUANTICK (1985), dağılım düzgünlüğü ve damla boyutu ölçüm yöntemlerini incelemiştir. Bitkilere uygulanan kimyasalların, kullanılan yöntem ve tekniklerle kalıntı dağılım düzgünlüğünün belirlenmesi zor bir işlem olduğunu, yalnız iş genişliğinde değil, bitki yüksekliğinde ve yapraklarda da damla yoğunluğu (damla/cm<sup>2</sup>) ve kalıntı miktarı ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) büyük değişiklik göstermektedir. Bitkinin özel bölgelerinde de değişik kalıntılar elde edilebilmektedir.

Özel örnekleme ekipmanlarından, suni hedeflerden veya bitkinin kendi yüzeyinden kimyasalların belirlenmesi ve ölçülmesinde, kimyasal kalıntı analizi ile püskürtme sıvısının kalıntı miktarı kolaylıkla ve pratik olarak belirlenebilmektedir .

Bitki korumada kullanılan bazı ilaçlar hektara 1 kg veya daha düşük hacimsel normlarda uygulanmaktadır. 1 kg/ha'lık bir uygulama normu ile bir bitkide 1  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  'lik bir kalıntı sağlanabildiğini, ölçülen kalıntı miktarının mikrogram veya daha düşük değerlerde olabildiğini belirtmiştir.



ANONYMOUS (1986), pamuk yapraklarının dökütürülmesi, yaprak dökürmenin mekanik hasada olan etkisi ve bunların uygulanmasına yönelik konular incelenmiştir. Mekanik hasadın yapılması için değişik yaprak dökürücü defolyantların kullanıldığı belirtilmiştir. Kozaların % 60-75'i açtığı zaman defolyant uygulamalarının yapılmasının uygun olduğu belirtilmiştir. Elmalar 35-45 gün içinde olgunlaşarak açmaktadır. Elmaların % 60'ı açtığında yapılan bir defolyant uygulamasından 2 hafta sonra % 75-90 oranında, makinalı hasat için uygun koza açma oranı sağlanabilmektedir. Uygulamaların, havadan uçaklarla 3,8 - 11,3 L/da ve yerden pülverizatörlerle 4,7-24,8 L/da'lık hacimsel normlarla yapıldığı açıklanmıştır.

Bazı defolyantlar, etkili madde olarak sodyum chlorate veya magnezyumlu defolyant grubunu oluşturmaktadır. Chloratlı defolyantların diğer defolyantlarla karşılaştırılmaması gerektiği belirtilmiştir. Bazı defolyantlar da organik fosfatlıdır (DEF, Folex) gibi. Son yıllarda ise DROPP olarak pazarlanan, üre esaslı (thidiazuron) toz formülasyonlu defolyantlar kullanılmaktadır. Bunlar dekara preparat olarak 25-40 gram uygulanmaktadır. İyi sonuç verdiği de belirtilmiştir. Arsenik ve Paraquat (kurutucu)'ların uygulamasında, hasat organizasyonunun iyi yapılması gerekmektedir. Çünkü, 2 veya 3 günde hızlı bir etki görülmektedir.

COOKE ve ark., (1986), alternatif ilaçlama teknikleri üzerine yaptıkları çalışmada; klasik hidrolik memeler, döner kafesli atomizörler, döner diskli memeler, elektrostatik hidrolik memeler ve elektrodinamik püskürtme sistemleri üzerinde araştırmalarını yapmışlardır. Kalıntı analizinde, spektrofotometre ve Malvern 2200 ölçüm cihazı kullanmışlardır. Püskürtme sıvısı içine analiz yapmak için 10 g/da floresan iz maddesi ve 10 g/da Uvitex OB boya maddesi katarak karışım hazırlanmıştır. Çalışmalar sonucunda elde edilen sonuçlar Çizelge 14.'de özetlenmiştir. Döner kafesli atomizörlerde damla spektrumu orta düzeyde, döner diskli ve elektrodinamik sistemlerde ise ince damla spektrumu elde edilmiştir. En düşük varyasyon katsayısı (% CV) hidrolik memelerde elde edilmiştir. Döner kafesli atomizör, döner diskli meme ve elektrodinamik memelerde zayıf penetrasyon ve iyi bir yüzeyel dağılım düzgünlüğü elde edilmiştir.



Çizelge 14. Hidrolik, Döner Diskli ve Atomizör Memelerde Yüklü ve Yüksüz İlaçlamada Uygulama Özellikleri(COOKE ve ark., 1986)

| Kullanılan Memeler      | Damla Çapı VMD (µm) | VMD NMD = (HC) | 50 µm'den küçük damla hacmi oranı(%) | 350 µm'den büyük damla hacmi oranı(%) |
|-------------------------|---------------------|----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| F 110-015 (Kemetal)*    | 141                 | 9.4            | 11                                   | 4.0                                   |
| F 110-03 (Kemetal)*     | 181                 | 9.4            | 8                                    | 12.0                                  |
| 80 067 (Yüksüz)*        | 134                 | 5.1            | 9                                    | 0.8                                   |
| 80 067 (Yüklü)*         | 139                 | 4.1            | 7                                    | 0.5                                   |
| 80 01 (Yüksüz)*         | 159                 | 5.1            | 6                                    | 3.0                                   |
| 80 01 (Yüklü)*          | 158                 | 4.1            | 5                                    | 2.0                                   |
| 80 03 (Yüksüz)*         | 205                 | 7.0            | 5                                    | 16.0                                  |
| 80 03 (Yüklü)*          | 208                 | 7.0            | 5                                    | 16.0                                  |
| Döner Kafesli 90 L/ha** | 142                 | 3.0            | 5                                    | 0.2                                   |
| Döner Kafesli 40 L/ha** | 152                 | 3.0            | 4                                    | 0.3                                   |
| Elektrodinamik 2 L/ha   | 75                  | 1.0            | -                                    | 0.0                                   |
| Döner Diskli 40 L/ha    | 180                 | 2.0            | -                                    | 0.0                                   |
| Döner Diskli 10 L/ha    | 93                  | 2.1            | -                                    | 0.0                                   |

\* = 300 kPa; \*\* = 3 000 rpm

İŞİK ve SABANCI (1986), Çukurova bölgesinde yaptıkları anket çalışmasında pamuk mekanizasyonunda özellikle, hasadında önemli problemler olduğunu ortaya koymuşlardır. İşçi temini ve toplamının zamanında ve istenen şekilde yapılması ve hasadın gecikmesi ile yağışlara kalma riski ortaya çıkmaktadır. Hasat döneminde karşılaşılan sorunların gelecekte GAP projesinin devreye girmesiyle daha çok artacağı dikkate alındığında, hasatta mekanizasyon sorunlarının çözümüne yönelik çalışmaların büyük önem taşıyacağını belirtmişlerdir.

RICHARDSON ve ark., (1986) ilaç dağılımının belirlenmesi üzerinde çalışmışlardır. Bir memeden veya küçük püskürtme çubuklarından elde edilen dağılım paterninin değerlendirilmesini yapmışlardır. Bu amaç için bir dağılım paternatörü ve dağılım genişliği içinde, püskürtülen sıvının toplandığı tüpleri kullanmışlardır. Toplanan püskürtme sıvısı miktarı, mikrobilgisayara bağlı bir terazide ölçülerek kaydedilmiştir. Aynı özellikteki 7 memede, iş genişliğinde elde edilen dağılımda, % 3,27'den % 9,15'e kadar değişimler olduğunu saptamışlardır.

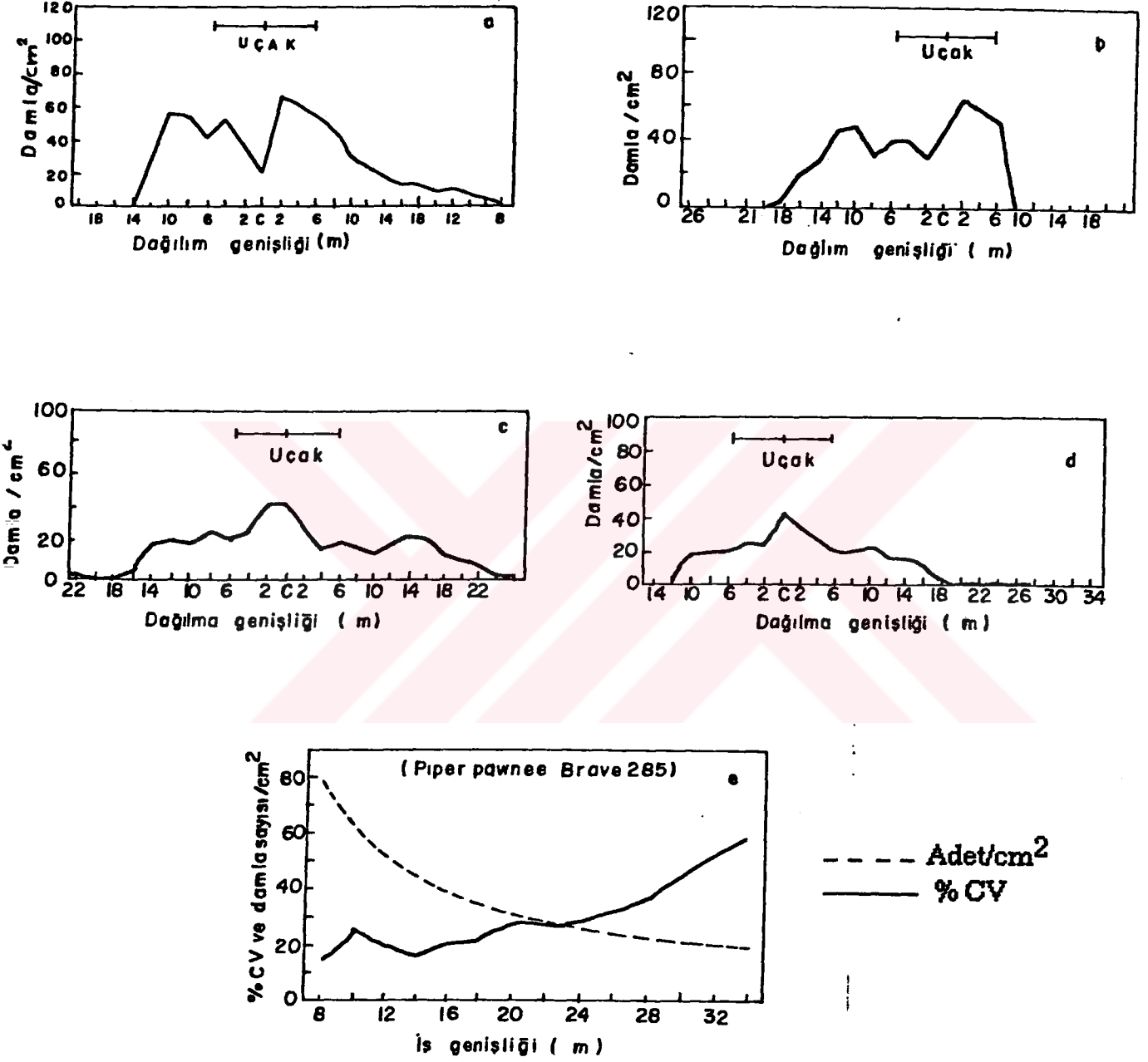
WOODS (1986), tarım uçaklarında farklı püskürtme sistemlerinde çalışma verimliliği ile ilgili olarak ticari uygulamaların kalibrasyonu üzerine bir araştırma yapmıştır. Uçaklarla yapılan uygulamalarda dağılım paternine birçok faktörün etkili olduğunu belirtmiştir. Uçağın airodinamik yapısının etkisi, meteorolojik koşullar, bitki, hedef yüzey, ilaç formülasyonu, damla çapı ve uçağın geometrik yapısı, çalışma hızı ve uygulama yüksekliğinin dağılıma etkili olduğunu belirtmiştir.

Çalışmada suya duyarlı kağıt ve düz plakalar örnekleme yüzeyi olarak kullanılmış ve yerden 0,4 m yüksekliğe yerleştirilmiştir. Uçuşlar genellikle rüzgara dik doğrultuda yapılmıştır. Çalışmalar sırasında bazı parametreler sabit alınmıştır (verdi ve hava hızı gibi). Çalışma sırasında, yöredeki rüzgar yönü ve hızı, sıcaklık ve bağıl nem verileri kaydedilmiştir. Elde edilen değerler, Canon AS 100 mikrobilgisayarı ile kaydedilmiş ve değerlendirilmiştir. Dağılım eğrileri bir programla çizilip, optimum iş genişliği hesaplanmıştır. Sonuçlar 5 grafik ile Şekil 13.'de, a;b;c;d ve e'de gösterilmiştir. Kullanılan ekipmanların özellikleri ve çalışma koşulları Çizelge 15. ve 16.'da verilmiştir.

Çizelge 15. Uçak Püskürtme Sistemleri ve Uygulama Koşulları  
(WOODS, 1986)

| Şe-<br>kil<br>No | Kullanılan<br>Uçak Tipi         | Püskürtme<br>Sistemi         | Püskürtme<br>Sistemi<br>Ayarları                  | Boom Üzerinde Yerleşimi<br>(m)*  |    |    |                                  |    |    |
|------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------|----|----|----------------------------------|----|----|
|                  |                                 |                              |                                                   | Sağ Taraf                        |    |    | Sol Taraf                        |    |    |
|                  |                                 |                              |                                                   | c1                               | b1 | a1 | a2                               | b2 | c2 |
| 13<br>(a)        | Piper PA 36-400                 | AU- 3 000<br>4 Üniteli       | Pal Açısı: 45°<br>VRU No: 13                      | a1= 3.50<br>b1= 1.32             |    |    | a2= 1.28<br>b2= 3.45             |    |    |
| 13<br>(b)        | Piper PA 36-400<br>Pawnee Brave | AU- 3 000<br>6 Üniteli       | Pal Açısı: 45°<br>VRU No : 13                     | a1= 3.45<br>b1= 2.14<br>c1= 0.85 |    |    | a2= 0.88<br>b2= 2.18<br>c2= 3.48 |    |    |
| 13<br>(c)        | Piper PA 36-400<br>Pawnee Brave | AU- 3 000<br>6 Üniteli       | Pal Açısı: 55°<br>VRU: 11,13,13<br>No: - 11,13,11 | a1= 3.45<br>b1= 2.14<br>c1= 0.99 |    |    | a2= 0.88<br>b2= 2.18<br>c2= 3.48 |    |    |
| 13<br>(d)        | Piper PA 36-285<br>Pawnee Brave | 6515 Düz<br>Yelpaze<br>Hüzme | Meme Konum<br>Açısı: 180°                         | 14 meme<br>30 cm<br>aralıklarla  |    |    | 14 meme<br>30 cm<br>aralıklarla  |    |    |

VRU=Verdi ayar ünitesi ayar konumu \*: Uzaklıklar uçak eksenine göre



Şekil 13 . Yapılan Bir Çalışmada Kullanılan Dört Tarım Uçağındaki Dağılım Paternleri(WOODS , 1986)

Çizelge 16. Uygulama Parametreleri (WOODS , 1986)

| Şekil No | Çalışma Basıncı (kPa) | Uçuş Hızı (mph) | Uçuş Yüksekliği (m) | Rüzgar Yönü* | Rüzgar hızı (m/s) | Uyg. Normu (L/ha) | İş Genişliği (m) |
|----------|-----------------------|-----------------|---------------------|--------------|-------------------|-------------------|------------------|
| 13a      | 310                   | 100             | 2.5                 | 30°          | 0.5               | 28                | 18               |
| 13b      | 241                   | 98              | 2.5                 | 330°         | 0.5               | 28                | 18               |
| 13c      | 241                   | 98              | 3.0                 | 90°          | 0.5               | 28                | 18               |
| 13d      | 138                   | 83              | 2.0                 | 90°          | 0.5               | 19                | 18               |

\*:Uçuş doğrultusuna göre (°)

ZEREN ve BAYAT (1986), laboratuvar şartlarında yaptıkları çalışmada, 4 değişik memede elektrostatik yüklü ve yüksüz durumlarda, etkili madde dağılımını BSF (Brillant Sulpho Flavin) iz maddesi kullanarak fluorometrik yöntemle incelemişlerdir. Konik hüzmeli meme, yarıklı meme, döner diskli meme ve elektrodyn memelerle çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda, etkili madde dağılımı açısından en başarılı sonuç elektrodyn meme ile yapılan uygulamadan elde edilmiştir. Elektrodyn memede, sadece özel formülasyonlu ilaçların püskürtülmesi nedeni ile sulu çözeltiler püskürtülememektedir. Bundan dolayı, daha geniş kullanım alanı olan döner diskli memeler, büyük alanlarda ve sulandırılmış ilaç uygulamaları için diğer memelere göre daha uygun olarak saptanmıştır.

BAYAT ve ZEREN (1987), tarafından yapılan bir araştırmada, yer aletleriyle yapılan pamuk ilaçlamasında statik elektrik yüklenerek ilaç kayıpları azaltılmaya çalışılmıştır. Bu amaçla konik, yelpaze hüzmeli, yarıklı ve döner diskli memeler kullanılmıştır. İndiksiyon yüklemeye birlikte düşey yönde hava akımı da kullanılarak penetrasyon artırılmıştır. İlaçlamada gerçek ilaç yerine BSF (Brillant Sulpho Flavin) iz maddesi kullanılmış ve bitkiden alınan örnekler üzerindeki iz maddesinin tayini için fluorometrik yöntemden yararlanılmıştır. Çalışmalarında, döner diskli meme ile yapılan, elektrostatik olarak yüklenmiş sıvı ilaçlamada, yüksüz duruma göre % 42,08 oranında daha fazla ilacın yaprak yüzeyinde tutunduğunu saptamışlardır.

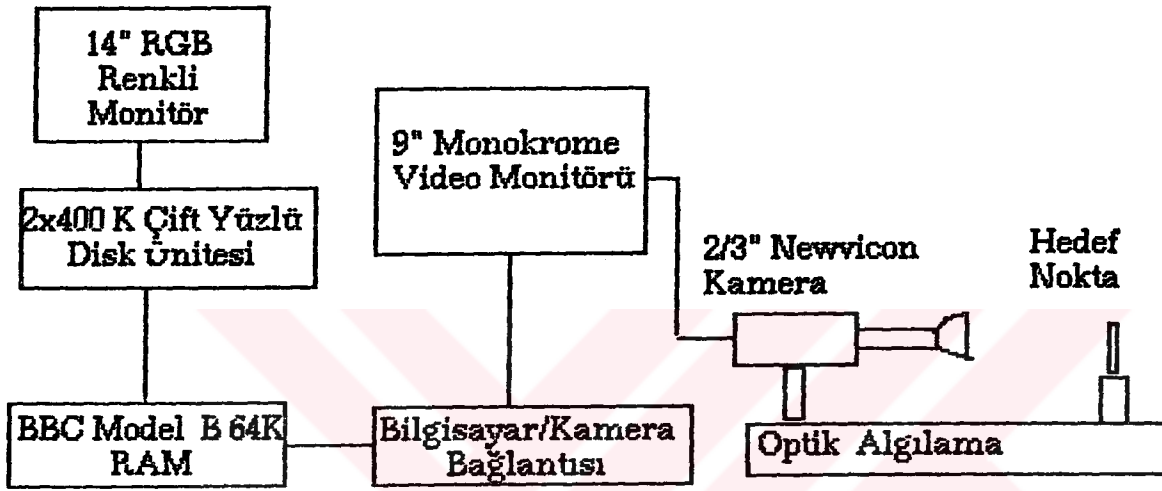
CAYLEY ve ark., (1987), şeker pancarı ve şalgamda, aphid zararlısına karşı savaşta farklı uygulama yöntemlerini incelemişlerdir. Farklı dizayn edilmiş elektrostatik ilaçlama sistemlerinin (hidrolik, döner atomizör veya elektrodinamik), yüklemesiz ilaçlama sistemleri ile karşılaştırması yapılmıştır. Küçük ve az gelişmiş bitkilerde elektrostatik yüklemeli LV uygulaması ile yaprak altı ilaç kalıntı miktarı yüklü ve yüksüz ilaçlamada, kontak etkili insektisit kullanılarak saptanmıştır. Gelişmiş ve büyük bitkilerde elektrostatik yüklemeli ilaçlama ile hidrolik memelerle yapılan ilaçlama arasında önemli fark bulunmuştur.

Kalıntı miktarının belirlenmesinde "Uvitex OB" (Ciba-Geigy) fluoresan iz maddesi, 10 g/ha oranında ilaç içine karıştırılmıştır. Analizler yapılırken pyrethroid için, Hewlett Packard 5880 bilgisayarı ve sıvı gaz kromatografi GLC ile; Primicarb analizinde GLC ve bir NP-TID detektörü ile veya HPLC (yüksek basınçlı sıvı kromatografi) ve UV detektörü ile 254 nm dalga boyunda % 30 su, % 70 metil alkol ile yapılmıştır.

IŞIK ve SABANCI (1987), Çukurova'da pamuk hasadı elle iki kez yapılmaktadır. Araştırma alanına giren illerde toplama işçilerinin % 75'e yakınının il dışından geldiğini belirlemişlerdir. İşçi gruplarının % 70-80'ini kadın işçiler oluşturmaktadır. İşçi gruplarının sayısı ve üretim alanına bağlı olarak işçilerin bölgede toplam çalışma süresinin 25-60 gün arasında değiştiği belirlenmiştir. İşçilerin iş başarısı; 1. el hasatta 72 kg-kütlü/gün, 2. el hasatta ise 42 kg-kütlü/gün olarak belirlemişlerdir.

LAST ve ark., (1987), havadan yapılan uygulamalarda pestisit kalıntılarını değerlendirmede, düşük maliyetli görüntü analiz sistemini kullanmışlardır. Uçuş doğrultusuna dik olarak bir metre ara ile örnekleme sehpaları tarlaya yerleştirilmiştir. Her sehpa üzerine 50 x 30 mm boyutunda asetat ve 78x32 mm boyutlarında suya duyarlı kartlar yerleştirilerek örnekler alınmıştır. Fluoresan iz maddesi, asetat üzerindeki kalıntı miktarının fluorometrik analizinde kullanılmıştır. Suya duyarlı kartlarla da damla sayısı dağılım yoğunluğu ve dağılım paternleri elde edilmiştir. Kartların okunmasında Şekil 14.'de verilen sistem kullanılmıştır. Bir kartın değerlendirilmesi 60-80 saniyelik süre içinde yapılmıştır. Sonuçta, birim

alandaki kalıntı miktarı ( $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ ) ve birim alandaki damla sayısı dağılım yoğunluğu, dağılım genişliği içinde saptanmıştır. Uygulamalar arasındaki farklılıkların karşılaştırılması ve değerlendirilmesi oldukça kolaylaştırılmıştır. Aynı teknik ve yöntemin, yaprak yüzeyinden kalıntı miktarını ölçmede ve dağılımı belirlemede kullanılabileceği de belirtilmiştir.



Şekil 14. Yapılan Bir Çalışmada Kullanılan Görüntü Analiz Sistemi (LAST ve ark., 1987)

LAST ve PARKIN (1987), doğal yüzeylerden direkt olarak sıvı kalıntısının ölçümünü yapmak için görüntü analiz sistemi ve küçük bir mikro-bilgisayar kullanmışlardır. Analizlerde, iyi bir görüntü karşılaştırması yapmak için uygun bir flouresan iz maddesi, iyi görüntü veren mercekler ve hassas bir kamera kullanılmıştır. Görüntü analiz sisteminin uygunluğu, tarla denemeleri ile araştırılmıştır. Denemede, buğdaya 200, 100 ve 25 L/ha'lık üç değişik hacimsel uygulama normunda ilaç uygulamıştır. Üst ve alt olmak üzere iki yaprak seviyesinden yapılan ölçümlerle, yüzde olarak kaplama belirlenmiştir. Yüzde kaplamanın ölçümü, yaprağın uzun eksenı boyunca dört pozisyonunda, her iki yüzeyinden alınmıştır. Hacim ölçümleri de aynı yapraklarda yapılmıştır.

İki yaprak konumu için, yaprak yüzeylerindeki kalıntı ( $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ ) olarak belirlenmiştir. Kalıntı miktarları ile kaplama ölçüm sonuçları birbirine paralel bulunmuştur. Alt yapraklarda 100 ve 25 L/ha'lık



hacimsel ilaç uygulama normlarında, kalıntı ölçümlerinde önemli fark bulunmamıştır. Buna karşın alt ve üst yapraklar arasında önemli derecede farklılık olduğu saptanmıştır. Üst yapraklardan elde edilen sonuçlarda, istatistiki olarak fark önemli bulunmamıştır. Bununla birlikte 25 L/ha uygulamada, alt yapraklarda elde edilen sonuçlar, diğer iki uygulamadan elde edilen değerlerden daha büyük bulunmuştur.

OGLAKÇI (1987), Çukurova koşullarında, 1982-83 yıllarında, pamuk yapraklarını döktürmek için, DEF-6 (% 70.5 Tributyl- Phosphorotrithioate) defolyantını 180 cc/da olarak su ile karıştırarak, sırt pülverizatörü ile iki pamuk çeşidinde uygulamıştır. Uygulama, ilk çiçeklenmeden 60, 75 ve 90 gün sonra olmak 3 ayrı zamanda yapılmıştır. Çalışma sonucunda ilk çiçeklenmeden 60 ve 75 gün sonra yapılan uygulamalarda, yaprak döktürmenin erkencilik oranını önemli düzeyde arttırdığı saptanmıştır. Çukurova koşullarında en uygun yaprak döktürme zamanının, bitki genotiplerine bağlı olarak, kozaların % 40-60 oranında açıldığı veya ilk çiçeklenme devresinden 75 ile 90 gün sonra olduğu belirlenmiştir.

SABANCI ve IŞIK (1987), yaptıkları çalışmada elle ve makina ile yapılan hasadın, teknik ve ekonomik yönlü değerlendirmelerini yapmışlardır. Uygun çeşit seçimi, ekim tekniği, defolyant uygulaması, iş başarıları, hasat kayıpları ve pamuk kalitesi gibi özellikleri incelemişlerdir. "Çukurova 1518" pamuk çeşidinin "Deltapine 15/21"e göre makinalı hasada daha uygun olduğu sonucuna varmışlardır. Makinalı hasada geçişin olabilmesi için, devletin ekonomik sorunların çözümüne yardımcı olması gerektiği görüşü de ağırlıklı olarak ele alınmıştır.

TUNÇER ve ark., (1987), yaptıkları çalışmada, Yunanistan ve Türkiye'de pamukta toprak işlemeden hasada kadar yapılan işlemleri incelemişlerdir. El ve makinalı hasadın ekonomik özelliklerini ele almışlardır.

Bir pamuk hasat makinasında kg başına toplama ücreti elle hasada göre yaklaşık 3 kat daha fazla olarak belirlenmiştir. Burada, makinalı hasadın ekonomik olarak uygun olmadığı görülmektedir. Ancak, bu durumun Yunanistan'da devletin makina satın alma bedelinin yarısını ödemesi ile çözüldüğü, Türkiye'de de bu şekilde bir uygulama ile makinalı

hasadın gelişebileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca, makina ekonomik ömrünün 2 000 saat olarak görülmesine karşın bu durumun Yunanistan'da 5 000-10 000 saat arasında olduğunu belirtmişlerdir. Yukarıda belirtilen durumun, makinalı pamuk toplama maliyetlerini düşüreceği ve elle toplamaya göre avantaj sağlayacağını belirtmişlerdir. Bu nedenle, Türkiye'de makinalı pamuk hasadına geçebilmek için, makina satın alınmasında devletin kredi dışında mali bir desteğinin sağlanmasının da zorunlu olduğunu belirtmişlerdir.

UK (1987), Sudan'da pamuk bitkisinde yaptığı uçakla ULV uygulamasında, yüzeysel ve derinlemesine oluşan dağılım paternini araştırmıştır. Günün farklı saatlerinde yapılan uygulamalar ile dağılım paterninin nasıl değiştiğini belirlemiştir. Bunun için, kaba (120  $\mu$ m VMD) ve ince (80  $\mu$ m VMD) damla çapları ile sabah saat 6<sup>00</sup>'da ve 9<sup>00</sup>'da; öğlen saat 11<sup>30</sup>'da ve öğleden sonra saat 15<sup>30</sup>'da yapılan uygulamalardan elde edilen veriler ile değerlendirmeler yapmıştır.

Sabah 6<sup>00</sup>'da ince ve kaba damla spektrumu ile yapılan uygulamada daha dar bir iş genişliği elde etmiştir. Küçük damlaların sürüklenme riskinin daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Sabah saat 9<sup>00</sup>'da yapılan uygulamada iyi bir kalıntı paterni elde etmiştir. Rüzgar doğrultusunda 100 m uzaklıkta, daha az ilaç sürüklenmesi saptanmıştır. Küçük damlalar kaba damlalara göre % 50 daha geniş bir dağılım vermiştir. Öğlen yapılan uygulamada dağılım genişliği sabah yapılan uygulamalara yakın elde edilmiştir. Ancak, dağılım genişliği boyunca kalıntı miktarlarındaki değişim yüksek bulunmuştur. Rüzgar doğrultusunda 100 m uzaklıkta elde edilen kalıntı değerleri de önemli bulunmuştur. Öğleden sonra hafif ve değişken rüzgarda uygulama yapılmıştır. Dar iş genişliği ve dalgalı dağılım elde edilmiştir. Penetrasyonun ise bitkinin fiziksel yapısına bağlı olarak değiştiği belirtilmiştir. Uçak türbülansı ve rüzgarın etkisini de belirlemiştir.

CARLTON ve BOUSE (1988), havadan yapılan uygulamalarda silindir örnekleyicilerde toplanan sıvı kalıntısının belirlenmesi üzerine çalışmışlardır. Çalışma 8001 ve D6-46 nolu memeler kullanılarak, düşük ve yüksek hacimli iki uygulama yapılmıştır. 45 m'lik genişlikte 3'er metre ara ile yerleştirilen üç örnekleme şeridinde örnekler alınmıştır. Örneklerdeki kalıntı, sıvı içine katılan renk maddesinin bir yıkama ünitesinde yıkanması ve renk ölçerde analiz edilmesi ile saptanmıştır.

Örneklemeler, damla sulamada kullanılan 3,2 mm çaplı silindirik polypropylene malzeme ile yapılmıştır. Örneklerin 0,9; 0,6 m üzerinden uygulamalar yapılmıştır.

Rüzgar doğrultusunda 30, 150 ve 300 m'de ilaç kalıntı miktarları ve 15 m düşey yükseklikte 1'er metre ara ile örnekler alınmıştır. Örnekleme yüzeyinin toplama etkinliği yaklaşık % 80 bulunmuştur. Ayrıca damla dağılımının belirlenmesi amacıyla 35 mm genişliğinde film şeritleri de kullanılmıştır.

DELİGÖNÜL ve MOSER (1988), pamuk ilaçlamalarında atomizörlerin kullanımı üzerine yaptıkları araştırmada; 3 L/da'lık uygulama normu ile 200, 300 ve 400 µm'lik damla spektrumunda uygulamalar yapmışlardır. Uygulama sonuçlarının değerlendirilmesi, Fluorometrik çözünme ve Fiziksel Damla Analizi ile yapılmıştır. Fluorometrik çözünme için iz maddesi olarak Disodyum Flourescein kullanılmıştır. Sehpalar ve bitki üzerinden alınan örnekler, laboratuvarda disodyum fosfat çözeltisi ile yıkanmış ve filtreli flourometrede okunarak dağılım belirlenmiştir. Fiziksel damla analizleri de, örnekleme yüzeylerindeki damla lekeleri mikroskopla ölçülerek sayılmıştır.

Damla çapları, atomizör ile yapılan uygulamalarda ayarlanabildiği için, etkili bir ilaçlama ve uygulamalarda da kolaylık sağlamıştır. Klasik püskürtme sistemine göre kalıntı oranı ve dağılım düzgünlüğünün daha iyi olduğunu saptamışlardır.

DELİGÖNÜL ve SAĞLAM (1988 a), yaptıkları incelemede; Güney-doğu Anadolu Projesinin (GAP) devreye girmesi ile geniş alanlarda tarımsal havacılık uygulamalarının başlayacağını belirtmişlerdir. Özellikle pamuk, mısır, soya, buğday ve çeltikte çeşitli ilaç, gübre ve hormon uygulamalarının yapılacağını açıklamışlardır.

DELİGÖNÜL ve SAĞLAM (1988 b), yaptıkları incelemede; meyve bahçelerinde tarımsal havacılık konusunu araştırmışlardır. Türkiye'de henüz pek yaygın olmayan bu konunun önemi belirlenmiştir. Tarımsal havacılık uygulamalarına çeşitlilik kazandırması ve havadan yapılan uygulama alanlarının genişletilmesi açısından önemli olduğunu belirtmişlerdir.

MERCAN ve ark., (1988), pamuk ilaçlamasında kullanılan tarla pülverizatörlerinde, yardımcı hava akımı kullanarak yaptıkları çalışmada, kalıntı dağılımının saptanması için fluorometrik yöntemi kullanmışlardır. Etkili madde miktarını belirlemede, iz maddesi olarak BSF kullanılmış ve yaprak üzerindeki iz maddesi miktarı fluorometrik yöntemle saptanmıştır. Taşıyıcı hava akımlı uygulamada, havasız uygulamaya göre etkili madde tutunması artmıştır. Özellikle, bitkinin orta ve alt bölgelerine ilaç damlalarının ulaştığını ve biyolojik etkinliğin arttığını saptamışlardır.

ZEREN ve MOSER (1987), yaptıkları araştırmada statik elektrikle yüklenen ilacın; konik, yelpaze, yarık ve döner diskli memelerle bitkiye iletilmesinde, birim yaprak yüzeyinde tutulan etkili madde miktarını belirlemişlerdir. Ayrıca, düşey hava akımının tek başına ve statik elektrik etkisiyle birlikte, aynı memelerle bitkiye damlaların taşınmadaki başarı durumunu da incelemişlerdir. İz maddesi olarak BSF kullanılmış ve yaprak üzerindeki iz maddesi fluorometrik yöntemle saptanmıştır. En başarılı sonuç statik elektrikle yüklenen ilacın döner diskli memeye uygulanmasında elde edilmiştir.

BAYAT ve ZEREN (1989), yaptıkları çalışmada elektrostatik yüklenmiş sıvıyı, konik ve yelpaze hüzmeli yarık memelerle püskürterek, bitki üzerinden geçen akım miktarı ve bitki susuzluk stresinin akım değişimine olan etkisini incelemişlerdir. Konik hüzmeli memelerle bitki üzerinde sağlanan akımın daha fazla olduğunu ve susuzluk gerilmesinin bitki üzerinden geçen akım miktarını azalttığını saptamışlardır. Konik hüzmeli memede damla penetrasyonu, yelpaze hüzmeli yarık memeye göre daha yüksek oranda elde edilmiştir.

Ölçümler bitki üzerine yerleştirilen, filtre kağıtları üzerindeki iz maddelerinin fluorometrede okunması ile elde edilmiştir.

DELİGÖNÜL ve SAĞLAM (1989 a), yaptıkları çalışmada; GAP projesinin devreye girmesi ile bölgede ekim desenine göre ürünler bazında tarımsal havacılık uygulama boyutlarını belirlemişlerdir. Değişik tip uçaklarla uygulamaların yapılmasında, zamanlılık analizlerini yapmışlar ve işverimlerini saptamışlardır. Ayrıca, yaklaşık olarak, 209 tarım uçağına daha gereksinim duyulacağını hesaplanmışlardır.

DELİGÖNÜL ve SAĞLAM (1989 b), Türkiye'deki ULV uygulamasının özellikleri ve uygulamaya ait karakteristikleri incelemişlerdir. Süne zararlısına karşı yapılan ULV uygulamasının boyutlarını incelemişlerdir. Sistem ve çalışma şekli hakkında bazı bilgilere yer vermişlerdir. Atomizörlerle yapılan ULV uygulamalarının çalışması ve kullanımına ilişkin bazı özellikleri belirtmişler ve öneriler getirmişlerdir.

GILES ve ark., (1989), hava taşıyıcılı pülverizatörlerle ilaç kalıntısının dağılımını incelemişlerdir. Bir bahçe pülverizatörü ile şeftali ağacında yapraklı ve yapraksız durumda kalıntı miktarları; suya duyarlı kartlarla ve kolorimetrik teknik kullanılarak belirlenmiştir.

Ağacın yapraklı ve yapraksız olması durumunda oldukça değişik dağılım paternleri elde etmişlerdir. 2 m'nin altındaki yüksekliklerde ve pülverizatörden 1,5 m uzaklıktaki bölgelerde, kalıntı miktarı daha az bulunmuştur. 1,5 m'nin içindeki alt noktalarda,  $4,1 \mu\text{l}/\text{cm}^2$ 'lik yüksek kalıntı oranları bulmuşlardır.

SABANCI ve IŞIK (1989), Çukurova bölgesi ile ilgili yaptıkları bu çalışmada; 1985-1988 yılları arasında makinalı pamuk hasat maliyeti, ilk yılda elle hasada göre 2 kat daha yüksek iken, bu oran 1988 yılında 1,40 kat dolayına düşmüştür. Bu oranın birkaç yıl içinde eşitleneceği ve işçi sorunlarıyla birlikte makinalı hasada geçişi zorunlu kılacağı da belirtilmektedir.

Çukurova bölgesinde pamuk üretiminin devamı, büyük ölçüde makinalı hasadın ülkeye girişine bağlıdır. Son bir kaç yılda toplama işçisi bulmada karşılaşılan büyük zorluklar, bu yöndeki arayış ve girişimleri giderek arttırmıştır. Elle pamuk toplama bedellerindeki hızlı artışların, makinalı hasada geçişin ekonomik koşullarını oluşturacağını belirtmişlerdir. Özellikle, makinalı hasada uygun yetiştirme tekniği ve uygun çalışma koşullarının sağlanması gerektiğini vurgulamışlardır.

ZEREN ve ark., (1989), yaptıkları araştırmada mısır kurdı ve mısır koçan kurduna karşı yerden ve havadan ilaçlamalar yapmışlardır. Yer aletleriyle granül ilaç uygulaması, sıvı ilaç uygulaması ve uçakla da 5 ve 8 L/da'lık hacimsel uygulama normu ile ilaçlama uygulamaları yapmışlardır. İz maddesi olarak BSF (Brillant Sulpho Flavin) maddesi



kullanılmıştır. Mısır bitkisi; üst, orta ve alt olmak üzere 3 bölgeye ayrılmış ve filtre kağıtları bitkilere yerleştirilmiştir. Sıvı ilaçla % 0,1'lik BSF çözeltisi karıştırılarak bitkiye püskürtülmüştür. Filtre kağıtlarına alınan iz maddesi flourometrede okunarak, analiz edilmiştir. Sonuçta, yer aleti ile birlikte 5 L'da uçakla ilaç uygulaması uygun bulunmuştur. İlaçlamanın ise zararlı yumurtalarının görülmesi ile birlikte 10-15 gün aralıklarla 2 veya 3 kez yapılması gerektiğini belirtmişlerdir.

BOUSE ve ark., (1990), araştırmalarında ilaç karışım özelliğinin damla çapına etkilerini incelemişlerdir. Bir lazerli görüntü analiz cihazı, damla çapı ölçüm seti ve tarım uçağı meme test düzeni ile damla çapları ölçülmüştür. Konik hüzmeli D8-45 ve D10-46 memeleri, 25 psi basınç ve 176 km/h hava hızı altında, 0° ve 45° meme konum açılarında denenmiştir. Denemelerde su ve su ile birlikte propanil ve Renoxaprop-ethyl kimyasalları kullanılmış ve iki değişik herbisit ilacı ile çalışılmıştır.

Herbisit uygulamalarında büyük damla çapının önemli olduğunu, tekdüze kaplama ve yeterli büyüklükte damla çapı ile yapılan uygulamada iyi bir etkinin sağlandığını belirtmişlerdir. Hedef dışı alanlardaki ilaç kaybını azaltmak için; ilaç çözeltisinin ; yüzey gerilimi, viskozitesi ve spesifik yoğunluğunun, damla çapına ve damla sayısına olan etkileri saptanmıştır. Meme konum açısının 0° ile 45° arasındaki değişiminin damla çapına olan etkisi, karışımın fiziksel özelliği ve konsantrasyonunun etkisine göre önemli bulunmamıştır.

DELİGÖNÜL ve SAĞLAM (1990), uçakla ilaçlamada damla kinematiği konusunda çalışmışlardır. Piper PA-18 Super Cub tarım uçağı ile su ve ULV kalibrasyon sıvısı kullanarak 0,5 L'da ULV; 3 L'da LV ve 5 L'da'lık NV uygulamaları yapılmıştır. Örneklem şerit kağıtları üzerindeki leke çapları, mikrometrelili mikroskop ile ölçülerek sayılmıştır. Çaplar, yayılma faktörü katsayısına bölünerek gerçek damla çapları hesaplanmıştır. Karakteristik damla çapları hesaplanarak damla dağılımı tekdüzeliği incelenmiştir. Büyük çaplı damlaların, ilaç kalıntı miktarına önemli derecede etki ettiği görülmüştür. Atomizörle yapılan ULV uygulamasında, damla çapı 40-140 µm arasında; LV uygulamasında ise 30-200 µm arasında ölçülmüştür. Her iki uygulamada da damla çapı tekdüzeliğinin daha iyi olduğu; ancak, LV uygulamasında damla sayısı dağılım yoğunluğunun daha az olduğu görülmüştür. Klasik sistemle



yapılan LV ve NV uygulamaları atomizörle yapılan uygulamaya göre oldukça farklı sonuçlar vermiştir. Damla spektrumu LV'de 40-260  $\mu\text{m}$ , NV'de 30-300  $\mu\text{m}$ 'ye kadar değişmekte olduğu ve klasik sistemle yapılan uygulamalarda büyük çaplı damlaların kalıntı miktarının büyük kısmını oluşturduğunu saptamışlardır.

IŞIK (1990), makinalı pamuk hasadına uygun, bitki sıklığının belirlenmesi için yapılan bu çalışmada, makinalı hasada uygun bitki sıklığının 62 500 - 100 000 bitki/ha arasında değiştiği ve ortalama 75 000 bitki/ha olduğu belirlenmiştir. Bu amaçla makinalı hasat için gerekli 95-100 cm sıra aralığında yapılacak ekimlerde, sıra üzeri mesafenin yaklaşık 12-14 cm dolayında olacak şekilde ayarlanması gerektiğini belirtmiştir.

ONURBAŞ ve ark., (1990), elma ve armut ağaçlarında hava akımlı ve pompalı sırt atomizörlerinin karşılaştırmasını yapmışlardır. Karşılaştırma amacıyla yüzey kaplama değerlerinin belirlenmesinde "Kolorimetrik Yöntem"den yararlanılmıştır. Sonuçlar, istatistiki olarak incelenmiş ve her deneme için püskürtme sıvısının ağaç üzerinde oransal dağılımı, yüzey kaplama miktarı ve deneme özellikleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Çalışmada, ilaç yerine "Brilliant Red (Dalsokpenceu-4R)" toz boya ve çözücü madde olarak saf su kullanılmıştır. Örnekler 2 mm kalınlığında ve 200 x 200 mm boyutunda cam plakalarla alınmış. Boya maddesinin analizi için "Coleman Junior" marka spektrofotometre cihazı kullanılmıştır. Damla çaplarının bulunmasında yağ banyolu yöntemden yararlanılmışlardır. Bu yöntemde, örnekleme yüzeyi olarak içinde vazalin-parafin karışımı bulunan petri kutuları kullanılmıştır. Bu şekilde örneklemenin yapılması ile, damlalar yağ içinde yüzer durumda ve küre şeklinde kalmaktadır. Böylece, mikroskopla gerçek damla çapları ölçülmüştür.

ÖZKAN ve ark., (1990), yaptıkları çalışmada; hedefte tutunan ilaç damlalarının, ilaçlamanın başarısıyla doğrudan ilgili olduğunu belirtmişlerdir. Şimdiye kadar yapılan araştırmalarda damlaların hedefteki tutunma ve etkileri ihmal edilmiştir. Çünkü, kolay anlaşılmayan birçok değişken ve araştırmalarda kullanılan ekipmanlardaki eksiklikler buna neden olmuştur. Normal şartlarda görülemeyen etkilerin görülebilmesi için, hedef yüzeye düşüp sıçrayan damlalar yüksek hızlı fotoğraf tekniği kullanılarak belirlenmeye çalışılmıştır. Yüksek hızlı, 16 mm objektifli hareketli resim kamerası kullanılarak saniyede 6 000 resim çekilmiştir. Bu

6 000 resimden 24 tanesi bir görüntüyü oluşturmuştur. Bu şekilde, saniyede 250 adet görüntü elde edilmiştir.

Başlangıçta, hedeften sıçrayan ilaç damlalarının büyük kısmı çakışmadan etkilenmiştir. Hedef yüzey olarak 35 farklı bitki yaprak sınıfı kullanılmış ve ilaç damlaları, 12'sinde çok fazla sıçramıştır. Yaprak yüzeyinin mikro yapısı büyük ölçüde damlayı sıçratmasına neden olmaktadır. Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda, suya ilave edilen yüzey gerilimini azaltıcı madde, bitki yüzeyinden ilaç damlalarının sıçramasını azaltıcı en iyi çözüm olarak görülmüştür. Henüz yüzey gerilimini azaltıcı maddenin optimum tipi ve miktarı belirlenemediği ve çarpmanın daha iyi anlaşılması için, ilaç damlalarının kalıntı etkinliğini artırıcı araştırmaların devam ettiğini belirtmişlerdir.

PARKIN ve SIDDQUI (1990), döner kafesli atomizörlerde damla çapı dağılımının belirlenmesi üzerine yaptıkları bir çalışmada; Micronair AU-3 000 döner kafesli atomizörlerle üretilen damla çaplarının dağılımını, lazer ışık kaynaklı ve optik düzenli ölçme sistemi ile ölçmüşlerdir. Uçakla havadan yapılan uygulamayı simule etmek için, atomizörler 130-225 km/h hava hızının üretildiği bir rüzgar tüneli içine monte edilmiştir. Hacimsel ortalama çap (VMD) ve hacimsel dağılımın özelliklerinin belirlenmesi için deneysel modeller geliştirilmiştir. Sistemde atomizörün dönü hızı ve pal çapı, sıvı verdisi, uçağın hava hızı dikkate alınmıştır. Çalışmalarda su püskürtülmüştür. Sonuçta, sistemin pestisit formülasyonları için uygun bir test yöntemi olarak kullanılabileceği belirtilmiştir.

SLOCOMBE ve ark., (1990), yaptıkları çalışmada; pestisit uygulamalarının, endüstri ve çevre koruma kuruluşları, bilim adamları, eğitimciler, üreticiler ve halk tarafından önemli düzeyde dikkate alındığını belirtmişlerdir. Hatalı, meme karakteristik tablo değerleri, uygulamadaki hatanın ilk kısmını oluşturmaktadır. Bu nedenle, pestisit uygulamaları için laboratuvar çizelgeleri ve ilaç püskürtme tablolarını düzenlemişlerdir. Beş değişik tip meme kullanılarak bu çalışmada ilaç püskürtme tabloları elde edilmiştir. Laboratuvar denemelerinde; meme verim karakteristiği, hüme açıları ve dağılım paternleri, damla çapı, verdi, basınç ve meme yüksekliği arasındaki ilişkiler üzerinde araştırmalar yapılmıştır. Kullanıcılar için hazır çizelgeler oluşturulmuş ve daha önce hazırlanmış olan çizelgeler de kontrol edilmiştir.

TOMPKINS ve ark., (1990), belirli miktarda iz maddesi katılmış kimyasal ilacın püskürtme çubuğuna üç değişik şekilde verilmesi ile püskürtme çubuğu akış karakteristiğini incelemişlerdir. Kimyasal, ilaç püskürtme çubuğuna; püskürtme pompasından önce, püskürtme pompasından sonra ve her bir meme gövdesine ayrı ayrı olmak üzere üç değişik şekilde verilmiştir. Püskürtmenin başlangıcından itibaren, memelerdeki kimyasal ilaç konsantrasyonunun tek düze olması için geçen süreler incelenmiştir. Sistemde, kimyasal besleme noktası memelere yaklaştıkça, memeden püskürtülen ilaç konsantrasyonunun tekdüze olması için geçmesi gereken zaman azalmıştır. Ancak, ilaç konsantrasyonundaki değişim de artmıştır.

CIBA-GEIYGY (1991), suya duyarlı örnek alma kartlarının kullanımı ve alınan örneklerin nasıl değerlendirileceği konusunda bilgiler verilmiştir. Çeşitli uygulamalarda  $\text{cm}^2$  'de yeterli etkinin sağlanabilmesi için olması istenen damla sayıları; LV uygulamaları için insektisitlerde 20-30, herbisitlerde 20-40 ve fungisitlerde 50-70 adet damla/ $\text{cm}^2$  ; ULV uygulamaları için ise hareketli insektisitlerde 20-30, hareketsiz insektisitlerde ise 50-70 adet damla/ $\text{cm}^2$  olması gerektiği belirtilmiştir.

Yerden ve havadan yapılan uygulamalarda; örneklerin alınması, taşınma ve korunması, alınan örneklerin büyüteçle veya görüntü analiz cihazı ile değerlendirilmeleri konuları açıklanmıştır.

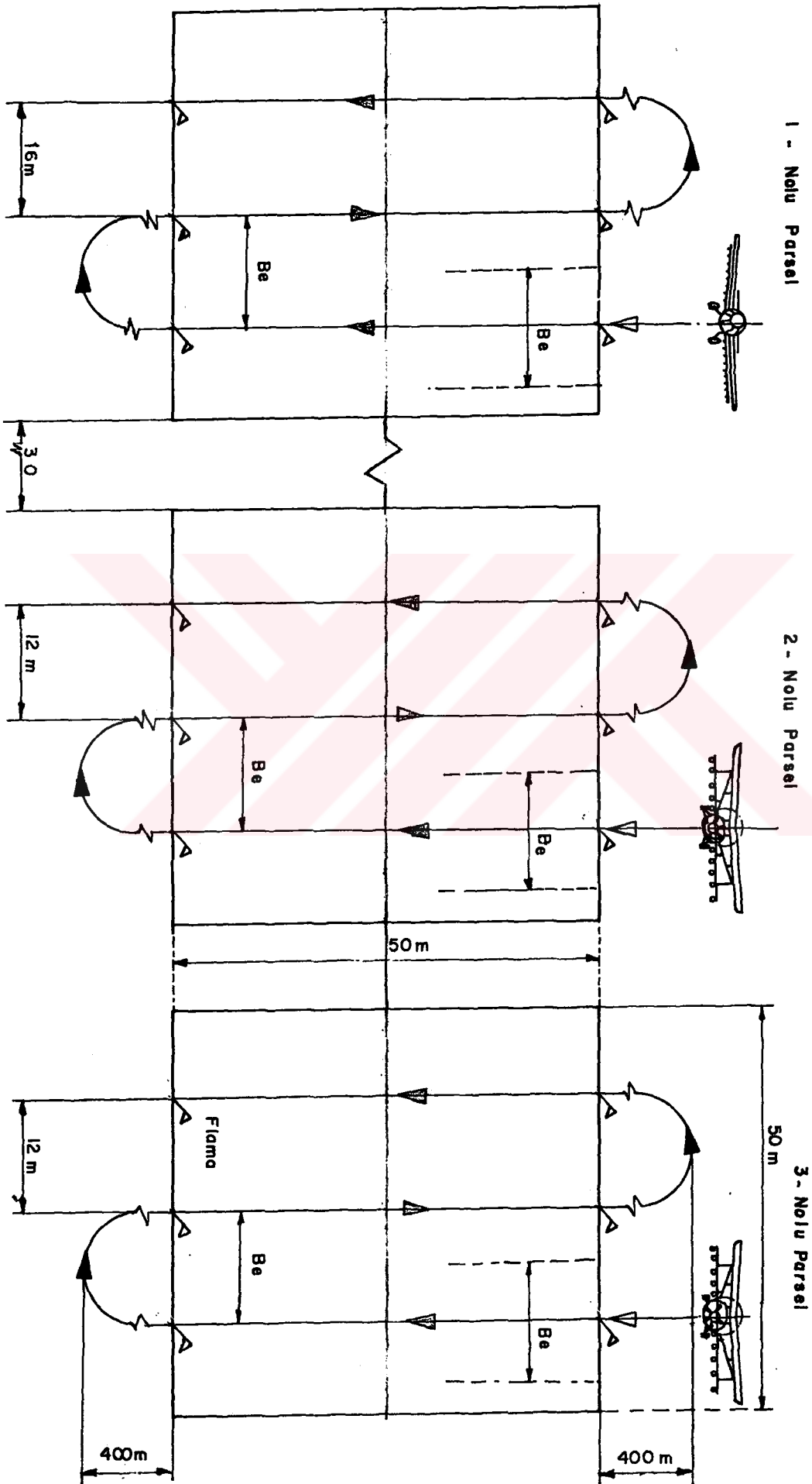
DELİGÖNÜL ve SAĞLAM (1991), yaptıkları çalışmada uçuş doğrultusuna göre, uçağın ön kısmından arkaya doğru;  $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $135^\circ$  ve  $180^\circ$ 'lik meme konum açıları ile yapılan deneme uçuşlarında; en iyi sonucu veren uçuş koşulları ve konum açılarını araştırmışlardır. Araştırmada Piper Super Cub uçakları kullanılmış ve D12-45 nolu meme takımı ile su püskürtülmüştür. Suya duyarlı kartlarla dağılım örneklemesini yapmışlardır. Sonuçlar, fiziksel damla analiz yöntemi ile değerlendirilmiştir. Karakteristik damla çapları yatay örnek yüzeylerde, düşey örnek yüzeylere göre daha büyük ölçülmüştür. Düşey yüzeyden alınan örneklerdeki damla sayılarında, meme konum açılarının değişimi ile dalgalanmalar olduğu görülmüştür. Yatay örnekleme yüzeylerinde ise  $0^\circ$  dereceden  $180^\circ$  dereceye doğru meme konum açısının değişimi ile damla sayısında düzenli olarak bir azalma olduğu saptanmıştır.

Meme konum açısının değişmesi ile damla spektrumunun da değiştii saptanmıştır. Küçük meme konum açıları ile yapılan uygulamalarda, küçük çaplı damlaların dağılım içindeki sayıları artmıştır. Bu durum, damla çapı homojenliğini bozmaktadır. Konum açılarının artması ile damla homojenliğinin arttığı da saptanmıştır.

DURSUN ve ÇİLİNGİR (1991), yaptıkları laboratuvar araştırmasında; konik hüzmeli memelerde elektrostatik yüklemeli ve yüklemesiz durumda pülverizasyon karakteristiklerini saptamışlardır. Elektrostatik yüklemenin damla büyüklüğüne, hedefteki kaplama değeri ne dağılım düzgünlüğüne, birim alandaki damla sayısına ve yaprak altı yüzey kaplamasına olan etkilerini incelemişlerdir. Değişken faktörler olarak; ilerleme hızı, basınç, meme yüksekliği ve meme delik çapını almışlardır.

Laboratuvarda raylar üzerinde hareket edebilen, püskürtme düzeni kullanılmıştır. Yaprak üst ve alt yüzeylerindeki kalıntı miktarları kolorimetrik yöntemle saptanmış ve hedef örnek alma yüzeyleri olarak cam levhaları kullanmışlardır. Ortalama damla çaplarının saptanmasında yağ banyolu yöntemi ve damla dağılım yoğunluğunun belirlenmesinde de suya duyarlı kartları kullanmışlardır.





Sekil 16. Deneme Parsel 1, 2, 3



İşletmenin daha önce yaptığı tarla pisti kullanılmıştır. Ulaştırma Bakanlığı, Sivil Havacılık Dairesinin T-47 yönetmeliğine uygun olan pist: 800 x 25 m boyutlarındadır. Deneme alanı olarak, çalışmalarımızda kolaylık sağlaması açısından aradığımız özellikleri taşıyan pistyanındaki 580 da'lık Haydaroğlu tarlası seçilmiştir (9 nolu parsel). Deneme uçuşları pamuk sıraları doğrultusunda ve manyetik kuzeye göre 100° ve 280° doğrultularla yapılmıştır. Örnekler ise uçuş yönüne dik doğrultuda alınmıştır.

Denemelerde, çeşitli uygulama koşulları altında alınan tüm örnekleme çalışmalarının; yerleri, zamanları, miktarları ve kullanılan bazı materyaller ile hesaplama yöntemleri Çizelge 17.'de verilmiştir

### 3.1.2. Pamuk Bitkisi ve Yetiştirme Koşulları

Deneme tarlasında "Çukurova 1518" pamuk çeşidi yetiştirilmiştir. Bölgede yaygın olarak kullanılan bu pamuk çeşidi, Sabancı ve ark.,'nın 1987'de yaptıkları araştırmada makinalı hasat için uygun bir çeşit olarak belirtilmiştir. Adana Bölge Pamuk Araştırma Enstitüsü tarafından 1982 yılında seleksiyonla ıslah edilen bir çeşittir. Adaptasyon yeteneği yüksektir (YELİN, 1991). Büyümesi dik, gelişmesi kuvvetli, yukarı doğru dallanmakta ve meyveleri orta bölgededir. Kalın, koyu yeşil ve kahverengi saplıdır. Yaprakları orta derecede tüylü ve orta yeşil renkte, elmaları orta büyüklükte ve uçları küttür. Bir kozadan elde edilen ortalama kütlü pamuğun ağırlığı 5,5-6,5 gram ve lifleri beyaz renklidir. Lif uzunluğu 29,5 mm, lif kalınlığı 4,57 mm(100 lif kalınlığı), lif dayanıklılığı 85,3 Pressley ve çırçır randımanı ortalama % 42,4'tür. 1000 dane ağırlığı 100 g'dır. Yaprakları orta genişlikte ve 5 parçalıdır (MADRAN, 1970 ve 1971; ANONYMOUS, 1982).

Pamukta, toprak hazırlığından hasadına kadar, yetiştirme periyodu boyunca yapılan işlemler Çizelge 18.'de verilmiştir. Tohum yatağı hazırlığı için, bir yıl önce tarlada yetiştirilen buğday anızının pullukla derin sürümü yapılmıştır. Tarla baharda, kültüvatör, diskaro ve tapan işlemleri ile ekime hazır duruma getirilmiştir(SEZER, 1976).

Çizelge 17. Deneme ve Örnekleme Deseni İle İlgili Bilgiler

|                                                                  | I. DENEME                                                       | II. DENEME  | III. DENEME |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| Deneme Yeri                                                      | Hacıali Pamuk Üretim İstasyonu Pamuk<br>Tarlaları Karataş/Adana |             |             |
| Bitki Cinsi,<br>Bitki Yüksekliği,<br>Bitki Sayısı ve YBO         | Pamuk (Çukurova 1518) ;<br>120 cm<br>7 000 pamuk/da ve YBO = 3  |             |             |
| Deneme Uçağı                                                     | Cessna                                                          | Piper       | Piper       |
| Püskürtme Meme<br>Nosu                                           | D8-45 / D10-45                                                  | D12-45      | D12-45      |
| Hacimsel Uygula-<br>ma Normu(L/da)                               | 5,0                                                             | 5,0         | 5,0         |
| Defolyant Uygula-<br>ma Normu (g/da)                             | 35,0                                                            | 35,0        | 35,0        |
| Deneme<br>Parseli *(mxm)                                         | 50x50                                                           | 50x50       | 50x50       |
| Deneme Tarihi                                                    | 07.9.1990                                                       | 15.9.1990   | 21.9.1990   |
| Koza Açma<br>Oranı(%)                                            | 54                                                              | 59          | 65          |
| Kabul Edilen<br>İşgenişliği(m)                                   | 16                                                              | 12          | 12          |
| Örnekleme<br>Genişliği(m)                                        | 24                                                              | 16          | 16          |
| Bitkide Örnekleme<br>Sayısı<br>(Üst, Orta ve Alt<br>Yapraklarda) | 30 (filtre)                                                     | 20 (filtre) | 20 (filtre) |
| Sehpada<br>Örnekleme Sayısı<br>(HY,HD, SY, SD)                   | 30 (kart)                                                       | 20 (kart)   | 20 (kart)   |
| Defolyant Kayıp<br>Oranı(%)                                      | Fiziksel ve Fluorometrik Kalıntı Analiz<br>Yöntemleri ile       |             |             |
| Yaprak Dökme<br>Oranı (%)                                        | Defolyant Uygulamalarından Sonra Yaprak<br>Sayımları ile        |             |             |
| Uygulamadan<br>Sonra Koza Açma<br>Oranı (%)                      | Defolyant Uygulamasından Sonra Açmış<br>Kozaların Sayımı ile    |             |             |
| Uçak İş<br>Verimi(da/min)                                        | Uygulama Parametreleri ile                                      |             |             |
| Pamuk Verimi<br>(kg/da)                                          | Hasat Edilen Toplam Kütlü Pamuk Miktarı<br>Tartılarak           |             |             |

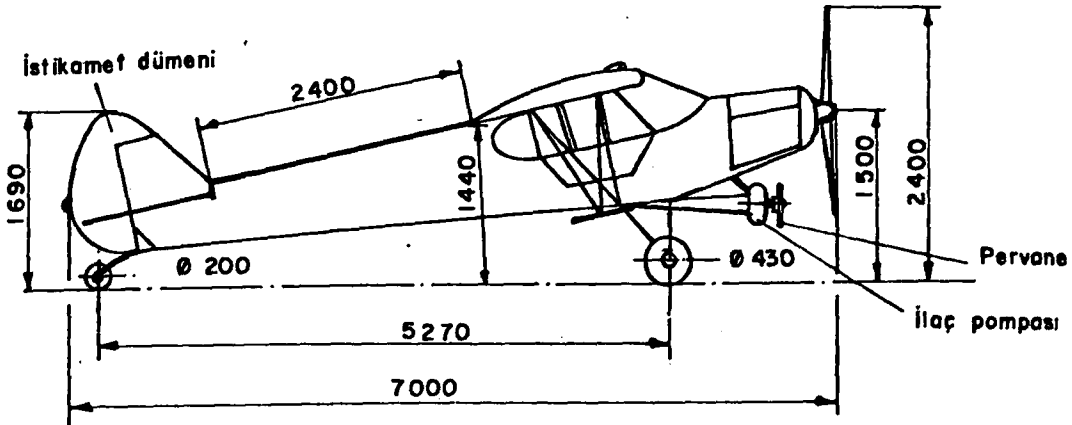
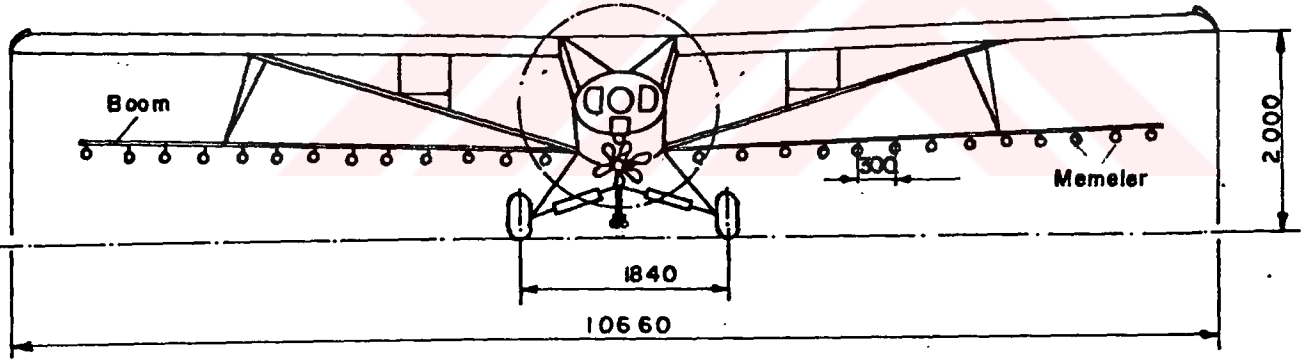
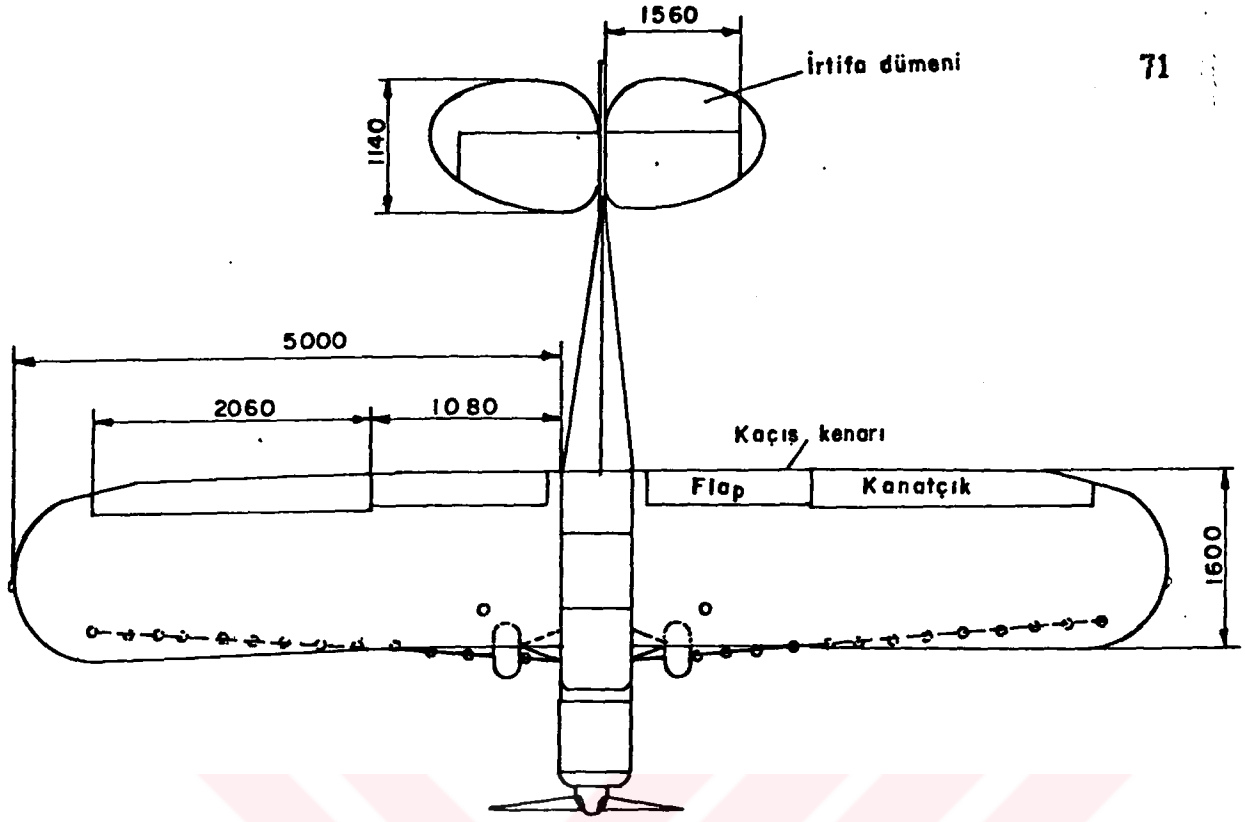
\* : Pamuk sıra arası 0,80 metredir.

Çizelge 18. Deneme Parselinde Pamuğun Yetiştirilmesi İle İlgili Bilgiler

| Kültürel İşlemler                                   |                     | İşlem Tarihi<br>(Tarihlere göre) |
|-----------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------|
| Pamuk Tohumu Cinsi                                  | Çukurova 1518       |                                  |
| Taban Gübrelemesi                                   | 17 kg/da DAP        | Ekimden önce                     |
| Ekim                                                | 6 kg/da çiğit       | 28.3.1990                        |
| Çapalama                                            | I. Makina çapası    | 22.4.1990                        |
| Çapalama                                            | II. Makina çapası   | 3.5.1990                         |
| Çapalama                                            | I. El çapası        | 9.5.1990                         |
| Çapalama                                            | II. El çapası       | 16.5.1990                        |
| Çapalama                                            | III. Makina çapası  | 23.5.1990                        |
| Seyreltme                                           | Bir kez             | 26.5.1990                        |
| Çapalama                                            | III. El çapası      | 30.5.1990                        |
| + Tarla                                             | Zararlı             |                                  |
| Pülverizatörü                                       | - Yeşil Kurt        | 90 cc Larvin/da                  |
| ile İlaçlama                                        | - Yaprak biti ve    | 100 cc Missorum/da               |
| (20 L/da)                                           | - K.Örümcek         | ve 250 cc Nuvacron/da            |
|                                                     |                     | 21.6.1990                        |
|                                                     |                     | 29.6.1990                        |
| Üst Gübreleme<br>(Gübre aplikatörü)                 | 27,4 kg/da % 46 Üre | 1.7.1990                         |
| Temik Aplikatörü ile<br>- Beyaz sinek için(Granül ) | 2 kg Temik / da     | 1.7.1990                         |
| Sulama                                              | I. Salma sulama     | 13.7.1990                        |
| + Uçakla                                            | Zararlı             |                                  |
| İlaçlama                                            | - Yaprak Biti       | 75 cc Deltanet /da               |
| (5 L/da)                                            | - Yaprak Kurdu      | 150 cc Larvin /da                |
|                                                     |                     | 19.7.1990                        |
|                                                     |                     | 26.7.1990                        |
| Sulama                                              | II. Salma Sulama    | 3.8.1990                         |
| + Uçakla                                            | Zararlı             |                                  |
| İlaçlama                                            | - Beyaz Sinek       | 150 cc Meothrin /da              |
| (5 L/da)                                            | - Beyaz Sinek       | 150 cc Meothrin /da              |
|                                                     |                     | 10.8.1990                        |
|                                                     |                     | 23.8.1990                        |

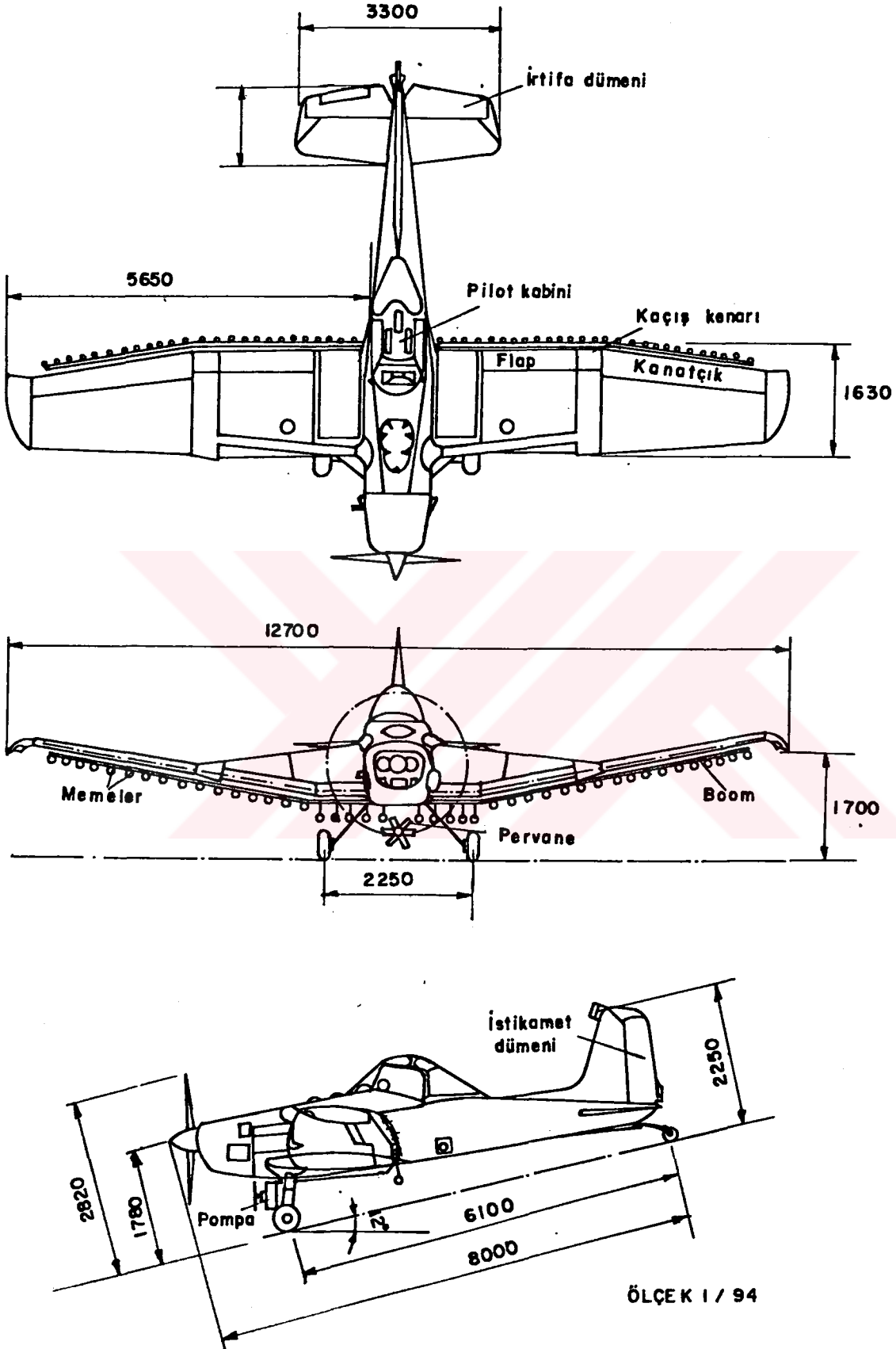
### 3.1.3. Deneme Uçağı ve İlaçlama Sistemi

Araştırmada, Piper PA-18A/150 Super Cub tipi bölüm araştırma eğitim uçağı ile özel bir şirketten kiralanan Cessna AG Truck tipi bir tarım uçağı kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan uçaklar Şekil 17 ve 18.'de bazı boyutları ile gösterilmiştir. Çizelge 19.'da da diğer teknik özellikleri



ÖLÇEK 1/70

Şekil 17. Piper PA-18 A/150 Super Cub Deneme Uçağı ve Püskürtme Sistemi  
(DELİGÖNÜL, 1977)



Şekil 18. Cessna Ag Truck Deneme Uçağı ve Püskürtme Sistemi  
(ANONYMOUS, 1978)

Çizelge 19. Denemede Kullanılan Uçakların Özellikleri  
(ANONYMOUS, 1978; DELİGÖNÜL, 1977)

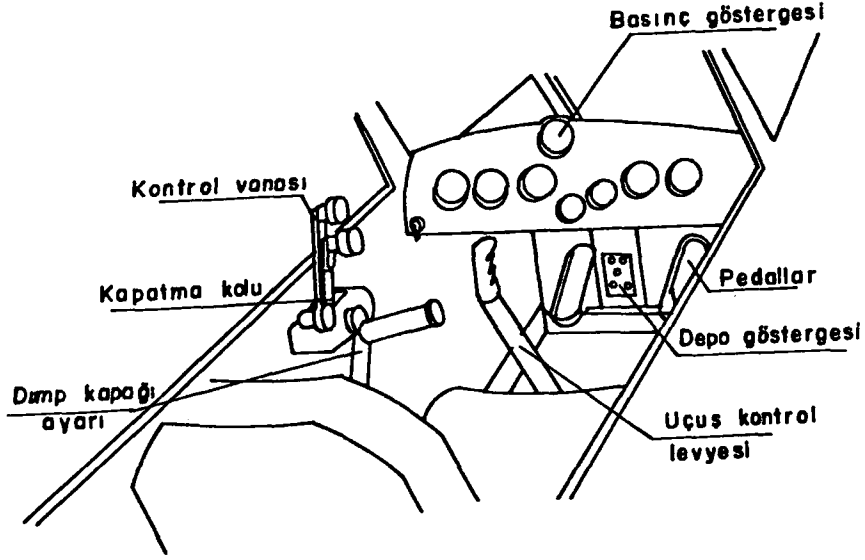
| Yapımcı kuruluş                   | Piper Aircraft Co (USA) | Cessna Aircraft Co.(USA)         |
|-----------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| Model ve tipi                     | PA-18A/Super Cub(1967)  | AG Truck (1978)                  |
| Motor                             | Lycoming O-320-A2B      | Continental 10-520-D<br>teledyne |
| Anma gücü (BG)                    | 147 (2 700 d/min)       | 304 (2 850 d/min)                |
| Tüm uçuş ağırlığı (kg)            | 792,00                  | 1 905,00                         |
| Boş ağırlık (kg)                  | 421,00                  | 1 013,00                         |
| Kanat açıklığı(m)                 | 10,74                   | 12,70                            |
| Kanat yüklen (kg/m <sup>2</sup> ) | 47,81                   | 78,80                            |
| Güç yüklenmesi(kg/BG)             | 5,29                    | 9,10                             |
| Uçuş hızı (s/s) (km/h)            | 187,00                  | 195,00                           |
| P.V. hızı( km/h)                  | 69,00                   | 92,00                            |
| Tırmanış hızı(km/h)               | 120,00                  | 210,00                           |
| Kalkış uzaklığı (m)               | 152,00                  | 386,00                           |
| Uçuş menzili( km)                 | 740,00                  | 595,00                           |
| Uçuş tavanı(m)                    | 5 790,00                | 3 383,00                         |
| Yakıt depo kapasitesi(L)          | 136,00                  | 212,00                           |
| Yakıt tüketimi(L/h)               | 34,00                   | 55,00                            |
| İlaç depo kapasitesi (L)          | 100,00                  | 500 ,00                          |

verilmiştir. Bölüm araştırma uçağında 100 litrelik depo kullanılmaktadır. İlaç deposu kabin içine ve ikinci koltuk üzerine monte edilmiştir. Böylece, ağırlık merkezinin yeri de normal limitleri içinde kalmıştır.

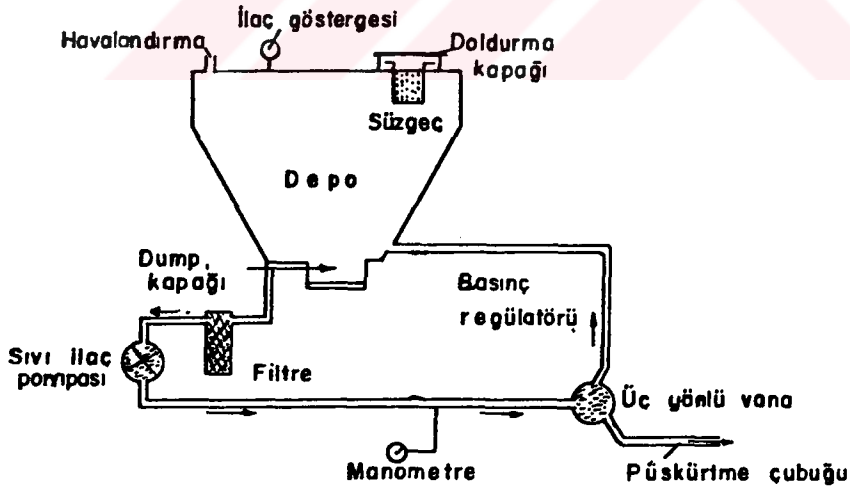
**İlaçlama Sistemi :**Uygulamalarda diyaframlı Teejet memeler kullanılmıştır. Her iki uçağa ait püskürtme sistemi ile ilgili bilgiler, Çizelge 20.' de verilmiştir. Bir uçak kabini içindeki bazı kontrol organları Şekil 19'da ve bir tarım uçağındaki ilaçlama sistemi de Şekil 20.'de şematik olarak verilmiştir.

İlaçlama sisteminin özellikleri, Çizelge 20.'de verildiği gibidir. Araştırmada kullanılan püskürtme memelerinin parçaları Şekil 21.'de gösterilmiştir. İçi boş konik hüzmeli meme kullanılmıştır. Memelerde otomatik olarak çalışan diyaframlı bir supap vardır.





Şekil 19. Uçak Kabini ve İlaçlama Sistemi Kontrol Organları  
(QUANTICK, 1985)

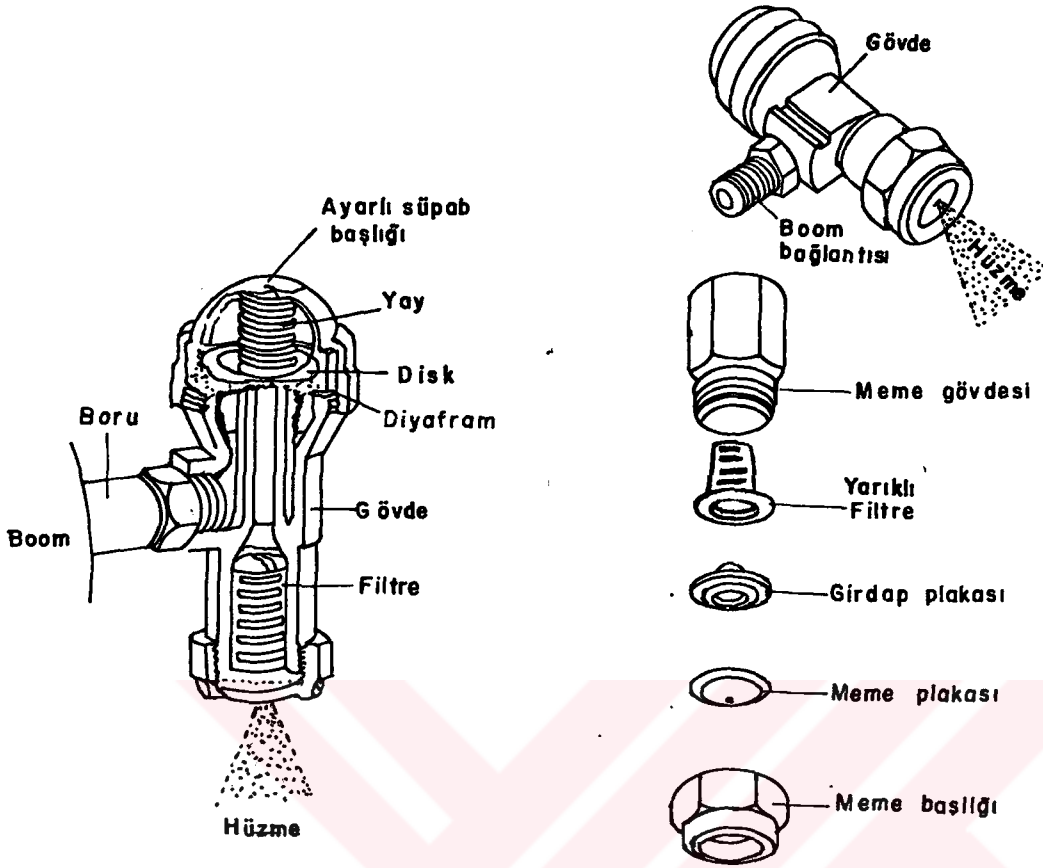


Şekil 20. Bir Tarım Uçağında İlaçlama Sistemi Şeması  
(AKKESSON ve YATES, 1974)

Çizelge 20. Denemelerde Kullanılan Uçakların İlaçlama Sistemleri ve Özellikleri(ANONYMOUS, 1977; DELİGÖNÜL, 1977)

| Uçaklar            |                            | Piper Super Cub               | Cessna Ag Truck               |
|--------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Püskürtme Memeleri | Tipi                       | Konik Hüzmeleli Hidrolik meme | Konik Hüzmeleli Hidrolik meme |
|                    | Sayısı(adet)               | 30                            | 60 (12-48)                    |
|                    | Meme Numarası              | SS D12-45                     | SS D8-45 ; D10-45             |
|                    | Malzemesi                  | Plastik                       | Pirinç                        |
|                    | Memeler arası uzaklık (cm) | 30                            | 16                            |
|                    | Konum açısı                | 135°                          | 135°                          |
| Püskürtme Pompası  | Tipi                       | Dişli                         | Santrifüj                     |
|                    | Markası                    | Sorensan                      | Transland                     |
|                    | Pervane pal sayısı(adet)   | 6                             | 6                             |
|                    | Pervane malzemesi          | Metal                         | Plastik                       |
| Püskürtme Çubuğu   | Uzunluğu (m)               | 10.56                         | 10.20                         |
|                    | Çapı (mm)                  | 15 ve 20                      | 38                            |
|                    | Parça sayısı               | 2                             | 1                             |
|                    | Malzemesi                  | Çelik                         | Aluminyum                     |
|                    | Yerleşim şekli             | Kanat alt ve ortası           | Firar kenarı                  |
| İlaç Deposu        | Kapasitesi (L)             | 100                           | 500                           |
|                    | Malzemesi                  | Polyester                     | Polyester                     |
|                    | Yeri                       | II. koltukta                  | Motor-Kokpit arası            |
|                    | Dump düzeni                | Yok                           | Var                           |
| Kumanda            | Vanalar                    | Mekanik                       | Manyetik                      |

Diyafram memenin damlatmasız çalışmasını sağlamaktadır. Püskürtme sıvı basıncı yay basıncını aşmadığı sürece, otomatik kontrol supabı kapalı kalmaktadır. Sıvı basıncı 0,5 atm basıncı geçince supap açılarak akışa izin vermektedir.



Şekil 21. Kullanılan Püskürtme Memesi ve Parçaları

#### Meme parçaları :

**Meme Gövdesi :** Tüm parçaları üzerinde taşır ve püskürtme çubuğuna bağlantıyı sağlar.

**Diyafram :** Otomatik supabın açılıp kapanmasını sağlar. Kimyasal aşınmalara karşı dayanıklı ve esnektir.

**Yaylı Supap Başlığı :** Diyafram üzerine, yay basıncını ileten bir parçadır. Bir disk ve çelik yaydan oluşmaktadır.

**Supap Ayar Başlığı :** Diyafram üzerine gelen yay basıncını ayarlayan bir parçadır. Gövde üzerine vidalanarak supap başlığını sıkıştırmaktadır.

**Yarıkli Süzgeç :** Pirinç malzemeden yapılmış yarıkli süzgeç kullanılmıştır. Meme plakasının tıkanmasını önlemekte ve püskürtmenin devamlılığını sağlamaktadır.

**Girdap Plakası :** Meme içindeki sıvıya, dönü hareketi kazandırır.

Dönü hareketi, içi boş konik hüzmeye oluşturmada sağlamaktadır. Araştırmada 45 Nolu pirinç malzemeli girdap plakaları kullanılmıştır.

**Meme Plakası :** Meme verdisini ve ilaçlamayı doğrudan etkileyen önemli bir parçadır. Serleştirilmiş paslanmaz çelikten yapılmıştır. D2; D4; ve D12 gibi meme No'ları ile gösterilmektedir. Rakamlar, 1/64 inch'in katları olarak meme plakası delik çapını vermektedir. Araştırmada, Piper Super Cub tarım uçağında D12-45 ve Cessna Ag Truck tarım uçağında D8-45 ve D10-45 meme No'ları kullanılmıştır.

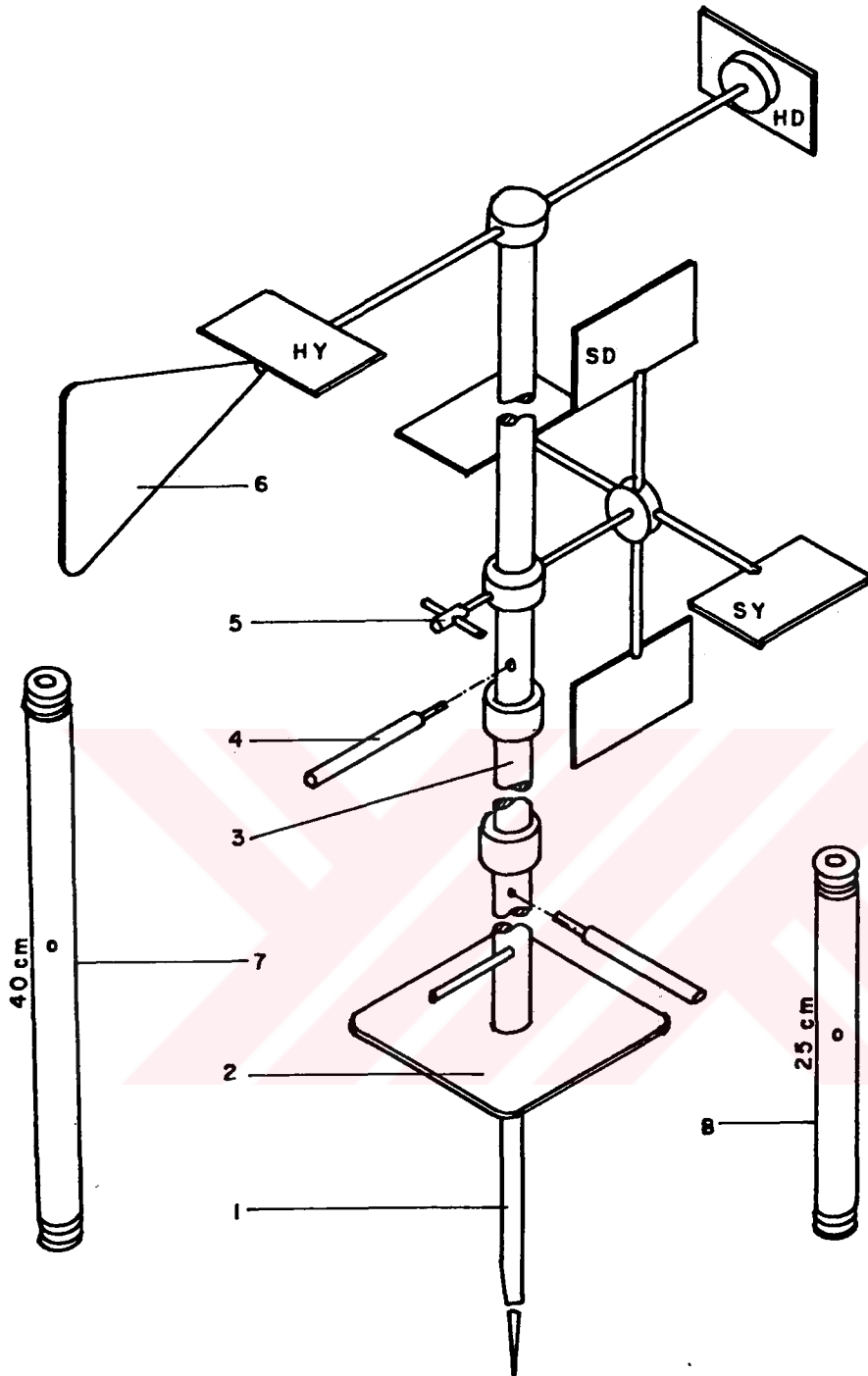
**Meme Başlık Somunu :** Püskürtme memesinin parçalarını ; meme plakası, girdap plakası ve yarıklı süzgeci bir arada tutar .

### 3.1.4. Örneklem Materyali

Araştırmada deneme tarlasından alınan örnekler, bitki üzerinden ve yapay örnek alma sehpaları yüzeylerinden olmak üzere iki farklı ortamdan, iki farklı şekilde alınarak değerlendirilmiştir. Bitkinin yaprakları üzerine yerleştirilen 3,70 cm çaplı beyaz filtre kağıtları (10.75 cm<sup>2</sup>) ile püskürtme sıvısının kalıntı miktarı ölçümleri yapılmıştır.

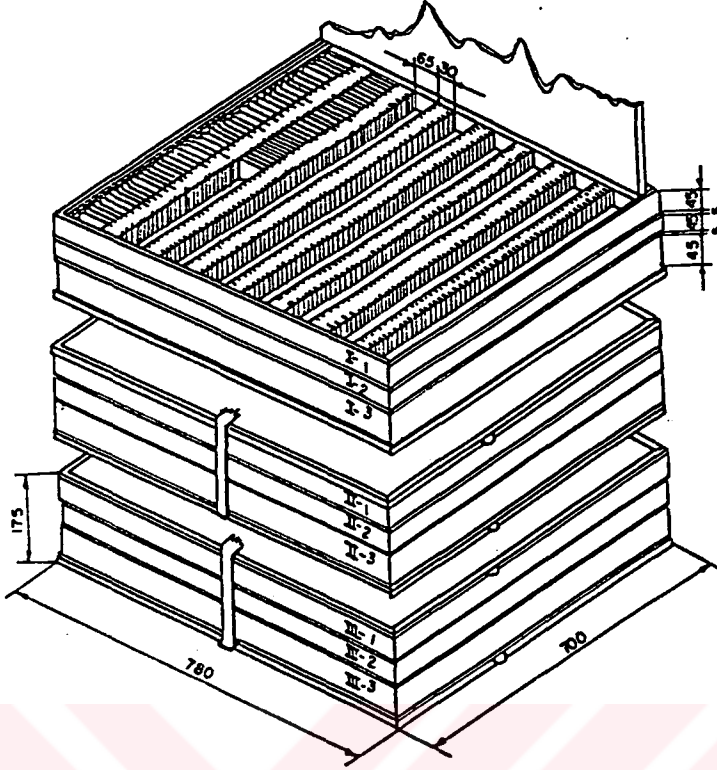
Örnek alma sehpalalarına yerleştirilen Ciba-Geigy'nin suya duyarlı kartları ile de (2,52 x 7,56 = 19 cm<sup>2</sup>) sayısal damla dağılımı belirlenmiştir. Örnek alma sehpası, bitkiyi karakterize edecek şekilde 4 yüzeyden oluşmuştur. Şekil 22.'de gösterilen bu örneklem yüzeyleri ; SY sabit yatay yüzey , HY hareketli yatay yüzey , SD sabit düşey yüzey ve HD hareketli düşey yüzeylerdir. Bu yüzeyler kullanılarak bitki boyu yüksekliğinde damla dağılımı örneklenmektedir. Bitkinin durumuna bağlı kalmadan, standart koşullarda örnekler alınabilmektedir. Ayrıca, hareketli yatay ve düşey yüzeyler uçuş sırasında uçak hava filesi içine otomatik olarak yönelmektedir.

Örnek alma sehpasının, Şekil 22.'de gösterilen diğer kısımları da şunlardır; 1- Toprağa gömülmeyi sağlayan kazık, 2- Derine batmayı sınırlayan mahmuz, 3- Sehpa boyunu ayarlamak için kullanılan boru parçaları, 4- Manşon sıkıştırma kolu, 5- Bağlama vidası, 6- Rüzgar yönlendirme kuyruğu , 7- 40 cm'lik ara bağlantı borusu ve 8- 25 cm'lik ara bağlantı borusudur.



**Şekil 22. Örnek Alma Sehpası (DELİGÖNÜL, 1984)**

Filtre kağıtları ile alınan örnekler kavanozlarda; suya duyarlı kartlarla alınan örnekler de, Şekil 23.'de gösterilen kasalar ile saklanıp, taşınmıştır. Alınan örneklerin dış etkilere korunması ve birbiri ile sürtünmesi bu şekilde önlenmektedir. Bu amaçla , özel ahşap kasalar kullanılmıştır (DELİGÖNÜL, 1984).



Şekil 23. Örnek Taşıma ve Saklama Kasaları (DELİGÖNÜL, 1984)

### 3.1.5. Meteorolojik Aygıtlar

Meteorolojik gözlemler için termometre, termohigrograf, anemometre ve rüzgar gülü kullanılmıştır.

**Termometre :** Digital göstergeli, United Systems yapımı 581-C modeli ısı dirençli bir elektronik termometre kullanılmıştır. Meteorolojik gözlem arabası teleskopik direğine, bu termometrenin üç probu, 3 ayrı noktadan yerleştirilerek, probalar ile sıcaklık ölçümleri kaydedilmektedir.

**Termohigrograf :** Uçuş yüksekliğinde bağıl nemin ölçülmesi için kullanılmıştır. Uygulamanın yapılacağı günlerde sabah erken saatlerde veya bir gün önceden başlamak üzere nem ve sıcaklık değişimini sürekli olarak kaydeden Will. Lanbrecht GmbH Göttingen; 252 Ua tip termohigrograf cihazı kullanılmıştır.

**Anemometre :** Kullanılan anemometre, ölçüm sınırları 0-30 m/s arasında olan sayısal göstergeli elektronik bir anemometredir (Airflow - LCA 6 000). Ölçüm başlığının çapı 113 mm dir. Başlık içinde bulunan



pervanenin rüzgar etkisi ile dönmesi sonucu, rüzgar hızları dönü sayısına bağlı olarak  $\pm$  % 1 hassasiyetle ekrandan okunmaktadır. Üç saniyelik süre içinde ortalama hava hızını doğrudan verebilmektedir. Rüzgar yönünün ölçümünde, MKE yapımı bir rüzgar gülü kullanılmıştır.

### 3.1.6. Kimyasal Maddeler

+ Dibazik Sodyum Fosfat ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ): İz maddesine uygun bazik bir ortam hazırlamak için kullanılmıştır. Beyaz toz şeklinde ve molekül ağırlığı 269 gramdır(MERCK, 1976).

+ Disodyum Fluorescein ( $\text{C}_{20}\text{H}_{10}\text{Na}_2\text{O}_5$ ): Suda kolay çözülebilen bir flüorişıl maddedir.  $2 \cdot 10^{-5}$   $\mu\text{g/ml}$  derişikliğe kadar sudaki çözeltisi UV ışınları altında görülebilir sarımsı-yeşil renk vermektedir. Molekül ağırlığı 296.28 gram'dır. Çözeltisinin en çok yuttuğu dalga boyu 460-493 nm'dir. Higroskopik ve turuncu renkte bir tozdur(MERCK, 1976).

+ Defolyant (Dropp), pamukta hasadı kolaylaştırmak için kullanılan yaprak dökücüdür. Aktif maddesi % 50 Thidiazuron'dır. LD<sub>50</sub>'si 4 500 mg/kg'dır. Toprakta birikim yapmadığı ve bir yıl sonraki ürüne etkisi olmadığı belirlenmiştir. Dekara 25-40 gram verilmektedir. Yerden ve havadan uygulanabilmektedir (TÜRK-HOECHTS, \_).

### 3.1.7. Analiz ve Ölçüm Açıtları

#### 3.1.7.1. Fluorometre

Fluorometrede, optik köprü ilkesine dayalı olarak flüorişıllık ölçümü yapılmaktadır. Optik köprü birimi bir elektronik mekanizmaya bağlanmıştır. Örnekleme çözeltisi tüpü ağıta yerleştirilince bağıl flüorişıl okuması otomatik olarak yapılmaktadır. Optik köprüye flüorişıl lamba ve örnek çözeltiden, iki değışik ışık ışıını gelmektedir. Bu nedenle fluorometre optik köprü ilkesi ile çalışan iki ışıınlı bir ağıt olarak da adlandırılmaktadır.

Flüorişıl madde içeren çözelti, üzerine gelen ışık ışıınımlarının bir kesimini yutarak, yeniden flüorişıl ışık ışıınımları olarak yaymaktadır. Analizlerde kullanılan fluorometre, flüorişıl madde içeren çözelti bu özelliğini, % 100 üzerinden bağıl değıerlendirme ilkesi ile çalışmaktadır. "Turner, Model: 111-000" filtreli fluorometre analizlerde kullanılmıştır (TURNER, 1974).

Fluorometrede, ışık kaynağından gelen morötesi ışık ışınımının miktarı ışık penceresi ile dört değişik basamakta ayarlanmaktadır. Örneklem çözeltisinin bulunduğu tüpe gelen ışık I. optik filtre veya filtrelerinden geçmektedir. Tüpten flüorışıl olarak yayılan ışık ışınımının dalga boyları ışık arayıcıya, II. optik filtre veya filtrelerinden geçtikten sonra belirli dalga boylarına ulaşmaktadır. Işık arayıcı, üzerine gelen ışık ışınımının yoğunluğunu yükselterek, elektronik bir mekanizma ile 100 bölümlü okuma kadranına bir mekanik düzenle dönü hareketi olarak iletmektedir.

Fluorometrede kullanılan ışık kaynağı fosforlu veya civa buharlı standart UV lambalarıdır. "U" biçimli tüpten yapılmış "110-850" lamba, UV ışınları yayar. Kısa tanımlaması "GE-F4T4/BL" şeklindedir.

Örneklem çözeltileri, fluorometrede okunmak üzere tüplere konmaktadır. Silindirik camdan yapılmış, kenarsız borosilikat deney tüpleri kullanılmaktadır. Fluorometre ile çalışmada, aşağıdaki hususların göz önüne alınması gerekmektedir;

- Çalışma ortamında, çevre sıcaklığı max 40°C olmalıdır.
- Aygıtın duyarlılığı; uyarı ışığının "1X, 3X, 10X ve 30X" basamakları ile ayarlanmaktadır.
- Alternatif akımda (AC) 105-130 Volt arasında, okumalarda  $\pm$  % 2 sapma olmaktadır.
- Çalışma gerilimi 115 V; 1500 mA ve 50 Hz'lik alternatif akımdır ve
- Birden fazla sayıda I. ve II. optik filtre kullanılabilir (TURNER, 1974).

### 3.1.7.2. Mikrometreli Mikroskop

Elde ölçülemeyen boyutların ölçümünde kullanılmaktadır.  $\pm 5 \mu\text{m}$  hassasiyetlerde ölçüm yapılabilir. Görüntüyü 20 kez büyüten "Amsler 1404/27" marka mikrometreli mikroskop kullanılmıştır. Suyu duyarlı kartlar üzerindeki damlaların ölçümü yapılabilir.

### 3.1.8. Diğer Araç ve Gereçler

#### - Teleskopik Direkli Gözlem Arabası:

Farklı yüksekliklerde; sıcaklık ölçümleri, rüzgar yönünün belirlenmesi ve bağıl nemin ölçülmesi amacıyla teleskopik direkli gözlem arabası kullanılmıştır. Özellikle, havadan yapılan uygulamalarda Hava Kararlılık Katsayısı SR'nin belirlenmesi gerekmektedir. SR'nin saptanması için üç değişik yükseklikte (2,44; 4,88 ve 9,75 m) hava sıcaklığı ve rüzgar hızının ölçümü gerekmektedir (DELİGÖNÜL, 1984).

Bu amaç için, Deligönül (1984), ün çalışmalarında kullandığı traktörle çekilen üç tekerlekli araç kullanılmıştır. 10 m yüksekliğinde çelik borudan yapılmış iç içe geçmeli, üç parçalı bu direk, arabanın ağırlık merkezine yerleştirilmiştir. İndirme ve kaldırma durumlarında da dengesinin bozulmaması için açılıp kapanan üç destek kolu bulunmaktadır.

#### **-Püskürtme Sıvısı Hazırlama Arabası:**

İki dingilli bir tarım arabası üzerinde; 1,5 tonluk iki silindirik fiberglas depo, santrifüj pompa ve tek silindirik bir de benzin motor vardır. Uçak deposuna, su ve püskürtme sıvısı iletmek ve boşaltmak için uygun ve kolay bir çalışma ortamı sağlamaktadır (DELİGÖNÜL, 1984).

- **Çalkalama Aleti:** Kavonozlar içerisine yerleştirilen filtre kağıtlarındaki iz maddesinin, çözücü çözelti içerisinde homojen bir şekilde çözünmesini sağlamak amacıyla kullanılmıştır. Nüve marka ve S 350 tip olan bu alette devir 10-200 d/min arasında ayarlanabilmektedir.

### **3.2. Metod**

#### **3.2.1. Deneme Deseni ve Dağılım Örneklemesi**

Örneklemeler, 7'şer gün ara ile üç değişik parselde bitki üzerinden ve örneklemme sehpaları üzerinden alınmıştır. Her bir bitkinin üst, orta ve alt yapraklarından, yaprak üstü ve yaprak altlarından 6'şar örnek filtre kağıtları ile alınmıştır. Örneklemme sehpalarından ise hareketli yatay (HY), sabit yatay (SY), hareketli düşey (HD) ve sabit düşey (SD) yüzeylerden olmak üzere, 4 adet suya duyarlı kart üzerinde damla dağılım örnekleri alınmıştır.

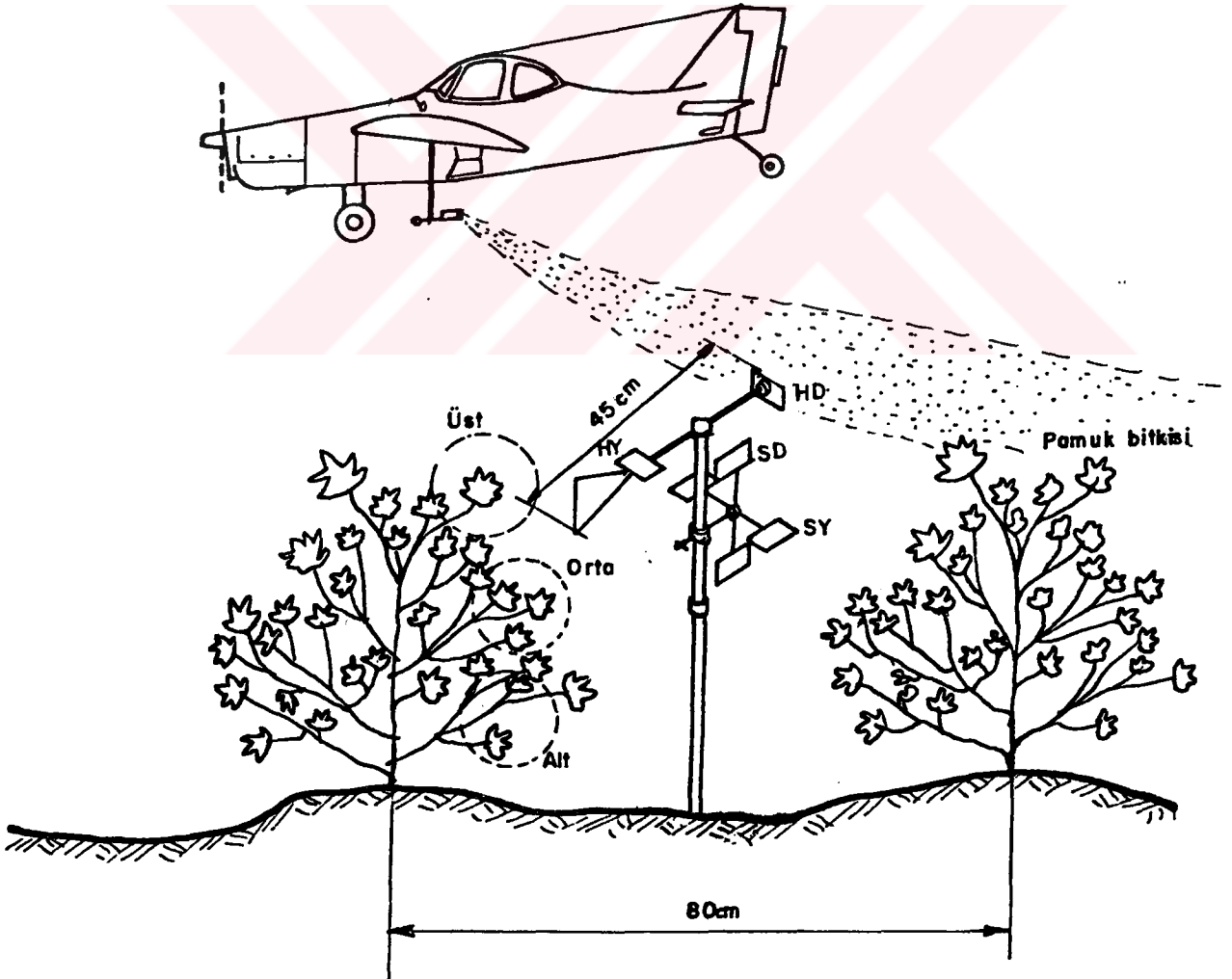
Her deneme uçuşu sırasında, örnekler uçuşa dik doğrultuda ve eksene göre 15 sağda ve 15 solda olmak üzere 30 pamuk sırası üzerinden ve pamuk sıraları arasına 80 cm aralıklarla yerleştirilen örnek alma sehpalarından alınmıştır. Deneme deseni Şekil 24.'de verilmiştir. Şekilde, uçağın sağ ve sol kanat altında, 1'den başlayarak 15'e kadar örneklemme noktaları sayı ile gösterilmiştir.

#### **3.2.2. Deneme Deseninin Kurulması ve Örneklerin Alınması**

Deneme deseni, bir parsel için Şekil 24.'de verilmiştir. Uygulama doğrultusunda ASAE S 386 (1987) ve Deligönül (1984)'e göre 3 km boyunca düz uçuşa uygun engelsiz bir alandır. Parseller 580 da'lık pamuk alanında üç geçişli uygulama yapmaya yeterli genişlikte, 50 m olarak seçilmiştir. Parsel boyu ise 50 m olarak tutulmuştur. Ancak, ASAE S 386 (1987)'ya göre,

püskürtme rejimini sağlamak için; defolyantın püskürtülmesine, örnekleme yapılacak parselden 400 m önce başlanmış ve 400 m sonra püskürtme kesilmiştir. Parseller arasında, bulaşma ve etkileşmeyi önlemek için 30'ar metre ara bırakılmıştır. % 54,0; % 59,0 ve % 65,0 pamuk kozası açma oranlarında üç uygulama yapılmıştır. Uygulamalar için 50 x 50 m boyutlarında üç parsel kullanılmıştır. Aynı özellik ve boyutta bir parsel de karşılaştırmalar için kontrol olarak kullanılmıştır.

Uçak dağılım genişliği içinde, bitki ve sehpalar üzerinden dağılım düzgünlüğünün ve kalıntı miktarının belirlenmesi için örnekler alınmıştır. Örnekleme, hazırlanan parsellerin ortasından alınmıştır. Örnek alma sehpaları ve filtre kağıtlarının yerleşimi, Şekil 25.'de gösterilmiştir. Burada, örnek alma sehpaları, bitki sıra aralarına dizilmiştir. Örnekleme sehpalarının yanındaki bitkilerden de, yapraklara yerleştirilen filtre kağıtları ile örnekleme yapılmıştır.



Şekil 24. Örnek Alma Düzeni



**Şekil 25. Deneme Parselinde Kullanılan Örnekleme Deseni**

### 3.2.3. Uçak Kalibrasyonu ve Meteorolojik Koşullar

#### 3.2.3.1. Uçak Kalibrasyonu

Hacımsel uygulama normunun kalibrasyonu, denemelerden önce yapılmıştır. Hacımsel uygulama normunun hesaplanmasında, aşağıdaki bağıntı kullanılmıştır.

$$N = \frac{n \cdot q}{V_y \cdot B_e} \dots\dots\dots(2)$$

Burada;

N = Hacımsel uygulama normu (L/da),

n = Meme sayısı (adet),

q = Meme verdisi (L/h),

$V_y$  = Yere göre hızı (km/h) ve

$B_e$  = Effektif iş genişliği (m).

Hacımsel uygulama normu (N)'e; püskürtme verdisi  $Q(n.q)$ , uçuş hızı  $V_y$  ve efektif iş genişliği  $B_e$  etki etmektedir. Burada efektif iş genişliği Piper Super Cub uçağında  $B_e = 12$  m ve Cessna Ag Truck uçağında  $B_e = 16$  m alınmıştır (DELİGÖNÜL, 1977; 1984).

**Meme verdisi ölçümü (q):** Meme verdileri, uçak yerde ve havada çalıştırılırken ölçülmüştür. Depoya doldurulan suyun püskürtülmesi, ASAE S 386 (1987) ve ISO (1986)'ya göre  $\pm \% 1$  hassasiyetle yapılmıştır. Bu amaç için ilaç deposuna 100 litre su konarak 3 000 m'lik düz bir ilaçlama uçuşu ile püskürtme yapılmış ve püskürtme süreleri ölçülmüştür. Her bir memenin aynı basınçta, meme verdileri 0,1 saniye duyarlılıkla ve kronometre ile yerde saptanmıştır. Memelerin  $\% CV$  varyasyon katsayılarının,  $\pm \% 10$  sapma sınırları içinde kalması sağlanmıştır.

Piper Super Cub uçağında 30 adet D12-45, Cessna AG Truck uçağında 12 adet D8-45 ve 48 adet D10-45 püskürtme memeleri kullanılmıştır.

**Uçak Yer Hızı ( $V_y$ ):** Yer hızı ölçümleri, araştırma alanında ilaçlama uçuşu koşullarında, uçağın yüklü ve yüksüz durumunda yapılmıştır. Şekil 26.'da gösterilen, uzaklığı 600 m olan, iki nokta arasında, kronometre ile zaman tutularak belirlenmiştir. Bu amaç için aşağıdaki bağıntı kullanılmıştır (DELİGÖNÜL, 1984).



$$V_y = \frac{2 \cdot \overline{AB}}{T_a - T_b} \cdot 3,6 \dots\dots\dots(3)$$

Burada;

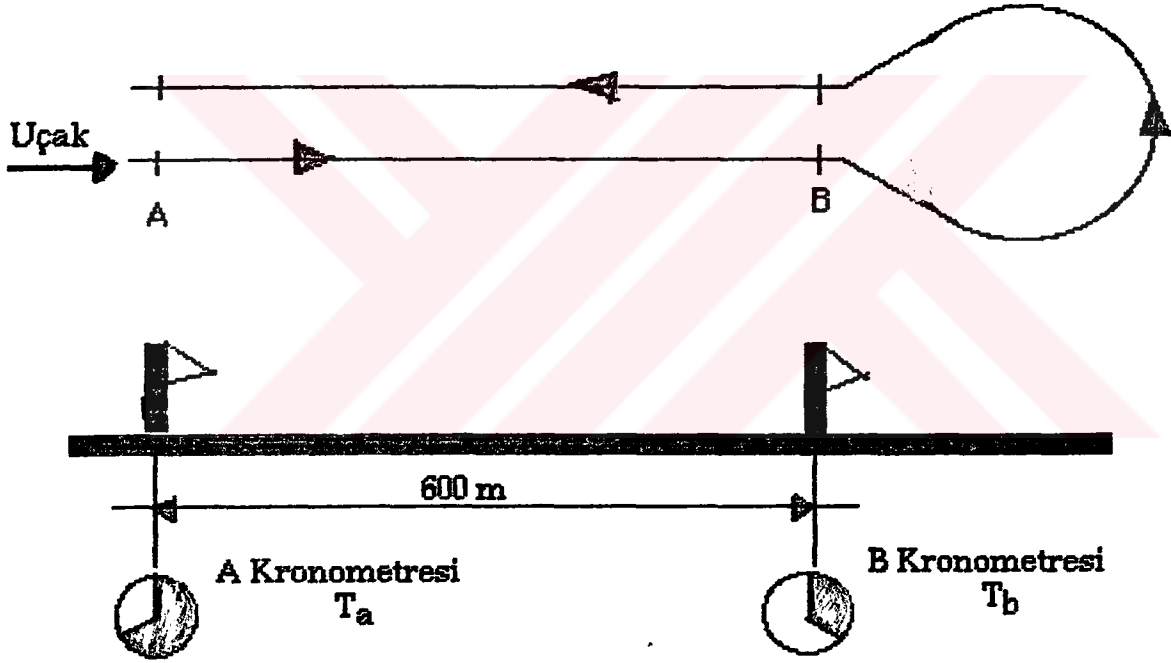
$V_y$  = Yer hızı (km/h),

$\overline{AB}$  = Ölçümün yapıldığı uzaklık (m),

$T_a$  = A kronometresinde ölçülen süre (s),

$T_b$  = B kronometresinde ölçülen süre (s) ve

3,6 = Birim çevirme katsayısı.



Şekil 26. Uçak Yer Hızı Ölçümleri

### 3.2.3.2. Meteorolojik Koşulların Saptanması

Meteorolojik faktörler, damla hareketine etki etmektedir. Sıcaklık, rüzgar ve bağıl nem, ilaç damlalarının ömrüne, hareket yönüne ve büyüklüğüne doğrudan etki etmektedir. Bu nedenle, deneme uçuşları sırasında meteorolojik koşullar da saptanmıştır. Bu amaçla, özel olarak

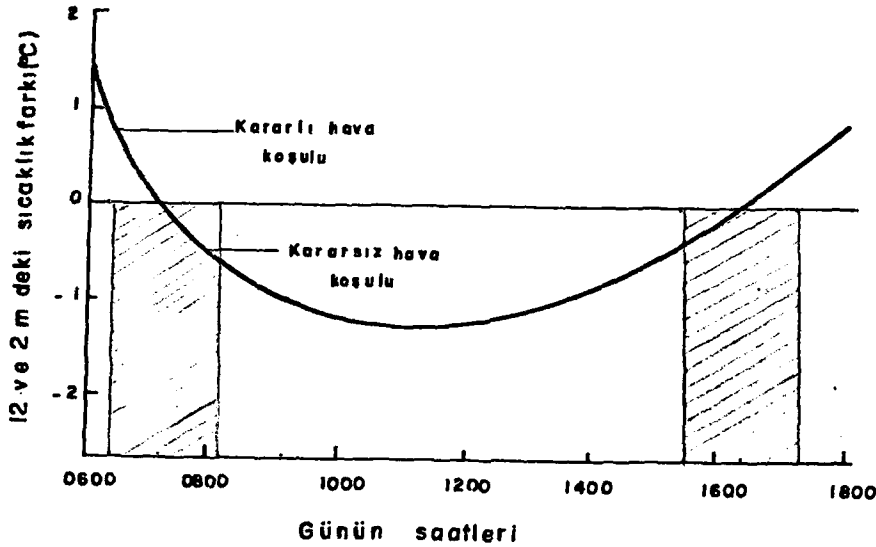
teleskopik direkli gözlem arabası kullanılmıştır . Uçuş yüksekliğinde bağıl nem, hava sıcaklığı ve rüzgâr yönü saptanmıştır. Hava kararlılık katsayısı SR'nin bulunması için 2,44 m'de  $T_1$  ve 9,75 m'de  $T_2$  hava sıcaklığı; 4,88 m'de  $V_r$  rüzgâr hızı ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümler sonunda, aşağıdaki bağıntı ile hava kararlılık katsayısı (SR) hesaplanmıştır (DELİGÖNÜL, 1976; AKESSON ve YATES, 1974; QUANTICK, 1985).

$$SR = \frac{T_2 - T_1}{V_r^2} \cdot 10^5 \dots\dots\dots(4)$$

Burada;

- SR = Hava kararlılık katsayısı ( - ),
- $T_1$  = 2,44 m'deki hava sıcaklığı (°C),
- $T_2$  = 9,75 m'deki hava sıcaklığı (°C) ve
- $V_r$  = 4,88 m'deki rüzgâr hızı (cm/s) dir.

Günün değişik saatlerinde elde edilen 2 ve 12 m yükseklikteki sıcaklık farklarının değişimi Şekil 27.'de verilmiştir(QUANTICK, 1985). Şekil 27.'deki grafikte de görüldüğü gibi; sabah erken ve öğleden sonra geç saatlerde kararlı hava koşulu oluşmaktadır. Uygulamaların bu nedenle, kararlı hava koşullarında yapılmasna çalışılmıştır.



Şekil 27. Günüün Saatlerine Göre Hava Kararlılığının Değişimi(QUANTICK, 1985; MATTHEWS, 1982)

Rüzgar hızı ve uçuş yüksekliği de damla dağılımına etki etmektedir. Bu etki, dağılım katsayısı belirlenmektedir.  $P_k$ , aşağıdaki bağıntı ile hesaplanmıştır. Eşitsizliğin sağlanması ile en uygun dağılım elde edilmektedir. Uçuşlarda, bu koşulun sağlanmasına çalışılmıştır.

$$P_k = V_r \cdot H_u < 15 \quad \dots\dots\dots(5)$$

Burada;

$P_k$  = Dağılım katsayısı,  
 $V_r$  = Rüzgar hızı (m/s) ve  
 $H_u$  = Uçuş yüksekliği (m)'dir.

Meteorolojik ölçümler, deneme uçuşunun olduğu gün sabah erken saatlerde başlayıp 15 dakikalık aralıklarla yapılmıştır.

Püskürtülen damlalar meteorolojik koşulların etkisi altında kalmaktadır. Bunlardan; rüzgar, damlaların hedef dışına taşınmasına neden olmaktadır. 8 km/h'in altındaki rüzgar hızlarında uygun çalışmalar yapılabilmektedir(ISO, 1986; ASAE, 1987). Uygulamalar, bu rüzgar hızlarının altında yapılmıştır.

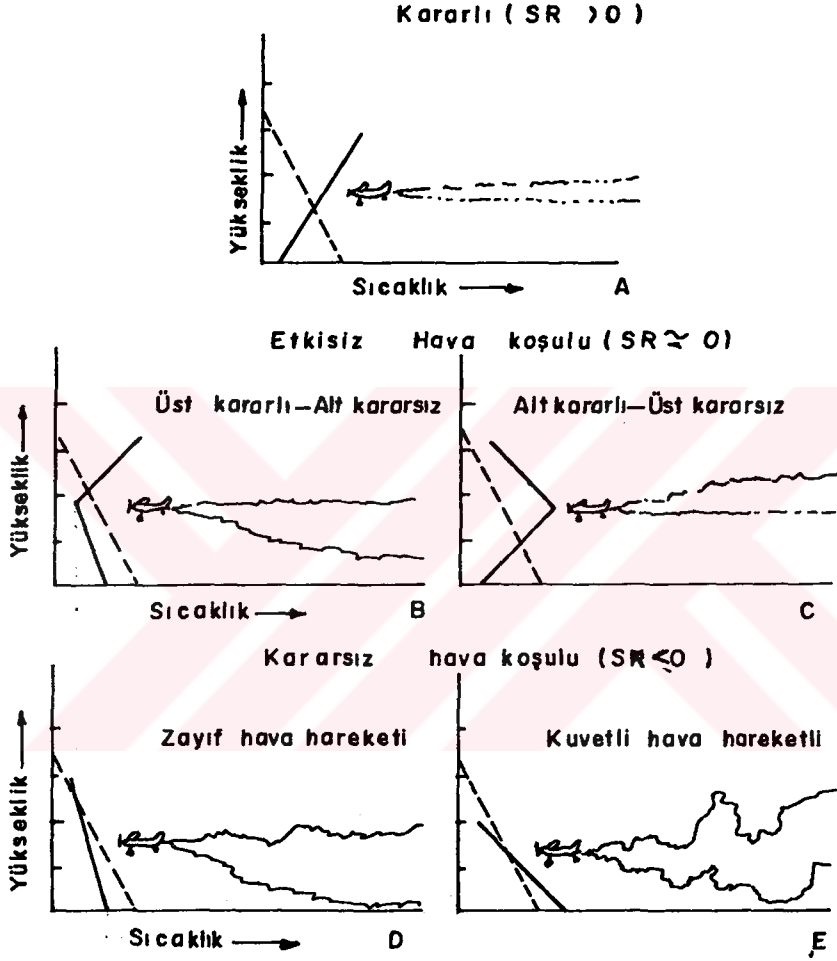
Ayrıca, kalıntı dağılım düzgünlüğüne, damla çapının büyüklüğü ve havanın türbülansı da etki etmektedir(QUANTICK, 1985).

Sıcaklık; damlaların büyüklüğüne ve ömrüne etki etmektedir. Sıcaklıkla birlikte buharlaşma hızlanmakta ve damla çapı küçülmektedir. Bu nedenle uçuşlar, sabah düşük sıcaklıklarda yapılmıştır.

Bağıl nem; bağıl nemin düşük ve sıcaklığın yüksek olduğu hava koşulunda buharlaşma oranı artmaktadır. Hızlı buharlaşma sonucu çapları küçülen damlalar hedef dışına daha kolay taşınabilmektedir. Yüksek bağıl nem oranı da çiğlenmeye neden olmaktadır. Bu nedenle, uygulamalar % 80 bağıl nem oranının altında yapılmaya çalışılmıştır (AKESSON and YATES, 1974).

Havadaki termik hareketler de damlaların hedefe ulaşmasını engellemekte. Bu da stabil olmayan hava koşullarında olmaktadır (DELİGÖNÜL, 1984; ÖNEN, 1989). Şekil 28.'de kararlı, etkisiz ve kararsız hava koşullarının nasıl oluştuğu görülmektedir(QUANTICK, 1985). Kararlı hava koşulunda, yükseklikle birlikte sıcaklık artmaktadır; etkisiz veya nötr hava koşulunda yükseklikle sıcaklık değişmemekte ve kararsız hava koşulunda ise; yükseklikle birlikte sıcaklık düşmektedir(QUANTICK, 1985).

Hava stabilite katsayısı (SR)'nin değişmesi havadan yapılan uygulamayı önemli oranda etkilemektedir. Bu etkinin değişik hava koşulları için oluşumları Şekil 28.(A;B;C;Dve E)'de verilmiştir. Bu durum, uygulamalarda dikkate alınmıştır(ANONYMOUS, 1976; QUANTICK, 1985).



----- Normal şartlar altındaki hava koşulunda  
 \_\_\_\_\_ Değişik hava koşullarında

Şekil 28. Hava Stabilitesi (SR)'nin İlaçlamaya Olan Etkileri  
 (ANONYMOUS, 1976; QUANTICK, 1985).

### 3.2.4. Fiziksel Damla Analiz Yöntemi

#### 3.2.4.1. Yayılma Faktörünün Belirlenmesi

Yapılan çalışmada, damlaların bitki ve iş genişliğinde damla çapı ölçüleri ve dağılım yoğunlukları belirlenmiştir. Bu yöntem özel boya ve iz maddeleri kullanılarak yapılan kolorimetrik ve fluorometrik yöntemlere göre daha kolay olmaktadır. Ancak, duyarlılığı daha azdır.

Dağılım paterni, damla spektrumu ve damla sayısı dağılım yoğunluğu suya duyarlı kartlarla "Water Sensitive Paper" alınan örneklerin değerlendirilmesi ile yapılmıştır. Yapay örnek alma sehpalarından, sabit ve hareketli yatay ve düşey 4 örnek yüzeyden alınan örnekler, mikrometrelili mikroskop "Amsler 1404/27" ile ölçülüp sayılmıştır. Birim alandaki damla sayıları ve damlaların çap büyüklükleri saptanmıştır.(DELİGÖNÜL, 1984; CIBA-GEIGY, 1991).

Elde edilen leke çapları Ciba-Geigy, (1991)'e göre orjinal damla çaplarına dönüştürülmüştür ( DELİGÖNÜL ve SAĞLAM, 1991).

Değerlendirmeler için karakteristik damla çapları; NMD (= Number Median Diameter, sayısal orta çap), VMD (=Volume Median Diameter, hacimsel orta çap) ve MMD (=Mass Median Diameter, kütleli orta çap) değerleri hesaplanmıştır ( DELİGÖNÜL, 1984; QUANTICK, 1985; ZEREN, 1986).

Yayılma faktörleri, suya duyarlı kartlarda ölçülen leke çapları ve gerçek damla çapları ile ve % 40 bağıl nem ve 20 °C ortam sıcaklığı için Çizelge 21.'de verilmiştir(CIBA-GEIGY, 1991).

Çizelge 21. Suya Duyarlı Kartlarda Yayılma Faktörü (CIBA-GEIGY, 1991)

| Yayılma Faktörü<br>$YF = D_L/D_g$ | Leke Çapı Ø<br>$D_L (\mu m)$ | Gerçek Çap Ø<br>$D_g (\mu m)$ |
|-----------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| 1,7                               | 100                          | 59                            |
| 1,8                               | 200                          | 109                           |
| 1,9                               | 300                          | 155                           |
| 2,0                               | 400                          | 200                           |
| 2,1                               | 500                          | 243                           |
| 2,1                               | 600                          | 285                           |

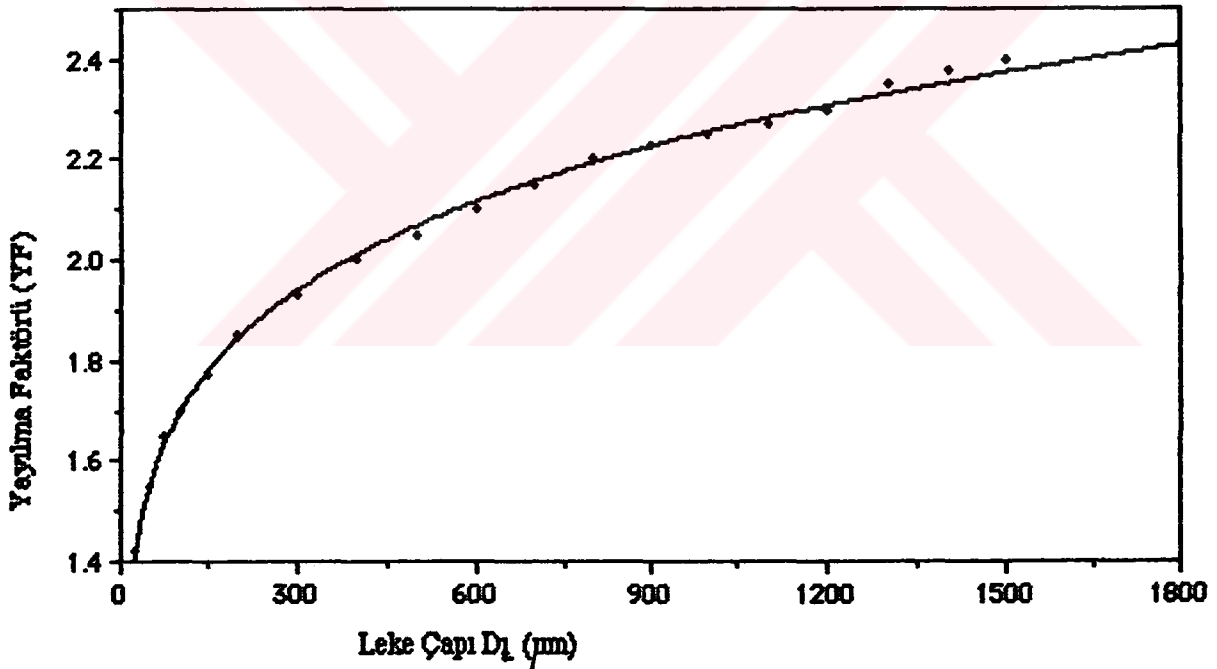
### 3.2.4.2. Yapay Yüzeylerde Damla Dağılımının Saptanması

Damla leke çapı ve yayılma faktörü arasındaki ilişki, Şekil 29.'da görüldüğü gibi, Ciba-Geigy tarafından grafik olarak verilmiştir. Ancak, 21 nolu çizelgede çalışma alanımıza giren damla çapları yer almadığı için 6 nolu üstel bağıntı, cricket grafik programından yararlanılarak elde edilmiştir. Burada, leke çapı ve yayılma faktörü arasında, Çizelge 21.'deki değerler kullanılarak üstel bir ilişki kurulmuştur.

$$YF = 0,9495 \cdot D_L^{0,12534} \dots\dots\dots(6)$$

Burada; YF = Yayılma faktörü ( ) ve

$D_L$  = Suyu duyarlı kartta ölçülen damla leke çapı( $\mu\text{m}$ ) dir.



Şekil 29. Leke Çapı ve Yayılma Faktörü Arasındaki İlişki  
(CIBA-GEIGY, 1991)

Gerçek damla çapı  $D_g$ , leke çapı  $D_L$  ve YF değerleri kullanılarak aşağıdaki bağıntı elde edilmiştir:

$$D_g = \frac{D_L}{YF} = \frac{D_L}{0,9495 \cdot D_L^{0,12534}} = 1,05318 \cdot D_L^{0,87466} \dots\dots\dots(7)$$



Karakteristik damla çapları, aşağıdaki bağıntılardan elde edilmiştir.

$$NMD = \frac{\sum_{i=1}^n (n_i d_i)}{\sum_{i=1}^n n_i} \dots\dots\dots(8)$$

Burada;

NMD = Sayısal orta çap(Number Median Diameter) ( $\mu m$ ),

$\sum n_i$  = Çap aralığına giren damla sayısı(adet),

$d_i$  = Sınıflandırma aralığı( $\mu m$ ) ve

$i$  = Çap aralığı sayısıdır.

$$VMD = \frac{[\sum_{i=1}^n (n_i d_i^3)]^{1/3}}{\sum n_i^{1/3}} \dots\dots\dots(9)$$

Burada;

VMD=Hacimsel orta çap(Volume Median Diameter)( $\mu m$ )'dir.

$$MMD = \frac{\sum_{i=1}^n (n_i d_i^3)}{\sum_{i=1}^n (n_i d_i^2)} \dots\dots\dots(10)$$

Burada;

MMD = Kütlesel orta çap(Mass Median Diameter)( $\mu m$ )'dir.

Bağıntılar ile çap tekdüzeliği, ( $NMD/VMD=HC$ ) homojenlik katsayısı da hesaplanmıştır. HC oranının "1"e yaklaşması en uygun damla spektrumunu ifade etmektedir. Ayrıca dağılım genişliği ve uçak iş genişliği boyunca en düşük % CV'nin elde edildiği damla dağılım düzgünlüğü incelenmiştir. Bunun için örnek alma sehpalarındaki dört yüzeyden alınan değerlerin ortalaması dikkate alınarak hesaplamalar yapılmıştır.

Dağılım genişliğinde ASAE S 386 (1987) ve ISO, (1986) standart istatistikî yöntemler ile % CV katsayıları hesaplanmıştır (ASAE, 1987; ISO, 1986).

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n (n_i x_i)}{\sum_{i=1}^n n_i} \dots\dots\dots(11)$$

Burada;  $\bar{X}$ = Birim alandaki ortalama damla sayısı (adet/cm<sup>2</sup>)'dir.

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (n_i x_i)^2}{\sum_{i=1}^n n_i - 1} \dots\dots\dots(12)$$

Burada; S= Standart hata (-)'dir.

$$\% CV = \frac{S. 100}{\bar{X}} \dots\dots\dots(13)$$

Burada; % CV= Varyasyon katsayısı (%)'dir.

Karakteristik damla çaplarının bilgisayar ile hesaplanmasında bu amaçla hazırlanan özel bir program kullanılmıştır (EK-1).

### 3.2.5. Fluorometrik Analiz Yöntemi

#### 3.2.5.1. Çözeltinin Hazırlanması

Araştırmada, sıvı materyalin miktar ve hacim olarak dağılımının belirlenmesinde Turner yapımı filtreli, Model 111-000 fluorometre kullanılmıştır. Denemelerde püskürtme sıvısı içine flüorışıl özellik gösteren disodyum fluorescein maddesi katılmıştır. Her uygulamadan önce çözelti yeniden hazırlanmıştır. Örnekler, uygulamadan hemen sonra toplanarak kısa zamanda kavonozlara konarak saklanmıştır.

Disodyum fluorescein iz maddesi örnek yüzeylerde kuruduktan sonra bozulmadan yeniden suda tam olarak çözünabilmektedir.

Fluorometrede, tarla çalışmalarından önce laboratuvarda ön denemeler ve kalibrasyon çalışmaları yapılmıştır. Bu amaç için değişik optik filtre ve çözelti derişikliklerinde okumalar yapılmıştır. Doğru ve duyarlı çalışma koşulları saptanmıştır.

Disodyum fluoresceinin pH'ı 9 olan bazik çözelti de kararlı ve sürekli bir flüorışılık verdiği Deligönül (1984) tarafından belirtilmiştir. Bu nedenle pH'ı 9 dolayında olan 0,05 Molg/L'lik dibazik sodyum fosfat çözeltisi hazırlanmıştır. Çözelti, 1 L suya 13,458 g dibazik sodyum fosfat tuzu katılarak elde edilmiştir (TURNER, 1974; DELİGÖNÜL, 1979; 84).

Dibazik sodyum fosfat çözeltisinin 1 litresine, 0,06 gram disodyum fluorescein eklenerek 0,0001 Molg/L'lik derişiklikte çözelti elde edilmiştir. Bunlara ilave olarak, bir litre çözelti içine 7 gram defolyant (DROPP) eklenerek, dekara 5 litre üzerinden gerekli çözelti hazırlanmıştır. Böylece, dekara 35 gram defolyant atılacak şekilde, püskürtme sıvısı hazırlanmıştır.

Hazırlanan 100 L'lik püskürtme sıvısında, 1345,8 gram dibazik sodyum fosfat, 700 gram defolyant (Dropp) ve 6 gram disodyum fluorescein maddeleri kullanılmıştır. Çözeltinin tekdüze karışımını sağlamak için uçak yerde ve havada püskürtme pompası kapalı devre durumunda yaklaşık 5 dakika çalıştırılmıştır. Bu şekilde, püskürtme sıvısının homojenliği ve tarlada da iyi bir dağılım sağlanmaya çalışılmıştır.

### 3.2.5.2. Fluorometrenin Kalibrasyonu

Denemelerde kullanılan püskürtme sıvısı, aynı şekilde laboratuvarda da hazırlanmıştır. Derişikliği belli standart çözeltilerin ( $C_s$ ) laboratuvarda yapılan okumaları ile fluorometrenin kalibrasyonu yapılmıştır. Ölçümler 1X, 3X, 10X ve 30X duyarlılık basamaklarında yapılmıştır. Seyreltilerek hazırlanan standart çözeltiler borosilikat camından yapılmış tüplere alınarak fluorometrede flüorışılık şiddetleri okunmuştur.

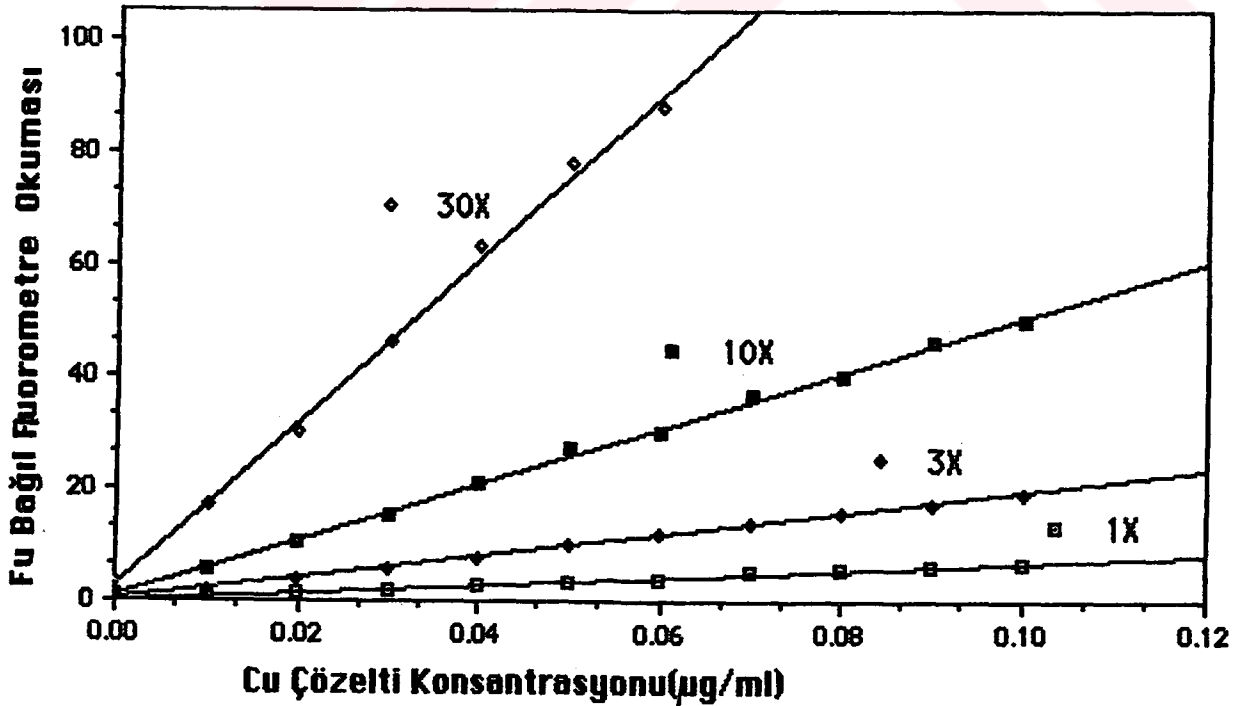
Hazırlanan standart çözeltiler ve elde edilen fluorometre okuma değerleri Çizelge 22.'de verilmiştir.

Çizelge 22.'de verilen fluorometre değerleri  $F_s$  (%) ile standart seyreltik çözelti derişiklik oranları kullanılarak 4 duyarlık basamağı için kalibrasyon grafikleri Şekil 30.'da çizilmiştir.

Çizelge 22. Standart Çözeltiler ve Fluorometre Okumaları

| Standart Çözelti Simgesi | St. Çözelti Derişikliği $C_s$ ( $\mu\text{g/ml}$ ) | Duyarlılık Basamağı ve Fluorometre Okumaları $F_s$ (%) |      |      |       |
|--------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------|------|-------|
|                          |                                                    | 1X                                                     | 3X   | 10X  | 30X   |
| $C_{s0}$                 | 0,00                                               | 0,0                                                    | 0,5  | 1,0  | 3,5   |
| $C_{s1}$                 | 0,01                                               | 0,5                                                    | 2,0  | 5,5  | 17,0  |
| $C_{s2}$                 | 0,02                                               | 1,5                                                    | 4,0  | 10,5 | 30,0  |
| $C_{s3}$                 | 0,03                                               | 2,0                                                    | 5,5  | 15,0 | 46,0  |
| $C_{s4}$                 | 0,04                                               | 3,0                                                    | 7,5  | 21,0 | 63,0  |
| $C_{s5}$                 | 0,05                                               | 3,5                                                    | 10,0 | 27,0 | 78,0  |
| $C_{s6}$                 | 0,06                                               | 4,0                                                    | 12,0 | 30,0 | 88,0  |
| $C_{s7}$                 | 0,07                                               | 5,0                                                    | 14,0 | 36,5 | 102,0 |
| $C_{s8}$                 | 0,08                                               | 5,5                                                    | 15,0 | 40,0 | -     |
| $C_{s9}$                 | 0,09                                               | 6,0                                                    | 17,0 | 46,0 | -     |
| $C_{s10}$                | 0,10                                               | 6,5                                                    | 19,0 | 50,0 | -     |

Her duyarlılık basamağı için elde edilen kalibrasyon eğrilerinin doğrusal denklemleri de elde edilmiştir (Criket paket programı ile). Bu denklemler kullanılarak herhangi bir fluorometre okumasına ( $F_u$ ) karşı gelen çözelti derişikliği  $C_u$ , hesaplanabilmektedir.

Şekil 30. Fluorometre Kalibrasyon Eğrileri ( $F_u$ ,  $C_u$ )

Ancak, bu bağıntılar, fluorometre ile aynı çalışma koşullarında geçerlidir. Lineer denklemleri ve  $R^2$  Regrasyon katsayıları aşağıdaki gibi elde edilmiştir:

$$F_{(u1x)} = 66,82 \cdot C_{(u1x)} + 0,07 ; \quad (R^2 = 0,994) \dots\dots(14)$$

$$F_{(u3x)} = 189,55 \cdot C_{(u3x)} + 0,25 ; \quad (R^2 = 0,998) \dots\dots(15)$$

$$F_{(u10x)} = 497,73 \cdot C_{(u10x)} + 0,79 ; \quad (R^2 = 0,998) \dots\dots(16)$$

$$F_{(u30x)} = 1\,458,90 \cdot C_{(u30x)} + 2,73 ; \quad (R^2 = 0,997) \dots\dots(17)$$

Burada;

$F_{(u1x)}$  = 1X kademesindeki Fluorometre okuması(%),

$F_{(u3x)}$  = 3X kademesindeki Fluorometre okuması(%),

$F_{(u10x)}$  = 10X kademesindeki Fluorometre okuması(%),

$F_{(u30x)}$  = 30X kademesindeki Fluorometre okuması(%),

$C_{(u1x)}$  = 1X kademesinde çözelti konsantrasyonu( $\mu\text{g/mL}$ ),

$C_{(u3x)}$  = 1X kademesinde çözelti konsantrasyonu( $\mu\text{g/mL}$ ),

$C_{(u10x)}$  = 1X kademesinde çözelti konsantrasyonu( $\mu\text{g/mL}$ ),

$C_{(u30x)}$  = 1X kademesinde çözelti konsantrasyonu( $\mu\text{g/mL}$ ) ve

$R^2$  = Regrasyon katsayısıdır.

Fluorometre okuması  $F_u$  ve örnek çözelti derişikliği  $C_u$  arasındaki ilişki regrasyon katsayısı ile kontrol edilmiştir. Elde edilen  $R^2$  değerleri 1'e çok yakın bulunmuştur.  $R^2$ 'nin 1'e yakın olması, aralarındaki doğrusal ilişkinin çok yüksek oranda birbirine bağlı olduğunu göstermektedir. Çözeltinin derişikliğinin artışı, fluorometrede okunan değeri yükseltmekte, azalışı ise okunan değeri küçültmektedir. Bu artış ve azalış doğrusal olarak meydana gelmektedir.

### 3.2.5.3. Bitki Üzerindeki Kalıntı Miktarının Saptanması

Pamuk bitkisi üzerine yerleştirilen her bir filtre kağıdı, 100 mL'lik ayrı kavanozlar içine konmuştur. Daha sonra laboratuvarında aynı kavanozlar içinde; 10 ml'lik saf su ile hazırlanan 0,05 molarlık dibazik sodyum fosfat çözeltisi ile disodyum fluorescein iz maddesi çözümüştür.

Çözünmenin tam olabilmesi için 150 d/min'lik bir çalkalayıcı ile 20 dakika çalkalanmıştır. Elde edilen örnek çözeltiler tüplere konarak, fluorometre okumaları yapılmıştır. Okunan  $F_u$  değerlerinden;  $F_{(u1x)}$ ,  $F_{(u3x)}$ ,  $F_{(u10x)}$  ve  $F_{(u30x)}$  standart kalibrasyon doğru denklemleri kullanılarak, çözeltilerin  $C_u$  ( $\mu\text{g/ml}$ ) derişiklik oranları hesaplanmıştır. Bu amaç için aşağıdaki denklemler kullanılmıştır :

$$C_{(u1x)} = \frac{F_{(u1x)} - (0,07)}{66,82} \dots\dots\dots(18)$$

$$C_{(u3x)} = \frac{F_{(u3x)} - (0,25)}{189,55} \dots\dots\dots(19)$$

$$C_{(u10x)} = \frac{F_{(u10x)} - (0,79)}{497,73} \dots\dots\dots(20)$$

$$C_{(u30x)} = \frac{F_{(u30x)} - (2,73)}{1458,9} \dots\dots\dots(21)$$

Örnekleme yüzeyinin 1  $\text{cm}^2$ 'sinde toplanan etkili madde miktarı aşağıdaki bağıntı ile saptanmaktadır (DELİGÖNÜL, 1979; DELİGÖNÜL, 1984; QUANTICK, 1985):

$$G_f = \frac{V_0 \cdot C_u}{F_0} \dots\dots\dots(22)$$

Burada;

$G_f$  = Örnekleme yüzeyi birim alanına düşen etkili madde miktarı ( $\mu\text{g/cm}^2$ ),

$V_0$  = Örnekleme çözeltisi hacmi (10 mL),

$F_0$  = Örnekleme yüzey alanı ( $10,75 \text{ cm}^2$ ) ve

$C_u$  = Örnekleme çözeltisi derişikliği ( $\mu\text{g/mL}$ )'dir.



Püskürtme sıvısında disodyum fluorescein çözeltisi derişikliği  $C_p = 60 \mu\text{g/mL}$  oranındadır. Bu durum dikkate alınarak birim örnek yüzeye gelen püskürtme sıvısı miktarı ( $G_p$ ) aşağıdaki bağıntı ile hesaplanmıştır (DELİGÖNÖL, 1984; QUANTICK, 1985).

$$G_p = \frac{V_0 \cdot C_u}{F_0 \cdot C_p} \cdot 1000 \dots\dots\dots(23)$$

Burada;

$G_p$  = Birim alandaki püskürtme sıvısı kalıntı miktarı (  $\mu\text{L/cm}^2$ ),

$C_p$  = Püskürtme sıvısı derişikliği (  $\mu\text{g/mL}$ ).

Yukarıdaki eşitlikte sabit olan  $V_0 = 10 \text{ mL}$ ,  $F_0 = 10,75 \text{ cm}^2$  ve  $C_p = 60 \mu\text{g/mL}$  yerine konulduğunda, eşitlik aşağıda verildiği gibi kısalmaktadır.

$$G_p = 15,5 \cdot C_u \dots\dots\dots(24)$$

Bu eşitlik kullanılarak örnek yüzeylerde toplanan püskürtme sıvısı miktarları  $\mu\text{L/cm}^2$  olarak hesaplanmıştır.

Bitki ve sehpalar üzerinden alınan birim alandaki kalıntı miktarı ve damla sayısı değerlerinin ortalamaları dikkate alınarak, değişik örtme durumlarındaki dağılım incelenmiştir. Bitkiler üzerindeki kalıntıların toplamı ve sehpalar üzerinden alınan damla örnekleme değerleri; HY, SY, HD ve SD yüzeylerinden ölçölen değerlerin ortalaması dikkate alınarak hesaplamalar yapılmış , kalıntı ve damla dağılımı incelenmiştir.

Bitki yüzeyine düşen püskürtme sıvısının birim örnek yüzeydeki miktarı ve olması gereken teorik miktarı; ayrıca, sehpalardan elde edilen birim alandaki damla sayısı ve olması gereken damla sayısı dağılım yoğunlukları incelenerek püskürtme sıvısı kayıp miktarları saptanmıştır. Bu kayıplar, buharlaşma ve iç-dış süröklenmeler sonucu ortaya çıkmaktadır.

Birim alanda olması gereken püskürtme sıvısı kalıntı miktarı ve damla sayıları, ölçölen değerler ile karşılaştırılarak % kayıp oranları da incelenmiştir. Püskürtme sıvısının iş genişliğindeki dağılım düzgönlöğü varyasyon katsayısı (% CV) ile istatistiki olarak kontrol edilmiştir (DELİGÖNÖL, 1984; ISO, 1986; ASAE, 1987; BEK ve EFE, 1988).

### 3.2.6. Defolyant Uygulama Zamanının Belirlenmesi

Pamuğa defolyant uygulamadan önce, pamuk kozası açma oranları saptanmıştır. Defolyantın uygulanacağı her üç parselde, tesadüfi olarak seçilen 10'ar adet pamuk bitkisinden, açmış ve açmamış kozalar sayılmıştır. Bunun için, uygulamalardan önce sayımlar yapılmış ve açma oranları belirlenmiştir. Kozası açma oranlarının, birçok araştırmacının belirttiği % 50-70 kozası açma oranları arasında olmasına dikkat edilmiştir. Çünkü, bu sınırlar defolyant uygulamaları için uygun sınırlardır.

### 3.2.7. Defolyant Uygulama Etkinliğinin Belirlenmesi

Pamukta, defolyant uygulamasının yaprak dökme etkinliğinin belirlenmesi amacı ile, tesadüfi olarak seçilen 10 bitkide gözlemler yapılmıştır. Defolyant uygulamasından sonra, pamuk bitki yapraklarının dökülmeye başladığı ve dökülmenin tamamlandığı günler saptanmıştır. Ayrıca, defolyant ile sağlanan kozası açma oranları da belirlenmiştir.

### 3.2.8. Pamuk Veriminin Saptanması

Deneme parsellerinde, yaprak dökme tamamlandıktan sonra hasat yapılmıştır. Hasatta elde edilen kütü pamuk verimleri, kg/da olarak hasattan sonra tartılarak saptanmıştır.

### 3.2.9. Sorti Zaman Analizi ve İş Verimi

Zamanın kullanımı, iş verimini etkileyen önemli bir faktördür. Zamandan yararlanma oranı yükseldikçe iş verimi artar, buna karşılık maliyet düşer. Sorti zaman analizi iş verimini ve verimliliği hesaplamak için kullanılan bir yöntemdir. Sorti süresi başlıca, 4 bölümden oluşur. Bunlar; iş, dönüş, intikal ve ikmal süreleridir. İş süresi ( $T_{iş}$ ), aktif uygulama süresidir; dönüş süresi ( $T_{dön}$ ), parsel şerit sonlarında dönüşler için geçen süredir; intikal süresi ( $T_{int}$ ), pist-tarla arasında dolu gidiş-boş dönüş için geçen süredir; ikmal süresi ( $T_{ikm}$ ), yakıt, yağ ve materyal yükleme, taksileme ve tamir-bakım için geçen süredir. Toplam sorti süresi aşağıdaki bağıntı ile hesaplanmaktadır (DELİGÖNÜL, 1987-1989; DELİGÖNÜL ve SAĞLAM, 1989).

$$T = \left[ \frac{W_L}{Q} \right] + \left[ n \cdot K_d \frac{2 \cdot V_{dön} \cdot \pi}{\text{tg} \varnothing} \right] + \left[ \frac{2 L_{int}}{V_{int}} \right] + [T_{ikm}] \dots\dots(25)$$

Burada;

- T** = Bir sortide geçen toplam süre (s),  
**W<sub>L</sub>** = Sorti yükü (kg veya L),  
**Q** = Birim zamanda püskürtülen materyal (kg/s veya L/s),  
**n** = Bir sortide, parsel şerit sonlarındaki dönüş sayısı (adet/sorti),  
**K<sub>d</sub>** = Dönüş katsayısı (0,96),  
**V<sub>dön</sub>** = Dönüşlerdeki uçak hızı (m/s),  
**g** = Yer çekimi ivmesi (m/s<sup>2</sup>),  
**ø** = Yatış açısı (°),  
**L<sub>int</sub>** = Pist ile tarla arası uzaklık (m),  
**V<sub>int</sub>** = Pist ile tarla arası intikal hızı (m/s) ve  
**T<sub>ikm</sub>** = İkmal süresi (s)'dir.

Verdi (Q) ve dönüş sayısı (n) aşağıdaki bağıntılarla hesaplanmıştır:

$$Q = \frac{N \cdot V_{iş} \cdot B_e}{1000} \dots\dots\dots(26)$$

$$n = \frac{W_L}{Q} \cdot \frac{V_{iş}}{L_{ort}} \dots\dots\dots(27)$$

Burada;

- Q** = Verdi (kg/s veya L/s),  
**N** = Uygulama normu (kg/da veya L/da),  
**V<sub>iş</sub>** = Uçak uygulama hızı (m/s),  
**B<sub>e</sub>** = İş genişliği (m),  
**n** = Dönüş sayısı (adet/sorti),  
**W<sub>L</sub>** = Sorti yükü (kg veya L) ve  
**L<sub>ort</sub>** = Parsel şerit uzunluğu (m)'dur.

Bir sortideki iş verimi ; "İV" (da/s); bir sortide uygulama yapılan alanın A (da), bir sortide geçen toplam süreye T (s) bölümü ile elde edilmiştir.

$$İV = \frac{A}{T} \dots\dots\dots(28)$$

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

##### 4.1. Kalibrasyon Verileri

Meme verdisi; Piper Super Cub PA 18/150'de D12-45; Cessna Ag Truck'da D8-45 ve D10-45 meme takımları ölçülmüştür. Piper ile yerdeki verdi çalışmalarında, uçağın havada uçuş sırasındaki pervane devirleri (2 300-2 325 d/min) ve Cessna ile çalışmada da yine uçuş devirleri (2 550-2 575 d/min) kullanılmıştır. Memelerden birim zamanda püskürtülen sıvı miktarı, ölçülü kaplarda toplanarak belirlenmiştir. Ayrıca, depodaki belirli miktarda sıvının ne kadar sürede boşaldığı zaman tutularak ölçülmüştür. Her iki uçak için de bu değerler saptanmıştır. Uçuş hızını veren motor devirlerinde ve 30-40 psi püskürtme basıncında elde edilen verdi değerleri Çizelge 23.'de verilmiştir.

Çizelge 23 . Meme Verdileri ve Uygulama Parametreleri

|                 | Meme Takımı No | Meme Sayısı (adet) | Meme Verdisi*<br>q (L/min) | Püskür. Verdisi<br>Q (L/min) | İş Genişliği<br>B <sub>ef</sub> (m) | Uyg. Hızı V<br>(km/h) | Uyg. Normu<br>N(L/da) |
|-----------------|----------------|--------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Piper Super Cub | D12-45         | 30                 | 4,01                       | 120,30                       | 12,0                                | 128                   | 4.70                  |
| Cessna Ag Truck | D8-45          | 12                 | 2,45                       | 190,20                       | 16,0                                | 155                   | 4,60                  |
|                 | D10-45         | 48                 | 3,35                       |                              |                                     |                       |                       |

\*: Püskürtme basıncı, 30-40 psi'ya ayarlanmıştır

Uygulama normu N (L/da), 2 nolu bağıntı ile hesaplanmıştır. Saptanan uygulama normları Çizelge 23.'de verilmiştir.

Memeler arasındaki verdi tekdüzeliği varyasyon katsayısı (% CV) ile kontrol edilmiştir. Varyasyon katsayısı D12-45 memelerinde yaklaşık % 4 ve D8-45 ve D10-45 memelerinde % 8'e yakın bulunmuştur. Bu değerler, ± % 10 'luk kabul edilebilir sınırlar içinde yer almaktadır.

Kalibrasyon bağıntısında yer alan  $V_y$  uçak yer hızı; ilaç deposunun boş ve dolu durumlarında ölçülmüştür. Ölçümler sırasında gösterge hızı sabit tutulmuştur. Hesaplamalarda, 3 nolu  $V_y$  eşitliği kullanılmıştır. Ölçümler, sabah saatlerinde ve sakın hava koşulunda yapılmıştır.

Uçak yer hızı ölçümü için Şekil 26.'daki düzenlemeden yararlanılmıştır. A ve B noktalarında toplam süre ve dönüş süreleri ölçülmüştür. Yer hızı ölçümlerine ilişkin, her iki uçağa ait değerler, Çizelge 24.'de verilmiştir.

Gösterge hızları ile yer hızları arasında önemli bir farkın olmadığı saptanmıştır. Ayrıca, ilaç deposu dolu ve boş durumlarda yapılan ölçümlerde önemli bir farklılık olmadığı görülmüştür.

Çizelge 24. Uçak Yer Hızına İlişkin Ölçümler

| Deneme Uçağı | Depo Yüğü (L) | Toplam süre ( $T_a$ ) (s) | Dönüş süresi ( $T_b$ ) (s) | 2x600 m için Süre (s) | Yer Hızı $V_y$ (km/h) | Gösterge hızı (km/h) | Hız Farkı* $\bar{f}$ (%) |
|--------------|---------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------|
| Piper        | 1/2 depo 50   | 91,34                     | 56,78                      | 34,56                 | 125,0                 | 128,0                | - 2,34                   |
|              | Yüksüz —      | 87,58                     | 53,48                      | 34,10                 | 126,6                 | 128,0                | - 1,10                   |
| Cessna       | 1/4 depo 100  | 90,75                     | 62,54                      | 28,21                 | 153,1                 | 155,0                | - 1,22                   |
|              | Yüksüz —      | 88,96                     | 60,96                      | 28,00                 | 154,2                 | 155,0                | - 0,51                   |

\*: Gösterge hızına göre

#### 4.2. Meteorolojik Ölçümler ve Değerlendirilmesi

Uçaktan püskürtülen sıvı damlaları, meme ile hedef yüzey arasındaki mesafede birçok faktörün etkisi altında kalmaktadır. Meteorolojik faktörlerin etkisi ile bitki yüzeyine düşmekte, sürüklenmekte veya buharlaşarak kaybolmaktadır. Püskürtülen sıvı damlaları; uçuş hızı, uçuş yüksekliği ve meteorolojik koşulların etkisi altında kalarak farklı yörüngeler izlemektedir (DELİGÖNÜL ve SAĞLAM, 1990). Uçakla yapılan uygulamada 10 m yükseklikte düşey termik hava akımları oluşmaktadır. Damlaları en çok bu akımlar etkilemektedir. Termik hava akımlarının şiddeti ve uygulamaya olan etkisi hava stabilite katsayısı (SR) ile belirlenmektedir. Bu amaçla elde edilen meteorolojik veriler Çizelge 25.'de verilmiştir. Buradaki meteorolojik veriler kullanılarak hava stabilite katsayısı (SR) değerleri hesaplanmıştır. Hesaplamalarda 27 nolu SR eşitliği kullanılmıştır.

Uç uygulama da sabah saat 8.00-9.00 arasında yapılmıştır. Bu uygulamalarda hesaplanan hava stabilite katsayısı (SR) ve dağılım katsayısı ( $P_k$ ) değerleri Çizelge 26.'da verilmiştir.

Çizelge 25. Üç Uygulamaya Alt Meteorolojik Veriler

| Ölçüm saatleri (h) | I. Uygulama         |                     |                      |              |                | II. Uygulama        |                     |                      |              |                | III. Uygulama       |                     |                      |              |                |
|--------------------|---------------------|---------------------|----------------------|--------------|----------------|---------------------|---------------------|----------------------|--------------|----------------|---------------------|---------------------|----------------------|--------------|----------------|
|                    | T <sub>1</sub> (°C) | T <sub>2</sub> (°C) | V <sub>r</sub> (m/s) | Bağıl nem(%) | Rüzgar Yönü(°) | T <sub>1</sub> (°C) | T <sub>2</sub> (°C) | V <sub>r</sub> (m/s) | Bağıl nem(%) | Rüzgar Yönü(°) | T <sub>1</sub> (°C) | T <sub>2</sub> (°C) | V <sub>r</sub> (m/s) | Bağıl nem(%) | Rüzgar Yönü(°) |
| 7.00               | 18,8                | 19,5                | 0,88                 | 97           | 150 SE         | 15,9                | 14,0                | 0,66                 | 97           | 150 SE         | 17,5                | 18,4                | 1,04                 | 98           | 150 SE         |
| 7.15               | 21,3                | 21,1                | 1,48                 | 97           | 150 SE         | 15,8                | 14,8                | 0,33                 | 95           | 150 SE         | 17,3                | 18,8                | 0,34                 | 95           | 90 E           |
| 7.30               | 24,4                | 23,3                | 1,95                 | 97           | 150 SE         | 16,8                | 16,2                | 0,75                 | 90           | 150 SE         | 18,3                | 19,3                | 0,57                 | 95           | 90 E           |
| 7.45               | 23,3                | 23,3                | 1,20                 | 95           | 150 SE         | 18,0                | 17,5                | 1,16                 | 85           | 150 SE         | 18,7                | 20,0                | 0,49                 | 93           | 30 NE          |
| 8.00               | 24,5                | 24,0                | 1,81                 | 93           | 150 SE         | 18,6                | 19,2                | 2,08                 | 80           | 150 SE         | 20,0                | 21,1                | 0,82                 | 90           | 60 NE          |
| 8.15               | 25,1                | 24,0                | 2,09                 | 91           | 150 SE         | 20,7                | 19,9                | 2,57                 | 78           | 150 SE         | 21,8                | 22,4                | 0,37                 | 88           | 150 SE         |
| 8.30               | 25,5                | 25,6                | 2,25                 | 87           | 180 S          | 22,0                | 21,1                | 2,01                 | 65           | 150 SE         | 22,4                | 23,8                | 1,92                 | 86           | 180 S          |
| 8.45               | 26,1                | 26,3                | 2,10                 | 85           | 180 S          | 23,4                | 22,7                | 2,07                 | 60           | 150 SE         | 22,8                | 24,0                | 1,14                 | 83           | 180S           |
| 9.00               | 28,0                | 26,8                | 1,75                 | 82           | 180 S          | 24,6                | 24,1                | 2,46                 | 50           | 150 SE         | 23,5                | 24,8                | 1,42                 | 80           | 230 SW         |
| 9.15               | 29,6                | 28,3                | 1,95                 | 80           | 180 S          | 25,6                | 24,9                | 2,17                 | 43           | 150 SE         | 24,4                | 25,2                | 1,49                 | 73           | 180 S          |
| 9.30               | 32,2                | 31,1                | 2,05                 | 78           | 90 E           | 26,5                | 25,7                | 3,05                 | 40           | 150 SE         | 25,0                | 25,4                | 2,33                 | 70           | 180 S          |
| 9.45               | 30,                 | 31,1                | 3,70                 | 77           | 230 SW         | 27,0                | 25,7                | 3,24                 | 37           | 120 SE         | 26,5                | 26,2                | 1,45                 | 65           | 180 S          |
| 10.00              | 31,1                | 29,8                | 3,01                 | 75           | 180 S          | 27,5                | 26,5                | 3,47                 | 35           | 120 SE         | 26,3                | 26,4                | 1,00                 | 62           | 230 SW         |
| 10.15              | 30,0                | 29,9                | 2,19                 | 73           | 180 S          | 28,6                | 27,4                | 2,88                 | 33           | 150 SE         | 27,2                | 27,0                | 1,20                 | 45           | 150 SE         |
| 10.30              | 29,4                | 29,3                | 1,88                 | 71           | 180 S          | 28,8                | 27,4                | 2,25                 | 31           | 150 SE         | 29,7                | 29,6                | 0,56                 | 35           | 150 SE         |
| 10.45              | 30,4                | 29,7                | 1,55                 | 71           | 180 S          | 28,7                | 26,5                | 3,51                 | 28           | 180 S          | 30,8                | 31,0                | 2,20                 | 32           | 90 E           |
| 11.00              | 31,1                | 30,0                | 2,08                 | 70           | 180 S          | 29,3                | 26,2                | 2,60                 | 28           | 150 SE         | 33,3                | 33,6                | 1,85                 | 30           | 150 SE         |



Çizelge 26. Denemelerde Elde Edilen SR ve P<sub>k</sub> Değerleri

| Denemeler   | Saat            | T <sub>1</sub> (°C) | T <sub>2</sub> (°C) | V <sub>r</sub> (cm/s) | SR<br>(-) | P <sub>k</sub><br>(-) |
|-------------|-----------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------|-----------------------|
| I. Deneme   | 8 <sup>00</sup> | 24.5                | 24.0                | 181                   | -1.52     | 5.43                  |
|             | 9 <sup>00</sup> | 28.0                | 26.8                | 175                   | -3.90     | 5.25                  |
| II. Deneme  | 8 <sup>00</sup> | 18.6                | 19.2                | 208                   | +1.38     | 6.24                  |
|             | 9 <sup>00</sup> | 24.6                | 24.1                | 246                   | -0.82     | 7.38                  |
| III. Deneme | 8 <sup>00</sup> | 20.0                | 21.1                | 82                    | +16.36    | 2.46                  |
|             | 9 <sup>00</sup> | 23.5                | 24.8                | 142                   | +6.45     | 4.26                  |

SR >0 ; kararlı ve hareketsiz hava koşuludur. Soğuk ve yoğun hava bitki yüzeyine yakındır. Bu hava koşulundan küçük çaplı damlaların bitki yüzeyine ulaşması için yoğun hava tabakasını delmesi gerekmektedir.

SR ≈ 0 ; etkisiz hava koşuludur. Bitki yüzeyinde ve diğer katmanlardaki hava sıcaklığı ve yoğunluğu aynıdır. Sürüklenmenin az olduğu en uygun ilaçlama koşuludur.

S <0 ; düşey hareketli ve kararlı olmayan hava koşuludur. Aşağıdan yukarıya doğru hava akımı vardır. Sıcak ve az yoğun hava bitki yüzeyine yakındır. Düşük hızlı küçük çaplı damlalar yukarı doğru çıkarak, yan rüzgarların etkisi ile dağılımı olumsuz etkilemektedir. Çizelge 26.'da SR değerleri hesaplanmıştır. Denemeler, saptanan hava koşullarında yapılmıştır. Bazı araştırmacılar tarafından belirtilen SR değerlerinin çeşitli hava koşulları için değerleri Çizelge 27. 'de verilmiştir. Çizelgede verilen bu değerler ile çalışmada elde edilen SR değerleri karşılaştırıldığında, I. Denemenin stabil olmayan hava koşulunda; II. Denemenin stabil ve III. Denemenin de çok stabil hava koşullarında yapıldığı görülmektedir.

**Çizelge 27. 3 m Uçuş Yüksekliği ve 1 m/s Yan Rüzgarda SR Değerleri (MATTHEWS, 1982)**

| Hava Stabilité Katsayısı(SR) | Hava Koşulu (Stabilite) |
|------------------------------|-------------------------|
| -1.7 ; -0.1                  | Stabil olmayan          |
| -0.1 ; 0.1                   | Nötr                    |
| 0.1 ; 1.2                    | Stabil                  |
| 1.2 ; 4.9                    | Çok Stabil              |

### **4.3. Saptanan Dağılım Paternleri**

#### **4.3.1. Fiziksel Damla Analiz Yöntemi İle Bulunan Dağılım Paternleri**

##### **4.3.1.1. Karakteristik Damla Çapları**

Özel örnek alma sehpaları üzerinde, 4 yüzeyden suya duyarlı kartlarla örneklemeler yapılmıştır. Bu yüzeyler, hareketli yatay yüzey (HY), hareketli düşey yüzey (HD), sabit yatay yüzey (SY) ve sabit düşey yüzey (SD)'dir. Üç değişik pamuk kozası açma oranlarında, üç deneme yapılmıştır. Her denemede, dağılım genişliği içinde örnekler alınmıştır.

Alınan örneklerdeki, damla sayıları ve leke çapları mikrometreli mikroskop ile ölçülmüştür. Ölçülen damla çapları 25  $\mu\text{m}$  ile 1600  $\mu\text{m}$  arasında 35 damla leke çap sınıfında sınıflandırılmıştır. Leke çaplarının orjinal damla çaplarına dönüştürülmesinde Ciba-Geigy (1991)'den yararlanılmıştır. Burada; Ciba-Geigy tarafından saptanan damla leke çapı ( $D_L$ ) ve yayılma faktörü (YF) arasındaki ilişki kullanılarak, gerçek damla çapını veren 7 nolu eşitlik geliştirilmiştir. Bu eşitlik ile leke çapına bağlı olarak gerçek damla çapları hesaplanmıştır. Gerçek damla çapları 25-650  $\mu\text{m}$  arasında elde edilmiştir.

Üç denemede, 4 örnek yüzeyden elde edilen değişik çap sınıflarındaki damla sayıları, Ek Çizelge 1.; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11 ve 12'de verilmiştir.

Denemelerde hesaplanan karakteristik damla çapları, Çizelge 28. 'de verilmiştir. Hesaplamalarda, Akesson ve Yates, (1974); Matthews, (1982); Deligönül (1984); Quantick (1985); Deligönül ve Sağlam (1990)'ın kullanmış olduğu eşitliklerden yararlanılmıştır. Hesaplamalarda 8, 9 ve 10 nolu eşitlikler kullanılmıştır .

Denemelerde, damlasayıları ve çapları arasındaki farklılıklara bir çok faktör etkili olabilmektedir. Bunlar, özellikle meteorolojik değişiklikler,

denemeler sırasındaki küçük değişimler, püskürtme sistemi ve yerleşimi, pilot ve uçağın özellikleri gibi kontrol altında tutulamayan birçok faktörlerden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle, her üç denemede, elde edilen damla sayıları ve çapları arasında farklı sonuçlar ölçülmüştür.

Örnekleme yüzeylerindeki karakteristik damla çaplarının değişimi Şekil 31.'de grafiklerle özetlenmiştir.

Uygulamalarda, damla çapı ölçülerinde büyük farklılıkların olması istenmez. Bu nedenle damla sepektrumu daraltılmaya çalışılır. Damla sepektrumunun dar olması ile tekdüze bir ilaç örtüsü elde edilir. Bu durum özellikle ULV uygulamalarında önemlidir (DELİGÖNÜL, 1976).

Damla Spektrumu, karakteristik damla çapları ile belirlenmiştir. Sayısal Orta Çap (NMD), Kütlesel Orta Çap (MMD) ve Hacimsel Orta Çap (VMD) değerleri hesaplanmıştır (DELİGÖNÜL, 1984; QUANTICK, 1985).

Damla sepektrumunun heterojen yapılı ve küçük çaplı damlalardan oluşması halinde, sayısal ortalama çap (NMD), pülverizasyonun inceliği veya kalınlığı hakkında fikir vermez. Çünkü, uzunluk cinsinden damlanın tek boyutu dikkate alınmaktadır. Aynı sayısal ortalama çapa sahip iki ayrı damla popülasyonunun inceliği birbirinden farklı olabilmektedir (AKESSON ve YATES, 1974; DELİGÖNÜL, 1976).

Damla çaplarının homojenliği (HC), VMD ve NMD çaplarının oranlanması ile bulunmaktadır. İyi bir homojenlik elde etmek için ideal olarak "HC" değerinin 1'e yakın olması gerekmektedir.

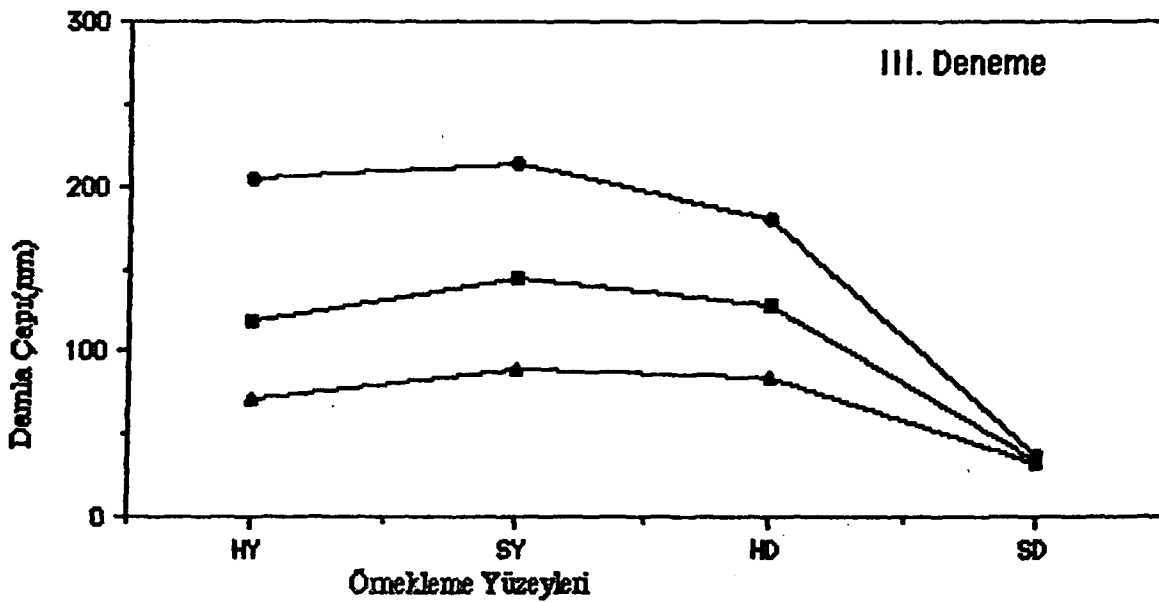
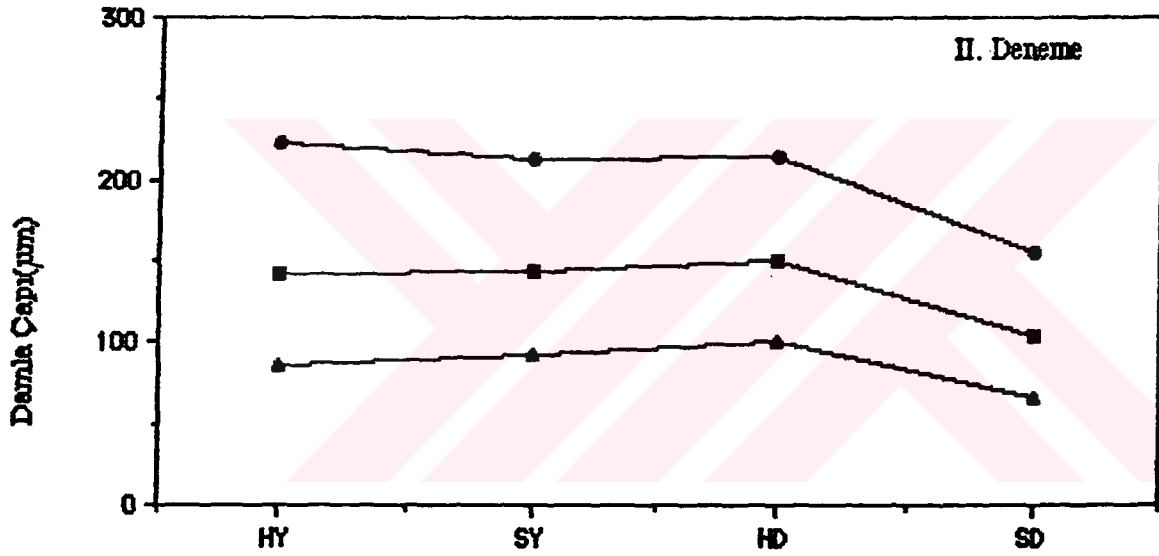
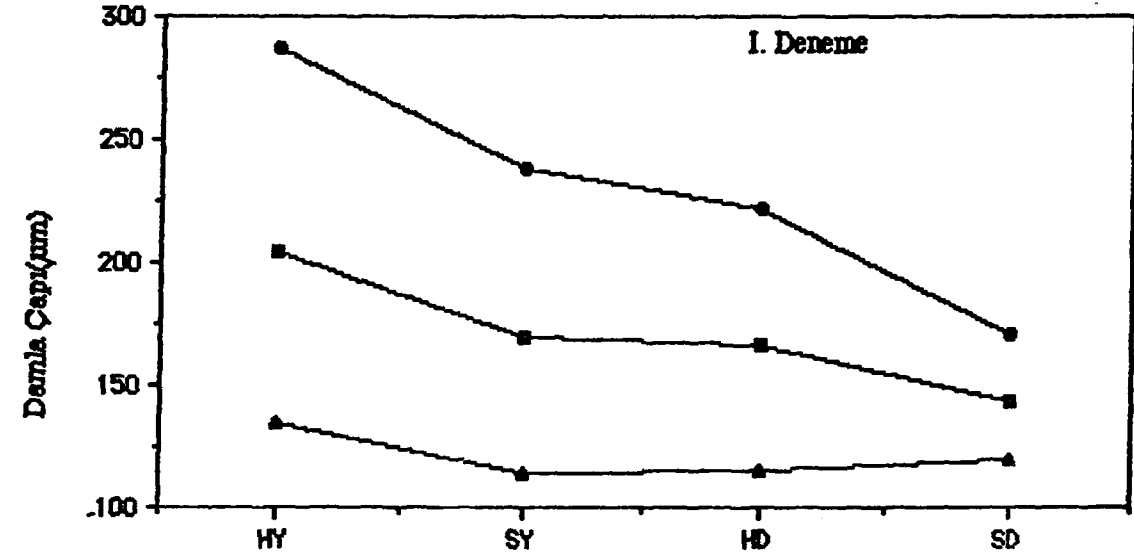
Hacimsel ortalama çap (VMD), diğer çaplara oranla en gerçekçi değere sahiptir. Damla dağılımını daha iyi karakterize eder. Damlaların alan ve hacim büyüklüklerini birlikte ifade eder (DELİGÖNÜL ve SAĞLAM, 1991).

Ortalama kütle çapı (MMD), damlaların sadece hacim büyüklükleri dikkate alınarak hesaplanmaktadır. Pülverizasyonun inceliği veya kalınlığı hakkında bu değer dikkate alınarak yorum yapılamaz. Ayrıca, bu çap değeri, popülasyonu tam olarak temsil etmez.

Çizelge 28. Denemelerde Saptanan Karakteristik Damla Çapları

| Deneme No   | Örnek Yüzeyler | Dağılımın Karakteristik Değerleri |          |          |                                         |                                 |
|-------------|----------------|-----------------------------------|----------|----------|-----------------------------------------|---------------------------------|
|             |                | NMD (µm)                          | MMD (µm) | VMD (µm) | Damla Sayısı n. (adet/cm <sup>2</sup> ) | Homojenlik Katsayısı HC=VMD/NMD |
| I           | HYI            | 135,3                             | 204,0    | 286,8    | 24,4                                    | 2,12                            |
|             | HDI            | 115,0                             | 166,0    | 222,0    | 22,8                                    | 1,93                            |
|             | SYI            | 114,2                             | 169,4    | 238,4    | 26,5                                    | 2,08                            |
|             | SDI            | 120,0                             | 144,0    | 171,0    | 11,8                                    | 1,42                            |
| Ortalamalar |                | 121,2                             | 174,8    | 238,5    | 21,4                                    | 1,97                            |
| II          | HY2            | 86,4                              | 141,0    | 222,5    | 19,1                                    | 2,57                            |
|             | HD2            | 100,2                             | 149,5    | 213,5    | 11,0                                    | 2,13                            |
|             | SY2            | 92,7                              | 143,3    | 212,0    | 24,6                                    | 2,28                            |
|             | SD2            | 66,7                              | 104,0    | 155,0    | 11,0                                    | 2,32                            |
| Ortalamalar |                | 87,8                              | 137,1    | 205,8    | 16,4                                    | 2,34                            |
| III         | HY3            | 71,0                              | 118,0    | 205,0    | 37,1                                    | 2,88                            |
|             | HD3            | 84,8                              | 127,8    | 180,5    | 22,3                                    | 2,14                            |
|             | SY3            | 88,7                              | 144,3    | 214,8    | 24,2                                    | 2,42                            |
|             | SD3            | 32,0                              | 34,5     | 37,7     | 10,6                                    | 1,18                            |
| Ortalamalar |                | 74,4                              | 117,7    | 182,9    | 15,7                                    | 2,46                            |

—▲— NMD      —■— MMD      —●— YMD



Şekil 31. Üç Deneme Döneminde Örnekleme Sehpalarında Saptanan Karakteristik Damla Çapları

Şekil 31.'de görüldüğü gibi, her üç denemede de en küçük karakteristik damla çapı düşey örnek yüzeylerden ölçülmüştür.

Damla populasyonu en iyi karakterize eden hacimsel orta çap (VMD); yatay örnek yüzeylerinde 205,0-286,8  $\mu\text{m}$ ; düşey örnek yüzeylerinde 37,7-222  $\mu\text{m}$  arasında değişmektedir. Karakteristik çaplar Şekil 35.'de görüldüğü gibi yatay yüzeylerde, düşey yüzeylere oranla daha büyük olarak saptanmıştır.

Büyük çaplı damlaların kinetik enerjileri yüksek olduğu için, uçak gövdesi altında yatay hava akımını delerek, yatay düzleme düşmektedirler. Küçük çaplı damlalar, hava akımının etkisini yenemeyerek yatay doğrultuda giderken düşey düzleme çarparak, düşey örnekleme yüzeylerinde toplanmaktadır.

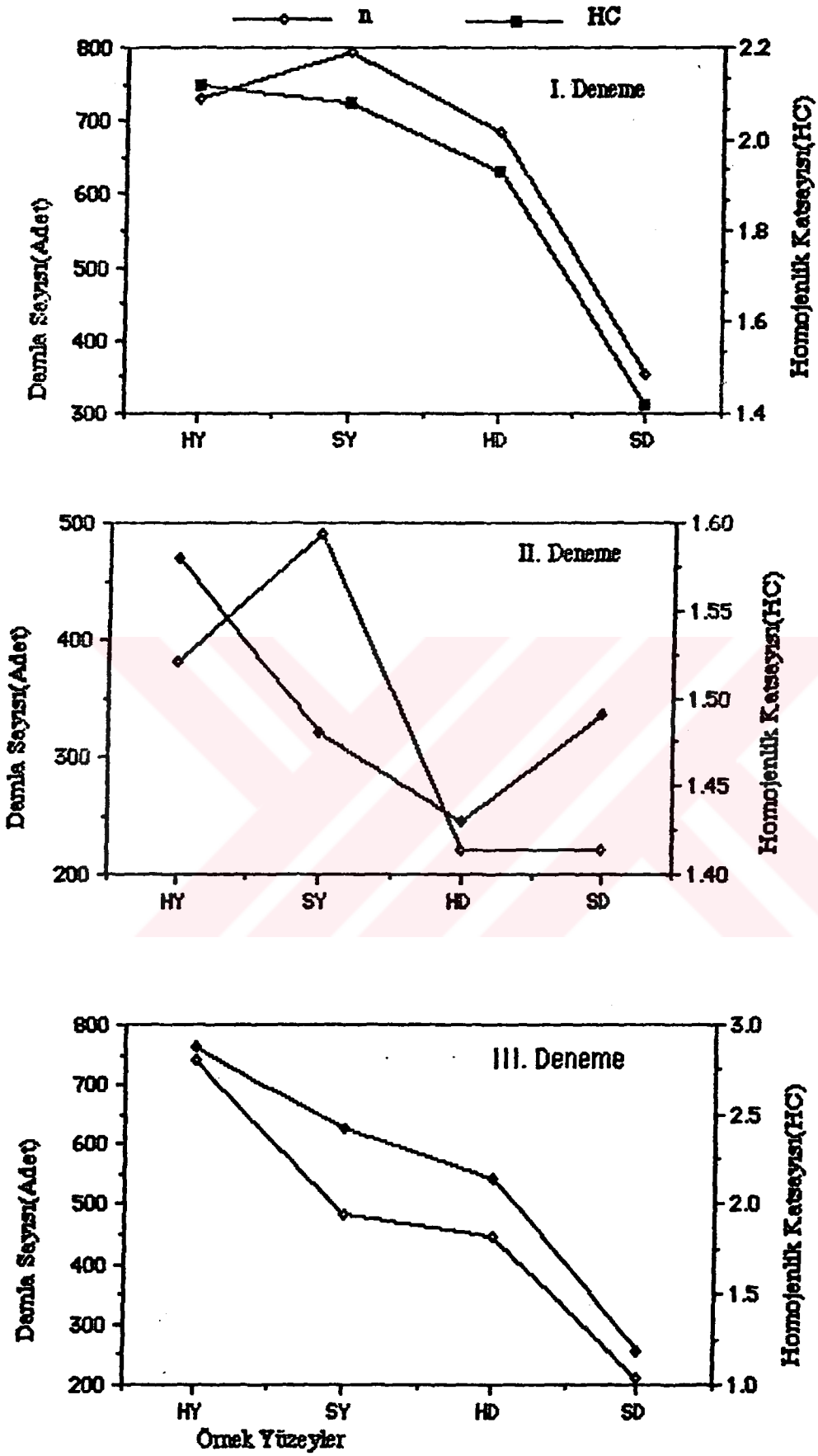
Birim alanda toplanan damla sayıları örnekleme yüzeylerine göre değişmektedir. Yatay örnekleme yüzeylerinde 19,1-37,1 adet/ $\text{cm}^2$  arasında değişirken, düşey yüzeylerde 10,6-22,8 adet/ $\text{cm}^2$  olarak saptanmıştır. Düşey örnekleme yüzeylerindeki damla sayısı dağılım yoğunluğunun daha az olduğu Çizelge 28.'de görülmektedir.

Denemelerde damla çapı, damla sayısı ve homojenlik katsayıları arasında bir ilişkinin olduğu saptanmıştır. Damla sayısı arttıkça homojenlik bozulmakta ve "HC" katsayısı büyümektedir. Şekil 32.'de bu değişim incelenmiş ve her üç uygulamada da aynı sonuç elde edilmiştir. Ayrıca örnekleme yüzeylerine göre de HC'nin değiştiği saptanmıştır. Düşey yüzeylerde, daha iyi bir damla çap homojenliği elde edilmiştir.

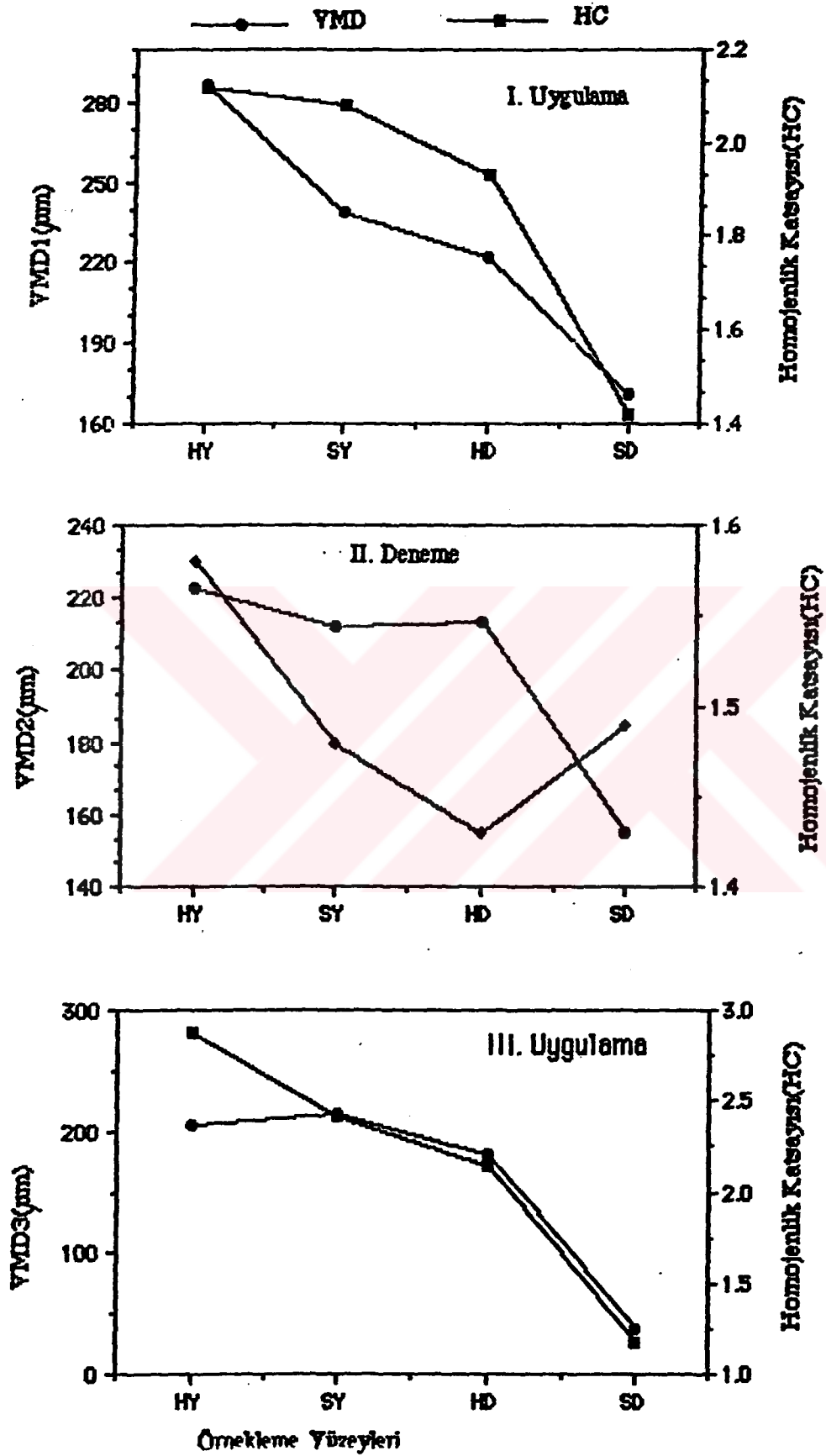
Damla çapı ve homojenlik katsayısı arasında da benzer ilişki elde edilmiştir. Damla çapı(VMD) büyüdükçe, homojenlik katsayısı HC'nin arttığı Şekil 33.'de görülmektedir.

Örnekleme yüzey konumunun, damla çapı büyüklüğünü , damla sayısı dağılım yoğunluğunu ve damla çapı homojenliğini etkilemekte olduğu Şekil 32. ve Şekil 33.'de görülmektedir.





Şekil 32. Damla Sayısı ile Homojenlik Katsayısı Arasındaki İlişki



Şekil 33. Damla Çapı ile Homojenlik Katsayısı Arasındaki İlişki

#### 4.3.1.2. Sayısal ve Hacimsel Damla Dağılımı

Damlaların 35 değişik çap sınıfındaki sayıları ve hesaplanan orjinal damla çapları kullanılarak her deneme ve örnek yüzey için sayısal ve hacimsel yüzde yığılmalı dağılım eğrileri çizilmiştir. Eğrilerin çizilmesinde aşağıdaki eşitlikler kullanılmıştır.

$$n_{sy} = \frac{\sum n_y}{\sum n} \cdot 100 \quad \dots\dots\dots(29)$$

$$V_{hy} = \frac{\sum V_h}{\sum V} \cdot 100 \quad \dots\dots\dots(30)$$

Burada;

- $n_{sy}$  = Sayısal yığılma yüzdesi (%),
- $\sum n$  = Toplam damla sayısı (adet),
- $\sum n_y$  = Yığılmalı damla sayısı (adet),
- $V_{hy}$  = Hacimsel yığılma yüzdesi (%),
- $\sum V_h$  = Yığılmalı hacim ( $\mu m^3$ ) ve
- $\sum V$  = Toplam damla hacmi ( $\mu m^3$ )'dir.

Ek Çizelge 1...12'de, çap gruplarındaki damla sayıları değerleri kullanılarak hesaplamalar bilgisayar programı ile yapılmıştır. Damlaların sayısal ve hacimsel yığılmalı dağılım eğrileri 12 grafik ile Şekil 34. ;35. ve 36. 'da verilmiştir.

Sayısal ve hacimsel yığılmalı dağılım eğrilerinde; sayı ve hacim olarak % 50'lik kısmı oluşturan damlaların sayı ve çap özellikleri Çizelge 29.'da verilmiştir.

Sayısal ve hacimsel dağılım eğrilerinin birbirlerine göre konumları damla çapı homojenliği hakkında bilgi vermektedir. Eğrilerin birbirine yaklaşması homojenliği arttırmaktadır.

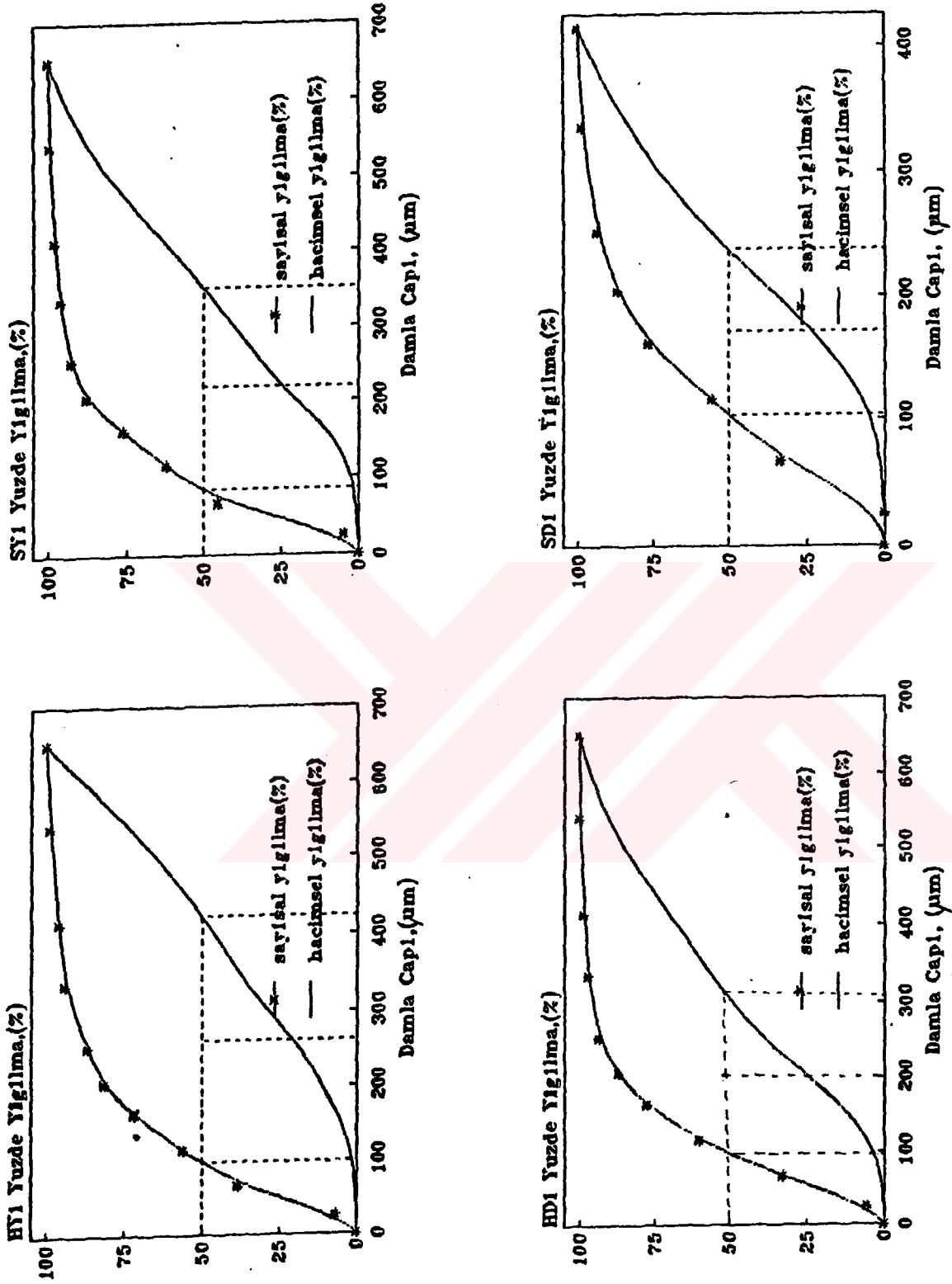
Çizelge 29. Sayısal ve Hacimsel Yiğilme Eğrileri ve Hesaplama Yöntemi ile Saptanan Karakteristik Damla Çapları

| Karakteristik Çaplar( $\mu\text{m}$ ) |     | 1. Deneme        |     |     |     | 2. Deneme        |     |     |     | 3. Deneme        |     |     |     |
|---------------------------------------|-----|------------------|-----|-----|-----|------------------|-----|-----|-----|------------------|-----|-----|-----|
|                                       |     | Örnekleme Yüzeyi |     |     |     | Örnekleme Yüzeyi |     |     |     | Örnekleme Yüzeyi |     |     |     |
|                                       |     | HY1              | HDI | SY1 | SD1 | HY2              | HD2 | SY2 | SD2 | HY3              | HD3 | SY3 | SD3 |
| Çizim-<br>le*                         | Dn  | 100              | 91  | 83  | 103 | 53               | 66  | 61  | 40  | 47               | 56  | 57  | 20  |
|                                       | Dm  | 258              | 192 | 216 | 170 | 177              | 183 | 192 | 135 | 167              | 160 | 167 | 29  |
|                                       | Dv  | 416              | 300 | 350 | 235 | 300              | 293 | 328 | 225 | 280              | 263 | 276 | 37  |
| Hesap-<br>la**                        | NMD | 135              | 115 | 114 | 120 | 86               | 100 | 93  | 67  | 71               | 85  | 89  | 32  |
|                                       | MMD | 204              | 166 | 169 | 144 | 141              | 150 | 143 | 104 | 118              | 128 | 144 | 35  |
|                                       | VMD | 287              | 222 | 238 | 171 | 223              | 214 | 212 | 155 | 205              | 181 | 215 | 38  |

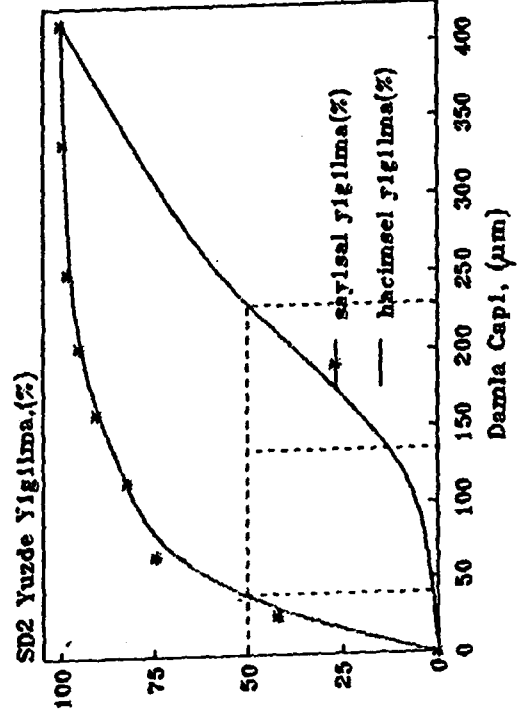
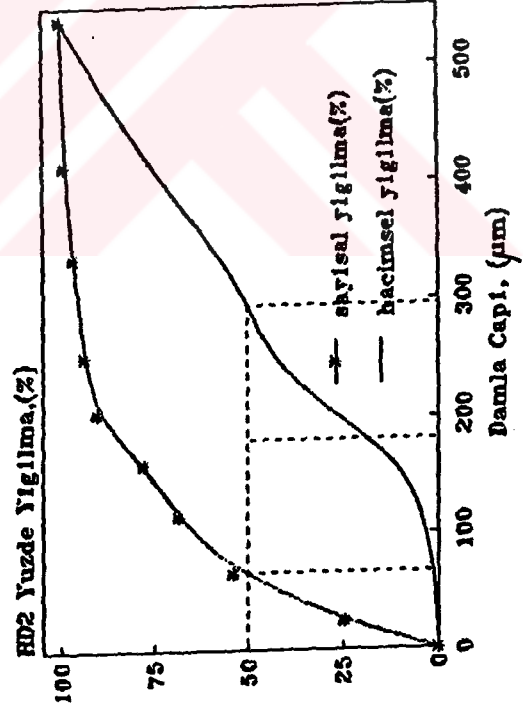
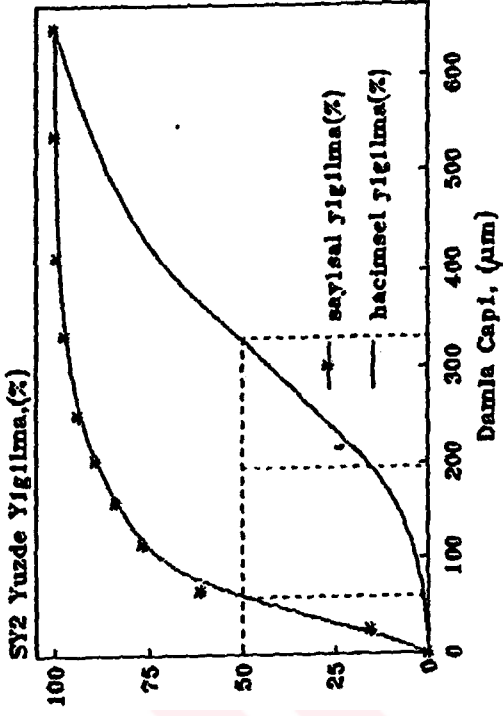
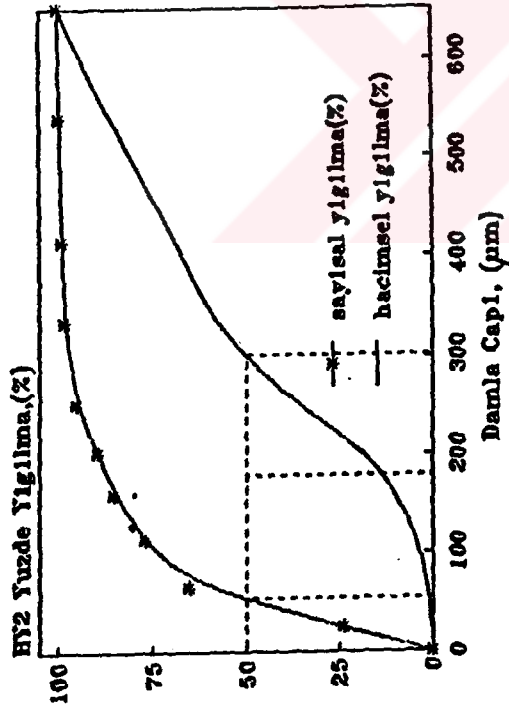
\* : Sayısal ve hacimsel yiğilme eğrilerinden elde edilen çap değerleri( $\mu\text{m}$ )

\*\* : Hesaplanarak elde edilen çap değerleri( $\mu\text{m}$ )

Sayısal ve hacimsel yiğilmalı dağılım eğrileri yardımı ile küçük çaplı damlaların uygulama içindeki hacim payı belirlenebilmektedir. Rüzgarla kolayca sürüklenebilecek küçük damlaların hacim olarak uygulamalarda püskürtülen sıvının % 3'lük kısmını oluşturduğu görülmektedir. Ayrıca, büyük çaplı damlalar da yaprak yüzeyinde tutunamayarak yere düşebilmektedir. Bunların uygulama içindeki payının da önemli oranda olmadığı saptanmıştır. Bu iki durum için saptanan oranlar; küçük çaplı damlaların toplam damla hacminin % 1-3'ü, büyük çaplı damlaların da % 10'u oranında olması durumunda yapılan uygulamanın başarılı olduğu kabul edilebilmektedir (ARSLAN, 1982).

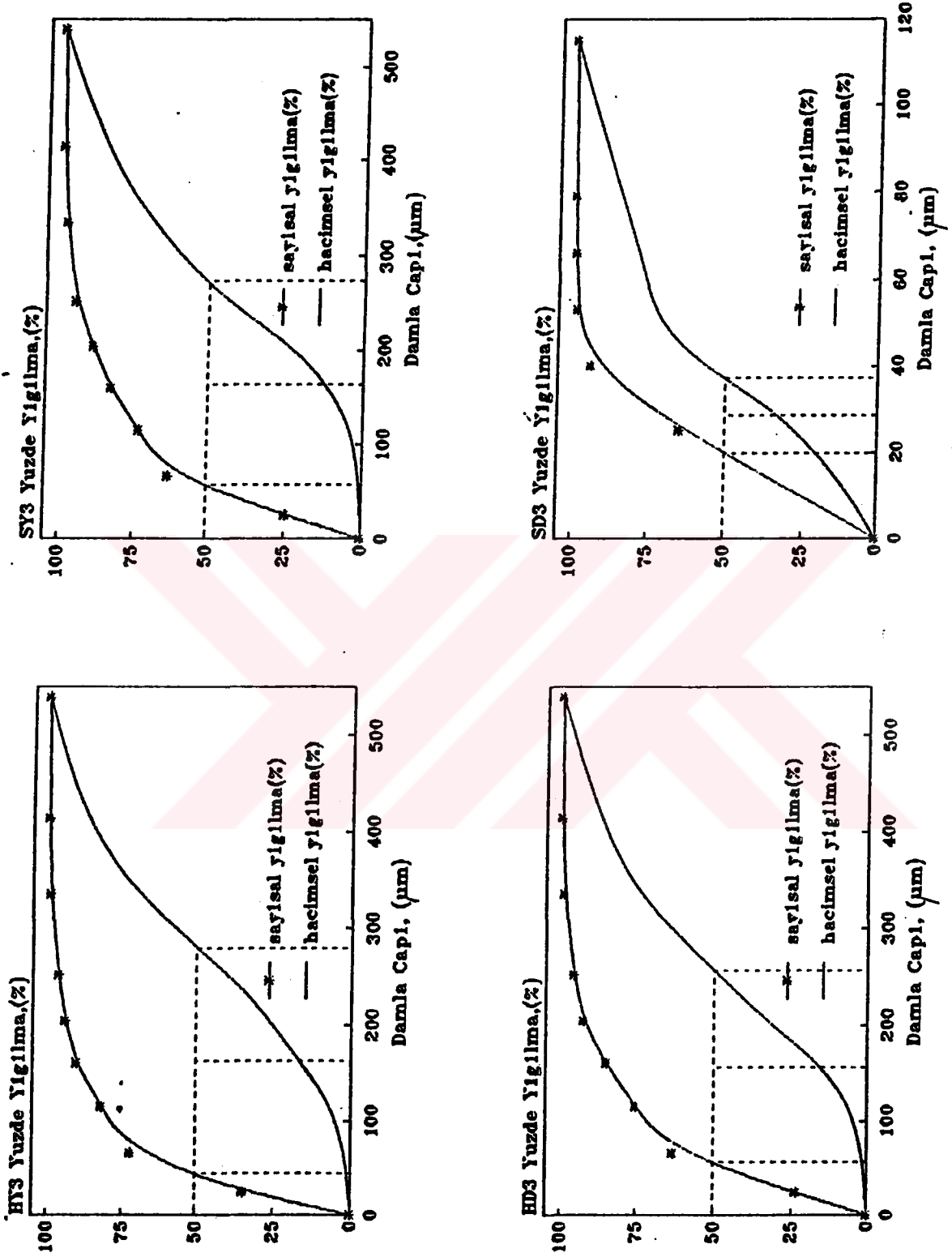


Şekil 34. I. Denemede Dört Örnekleme Yüzeyinden Elde Edilen Sayısal ve Hacimsel Yığılmalı Dağılım Eğrileri



Şekil 35 . II. Denemede Dört Örnekleme Yüzeyinden Elde Edilen Sayısal ve Hacimsel Yığılma Dağılım Eğrileri





Şekil 36. III. Denemede Dört Örnekleme Yüzeyinden Elde Edilen Sayısal ve Hacimsel Yığılmalı Dağılım Eğrileri

#### 4.3.1.3. Dağılım Paterni ve Damla Sayısı Dağılım Düzgünlüğü

Denemelerde dağılım genişliği boyunca elde edilen birim alandaki damla sayısı dağılım yoğunlukları da hesaplanmıştır. Elde edilen damla sayısı dağılım yoğunlukları (adet/cm<sup>2</sup>) Çizelge 30.' da verilmiştir. Her uygulama için sonuçlar grafik olarak Şekil 37.' de gösterilmiştir. Dağılım genişliğinde ve kabul edilen iş genişliğinde varyasyon katsayısı(% CV) ile dağılım düzgünlükleri incelenmiştir. Uygulamalara ait % CV değerleri Çizelge 30.'da verilmiştir. Burada dağılım genişliğinde ve kabul edilen iş genişliğinde (örtme yaptırılarak) sonuçlar hesaplanmıştır.

Uçaklarla yapılan uygulamalarda, Varyasyon katsayısı değişimi (% CV), değişik araştırmacılar tarafından incelenmiştir.

Johnstone (1977), pamukta kalıntı miktarını kolorimetrik yöntemle incelemiş ve varyasyon katsayısını (% CV), % 15 olarak saptamıştır.

Zemp (1980), atomizörlerle yapılan uygulamalarda % CV değişimini atomizörlerde % 33-43, klasik memelerde ise % 16-35 olarak saptamıştır.

Parkin ve Wyatt (1982), herbisitlerin havadan uygulanmasında iş genişliğinde % 30'luk bir varyasyon katsayısı (% CV) değişiminin yeterli sonuç verdiğini belirtmişlerdir.

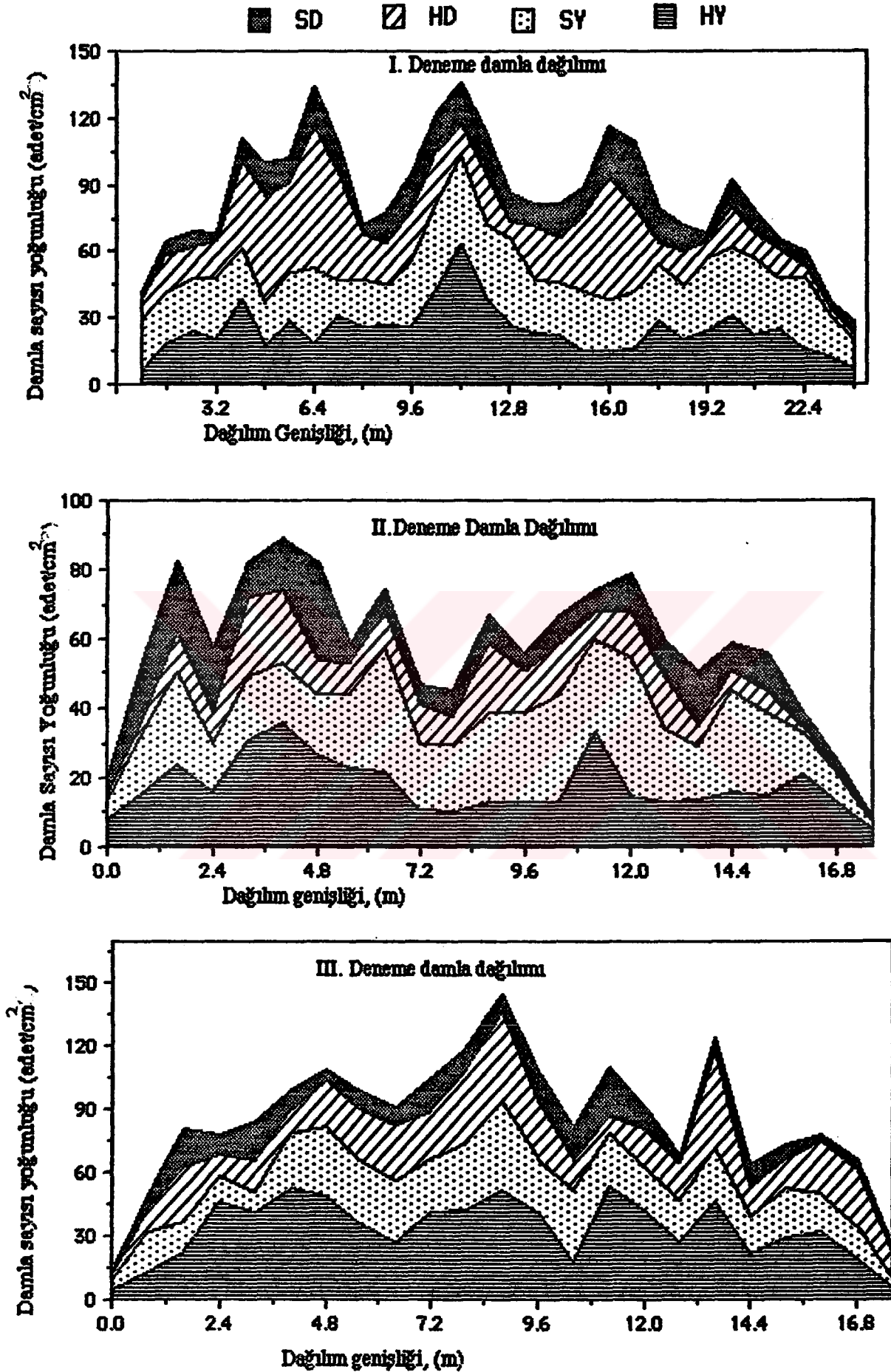
Deligöntül (1984), pamukta 3 L/da; 4 L/da ve 5 L/da uygulama normları ile uçakla yaptığı uygulamada; sırası ile enine dağılımda % CV'nin 18-58 arasında değişim gösterdiğini belirtmiştir. Yararlı iş genişliği 12 m'de ise varyasyon katsayısı % 19,61 olarak bulunmuştur. Araştırmacı, Mathys (1972)'ye göre varyasyon katsayısının  $\pm$  % 50 değişim sınırları içinde olduğunu ve elde edilen sonuçların yeterli etkinliği sağladığını belirtmiştir.

Ciba-Geigy (1992), varyasyon katsayısı(% CV) değişiminin: herbisit uygulamalarında % 30; düşük hacimli (LV) insektisit uygulamalarında % 50 ve çok küçük hacimli (ULV) insektisit uygulamalarında % 50-70 arasında ve fungusit uygulamalarında ise % 50 oranında olmasının kaplama ve biyolojik etkinlik açısından yeterli olacağı belirtilmiştir.

Araştırma sonucunda elde ettiğimiz istatistiki sonuçlar ve % CV değişim katsayısı değerleri, Çizelge 31.'de verilmiştir. Dağılım genişliğinde ve kabul edilen iş genişliğinde elde edilen ortalama varyasyon katsayısı (%CV) değerleri, üç deneme için hesaplanmıştır. Dağılım genişliğinde üç uygulama için sırası ile % 31,5; 28,6 ve 22,3 ve kabul edilen iş genişliğinde üç deneme için sırası ile % 29,6; 43,7 ve 27,2 olarak varyasyon katsayısı değerleri bulunmuştur. Bu değerler, denemeler için yeterli düzgünlükte kabul edilmiştir.

Çizelge 30. Üç Denemede Örnek Yüzeylerdeki Enine Damla Dağılımı

| Sıra No | Dağılım Genişliği (m) | I. Deneme (adet/cm <sup>2</sup> ) |     |     |     | II. Deneme (adet/cm <sup>2</sup> ) |     |     |     | III. Deneme (adet/cm <sup>2</sup> ) |       |     |     |     |     |        |
|---------|-----------------------|-----------------------------------|-----|-----|-----|------------------------------------|-----|-----|-----|-------------------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|--------|
|         |                       | HY                                | HD  | SY  | SD  | Ort.                               | HY  | HD  | SY  | SD                                  | Ort.  | HY  | HD  | SY  | SD  | Ort.   |
| 1       | 0.8                   | 6                                 | 8   | 24  | 3   | 10.25                              | 16  | 4   | 17  | 17                                  | 13.50 | 13  | 26  | 19  | 7   | 16.25  |
| 2       | 1.6                   | 19                                | 17  | 23  | 6   | 16.25                              | 25  | 12  | 26  | 20                                  | 20.75 | 23  | 11  | 14  | 18  | 16.50  |
| 3       | 2.4                   | 24                                | 14  | 24  | 7   | 17.25                              | 29  | 9   | 14  | 18                                  | 17.50 | 46  | 15  | 12  | 9   | 20.50  |
| 4       | 3.2                   | 20                                | 17  | 28  | 3   | 17.00                              | 29  | 23  | 18  | 10                                  | 20.00 | 41  | 11  | 10  | 19  | 20.25  |
| 5       | 4.0                   | 38                                | 39  | 23  | 11  | 27.75                              | 24  | 21  | 53  | 15                                  | 28.25 | 63  | 22  | 26  | 10  | 30.25  |
| 6       | 4.8                   | 18                                | 49  | 18  | 15  | 25.00                              | 31  | 10  | 20  | 28                                  | 22.25 | 49  | 24  | 33  | 5   | 27.75  |
| 7       | 5.6                   | 28                                | 40  | 23  | 11  | 25.50                              | 24  | 9   | 19  | 5                                   | 14.25 | 37  | 27  | 30  | 9   | 25.75  |
| 8       | 6.4                   | 19                                | 66  | 33  | 18  | 34.00                              | 20  | 11  | 35  | 6                                   | 18.00 | 26  | 22  | 29  | 8   | 21.25  |
| 9       | 7.2                   | 31                                | 46  | 16  | 13  | 26.50                              | 8   | 11  | 24  | 6                                   | 12.25 | 41  | 35  | 26  | 16  | 29.50  |
| 10      | 8.0                   | 26                                | 21  | 21  | 4   | 18.00                              | 11  | 8   | 15  | 9                                   | 10.75 | 43  | 42  | 32  | 10  | 31.75  |
| 11      | 8.8                   | 27                                | 20  | 18  | 14  | 19.75                              | 14  | 20  | 34  | 6                                   | 18.50 | 50  | 27  | 42  | 9   | 32.00  |
| 12      | 9.6                   | 26                                | 21  | 30  | 17  | 23.50                              | 17  | 12  | 23  | 5                                   | 14.25 | 41  | 14  | 26  | 14  | 23.75  |
| 13      | 10.4                  | 43                                | 24  | 39  | 19  | 31.25                              | 16  | 15  | 30  | 9                                   | 17.50 | 17  | 8   | 35  | 15  | 18.75  |
| 14      | 11.2                  | 63                                | 14  | 40  | 16  | 33.25                              | 28  | 8   | 26  | 6                                   | 17.00 | 55  | 18  | 25  | 23  | 30.25  |
| 15      | 12.0                  | 39                                | 22  | 34  | 21  | 29.00                              | 12  | 13  | 38  | 11                                  | 18.50 | 42  | 18  | 21  | 10  | 22.75  |
| 16      | 12.8                  | 27                                | 7   | 40  | 13  | 21.75                              | 15  | 15  | 19  | 11                                  | 15.00 | 32  | 46  | 20  | 3   | 25.25  |
| 17      | 13.6                  | 23                                | 25  | 24  | 12  | 21.00                              | 18  | 6   | 15  | 15                                  | 13.50 | 40  | 15  | 25  | 7   | 21.75  |
| 18      | 14.4                  | 22                                | 22  | 24  | 13  | 20.25                              | 14  | 6   | 33  | 8                                   | 15.25 | 22  | 14  | 17  | 10  | 15.75  |
| 19      | 15.2                  | 15                                | 36  | 27  | 17  | 23.75                              | 26  | 6   | 21  | 11                                  | 16.00 | 29  | 25  | 24  | 6   | 21.00  |
| 20      | 16.0                  | 15                                | 62  | 23  | 17  | 29.25                              | 5   | 2   | 11  | 4                                   | 5.50  | 32  | 27  | 18  | 3   | 20.00  |
| 21      | 16.8                  | 16                                | 29  | 26  | 32  | 25.75                              |     |     |     |                                     |       |     |     |     |     |        |
| 22      | 17.6                  | 28                                | 11  | 26  | 17  | 20.50                              |     |     |     |                                     |       |     |     |     |     |        |
| 23      | 18.4                  | 20                                | 15  | 25  | 9   | 17.25                              |     |     |     |                                     |       |     |     |     |     |        |
| 24      | 19.2                  | 24                                | 8   | 33  | 3   | 17.00                              |     |     |     |                                     |       |     |     |     |     |        |
| 25      | 20.0                  | 31                                | 21  | 31  | 12  | 23.75                              |     |     |     |                                     |       |     |     |     |     |        |
| 26      | 20.8                  | 22                                | 9   | 35  | 10  | 19.00                              |     |     |     |                                     |       |     |     |     |     |        |
| 27      | 21.6                  | 25                                | 10  | 23  | 5   | 15.75                              |     |     |     |                                     |       |     |     |     |     |        |
| 28      | 22.4                  | 19                                | 5   | 31  | 7   | 15.50                              |     |     |     |                                     |       |     |     |     |     |        |
| 29      | 23.2                  | 10                                | 4   | 19  | 3   | 9.00                               |     |     |     |                                     |       |     |     |     |     |        |
| 30      | 24.0                  | 7                                 | 3   | 14  | 5   | 7.25                               |     |     |     |                                     |       |     |     |     |     |        |
| Toplam  |                       | 731                               | 685 | 795 | 353 | 641                                | 382 | 221 | 491 | 220                                 | 328.5 | 742 | 447 | 484 | 211 | 471.00 |



Şekil 37. Üç Denemede Dağılım Genişliğinde 4 Örnekleme Yüzeyindeki Damla Sayısı Dağılım Yoğunlukları

Dağılım düzgünlüğü düşey örnek alma yüzeylerinde, yatay yüzeylerden elde edilen değerlere göre daha yüksek bulunmuştur. Bu da düşey yüzeylerde dağılımın tek düzeliliğinin daha az olduğunu ve çevre şartlarından büyük oranda etkilendiğini göstermektedir.

Çizelge 31. Dağılım Genişliği ve İş Genişliğinde Örnek Alma Sehpaları Üzerindeki Dağılım Düzgünlüğü

| Dene me No  | Örnek Yüzeyler | Damla Dağılım Düzgünlüğü (B)*                       |               |                    | Damla Dağılım Düzgünlüğü (B <sub>e</sub> )**        |               |                    |
|-------------|----------------|-----------------------------------------------------|---------------|--------------------|-----------------------------------------------------|---------------|--------------------|
|             |                | Ort.Damla Sayısı, $\bar{X}$ (adet/cm <sup>2</sup> ) | Sdt. Hata (S) | Vary. Kats. (% CV) | Ort.Damla Sayısı, $\bar{X}$ (adet/cm <sup>2</sup> ) | Std. Hata (S) | Vary. Kats. (% CV) |
| I           | HYI            | 24,37                                               | 11,20         | 46,0               | 33,22                                               | 13,60         | 40,9               |
|             | HDI            | 22,84                                               | 16,56         | 72,5               | 31,14                                               | 19,42         | 62,3               |
|             | SYI            | 26,50                                               | 6,89          | 26,0               | 36,14                                               | 13,80         | 38,0               |
|             | SDI            | 11,77                                               | 6,65          | 56,5               | 16,00                                               | 5,63          | 35,0               |
| Ortalamalar |                | 21,36                                               | 6,72          | 31,5               | 29,11                                               | 8,60          | 29,6               |
| II          | HY2            | 19,10                                               | 7,54          | 39,4               | 26,60                                               | 15,30         | 57,0               |
|             | HD2            | 11,05                                               | 5,60          | 50,6               | 14,75                                               | 7,11          | 48,2               |
|             | SY2            | 24,55                                               | 10,20         | 41,5               | 33,60                                               | 15,43         | 46,0               |
|             | SD2            | 11,00                                               | 6,18          | 56,2               | 15,40                                               | 11,10         | 72,0               |
| Ortalamalar |                | 16,40                                               | 4,70          | 28,60              | 22,60                                               | 9,87          | 43,7               |
| III         | HY3            | 37,10                                               | 12,90         | 34,7               | 50,60                                               | 18,90         | 37,3               |
|             | HD3            | 22,35                                               | 10,11         | 45,2               | 29,75                                               | 15,60         | 52,4               |
|             | SY3            | 24,20                                               | 8,07          | 33,4               | 32,00                                               | 8,12          | 25,3               |
|             | SD3            | 10,55                                               | 5,37          | 51,0               | 14,40                                               | 7,90          | 55,0               |
| Ortalamalar |                | 23,55                                               | 5,25          | 22,3               | 31,70                                               | 8,62          | 27,2               |

\*= B Max dağılım genişliği    \*\*= Kabul edilen iş genişliği

Yatay yüzeylerde toplanan damla sayısı üç deneme için sırası ile % 59,5; 66,5 ve 65,0 oranlarında bulunmuştur. Buradan da görüldüğü gibi, damlanın % 60-65'i yatay, % 35-40'ı da düşey yüzeylerde toplanmıştır.

#### **4.3.2. Fluorometrik Yöntemle Saptanan Kalıntı Dağılım Paternleri**

##### **4.3.2.1. Dağılım Genişliğinde Kalıntı Dağılım Paterni**

Denemelerde defolyant, iz maddesi ve yardımcı madde olarak dibazik sodyum fosfat birlikte karıştırılarak püskürtme sıvısı hazırlanmıştır. Benzer çalışma, laboratuvarında simüle edilerek ön çalışmalar yapılmıştır. Kalibrasyon grafikleri de aynı içerikli çözeltiler kullanılarak hazırlanmıştır.

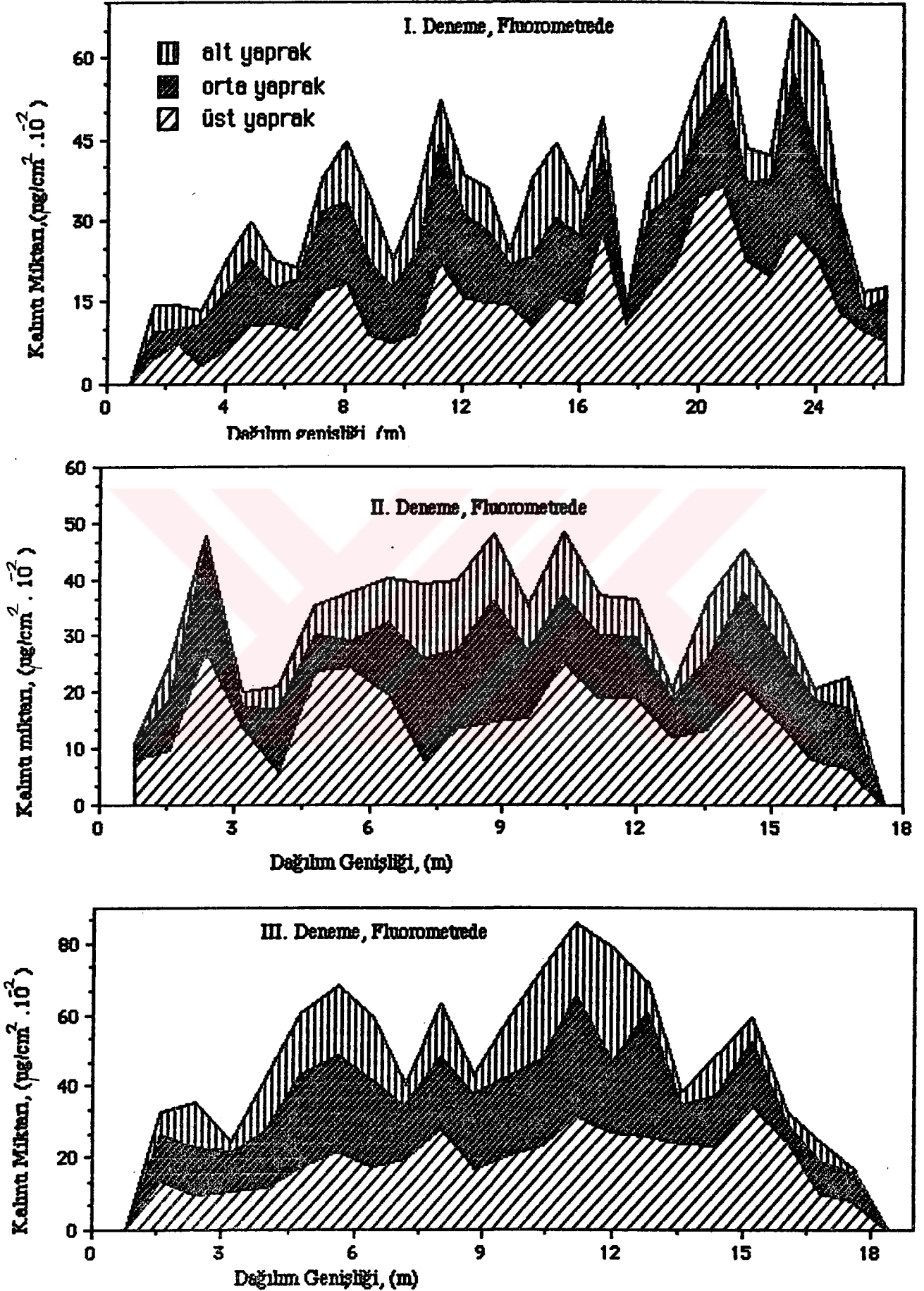
Örnek yüzeylerden elde edilen, çözelti içindeki belirteç maddeler, deney tüplerine alınarak bağıl fluorometre okumaları  $F_u$  (%) yapılmıştır.  $F_u$  fluorometre okumalarına karşı gelen  $C_u$  ( $\mu\text{g/mL}$ ) derişiklik denklemleri; 18, 19, 20 ve 21 nolu eşitlikler ile, 4 duyarlılık basamağı için hesaplanmıştır. Bu değerler daha sonra, 22, 23 ve 24 nolu eşitlikler kullanılarak, birim örnekleme yüzeylerindeki kalıntı miktarı  $G_p$  ( $\mu\text{L/cm}^2$ ) saptanmıştır.

Örnekleme yüzeylerinde, 1  $\text{cm}^2$ 'de saptanan  $G_p$ , püskürtme sıvısı kalıntı miktarları 3 deneme için Ek Çizelge 13; 14 ve 15'de verilmiştir.

Dağılım genişliği boyunca elde edilen kalıntı dağılım paterni üst, orta ve alt yapraklarda olmak üzere Şekil 38.'de üç grafik ile verilmiştir. Şekil 39.'da ise yaprak altlarında ve yaprak üstlerinde toplanan kalıntı miktarının değişimi verilmiştir. Yaprak altlarındaki kalıntı, toplam kalıntı miktarının I. denemede % 38,7'si, II. denemede % 35,6'sı ve III. denemede de % 42,5'i olarak hesaplanmıştır.

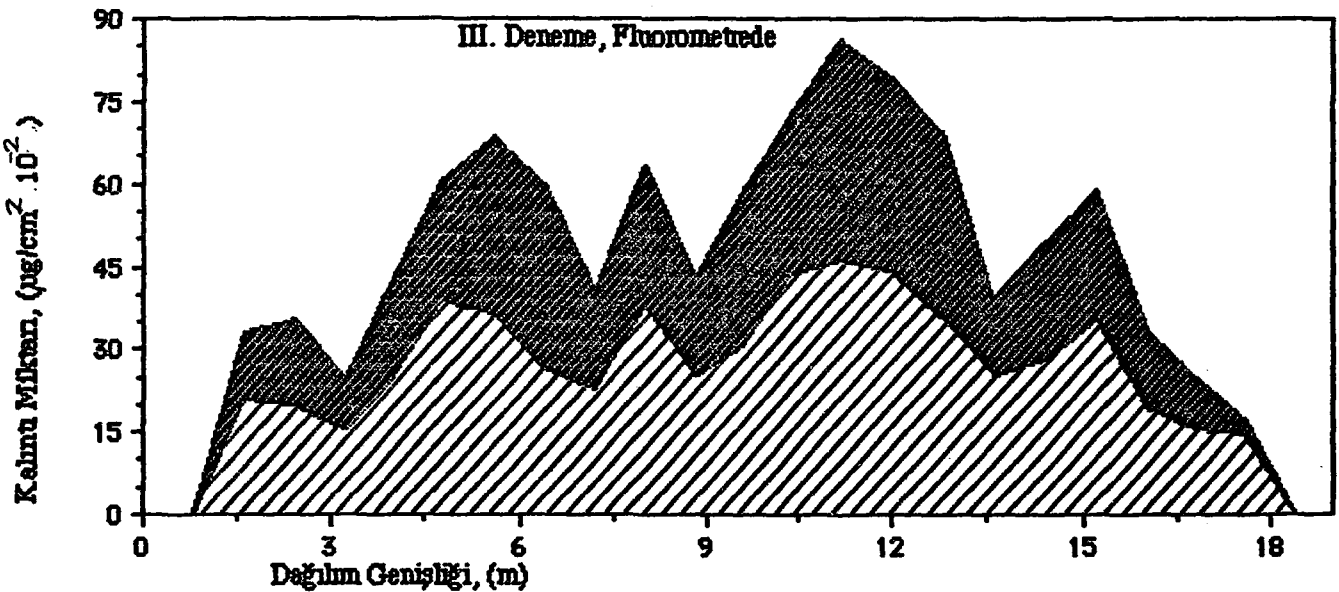
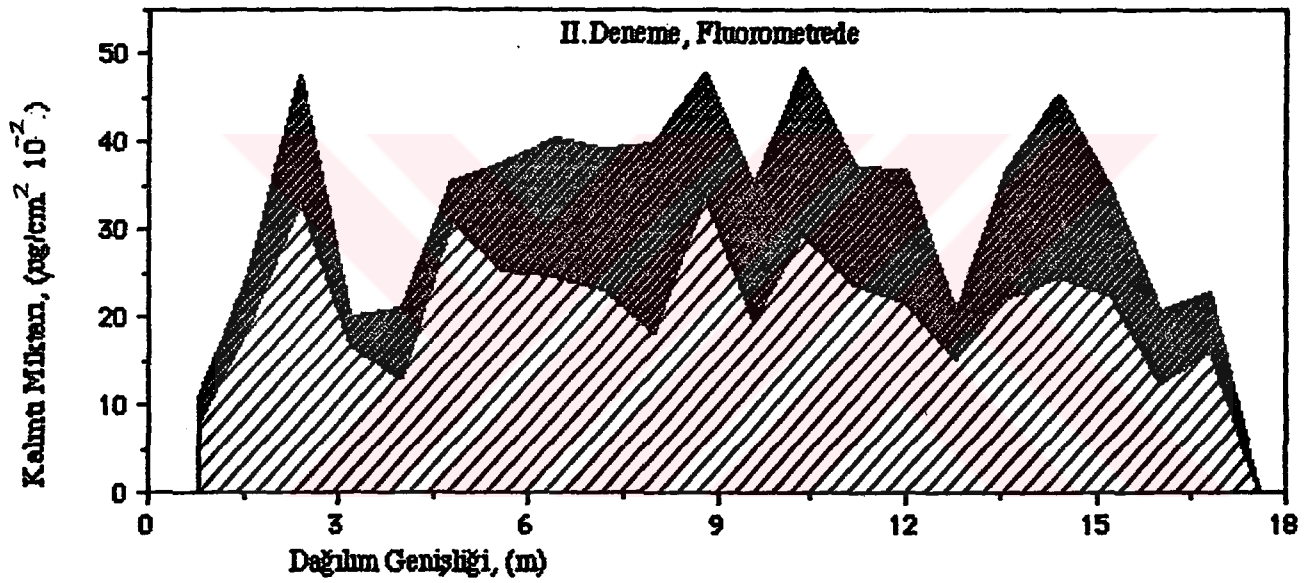
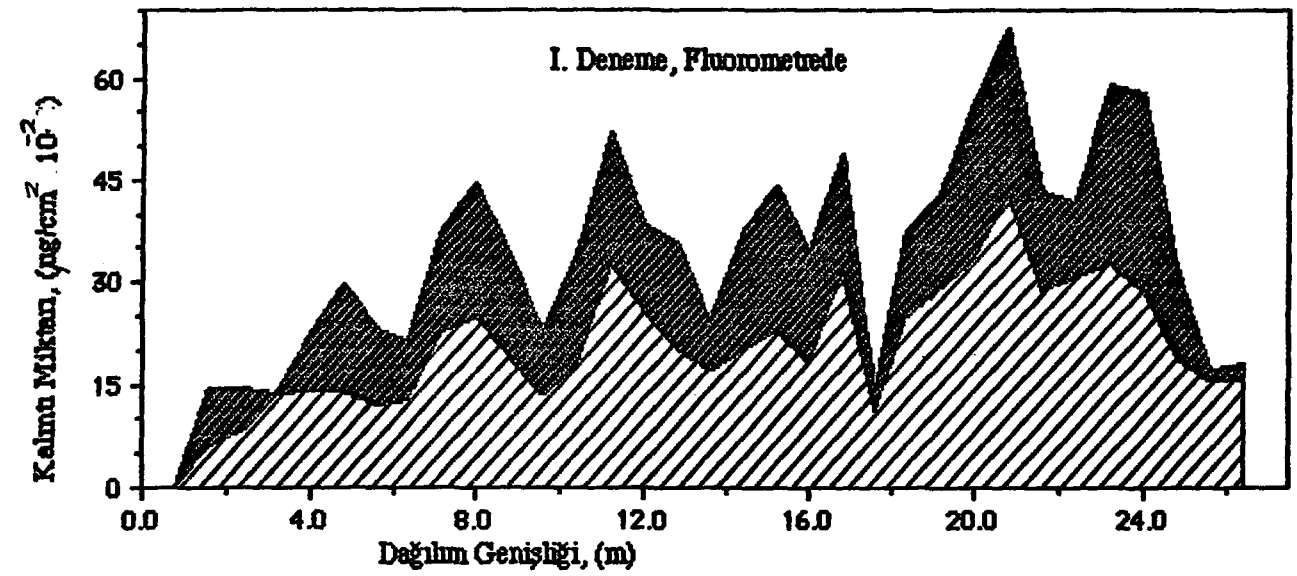
Denemelerdeki toplam kalıntının, % 35-42'si yaprak alt yüzeylerinde, % 58-65'i de yaprak üst yüzeylerinde toplanmıştır. Yapraklardaki bu kalıntı miktarının dağılımı Çizelge 32. de verilmiştir.





Şekil 38. Üç Denemede ve Üç Yaprak Seviyesinde, Dağılım Genişliğindeki Kalıntı Dağılım Paternleri

■ yaprak altı kalıntı      ▨ yaprak üstü kalıntı



Şekil 39. Üç Denemede, Dağılım Genişliğinde Üst ve Alt Yaprak Yüzeylerindeki Dağılım Paternleri

Çizelge 32. Bitki Yüksekliğinde Kalıntı Dağılımı

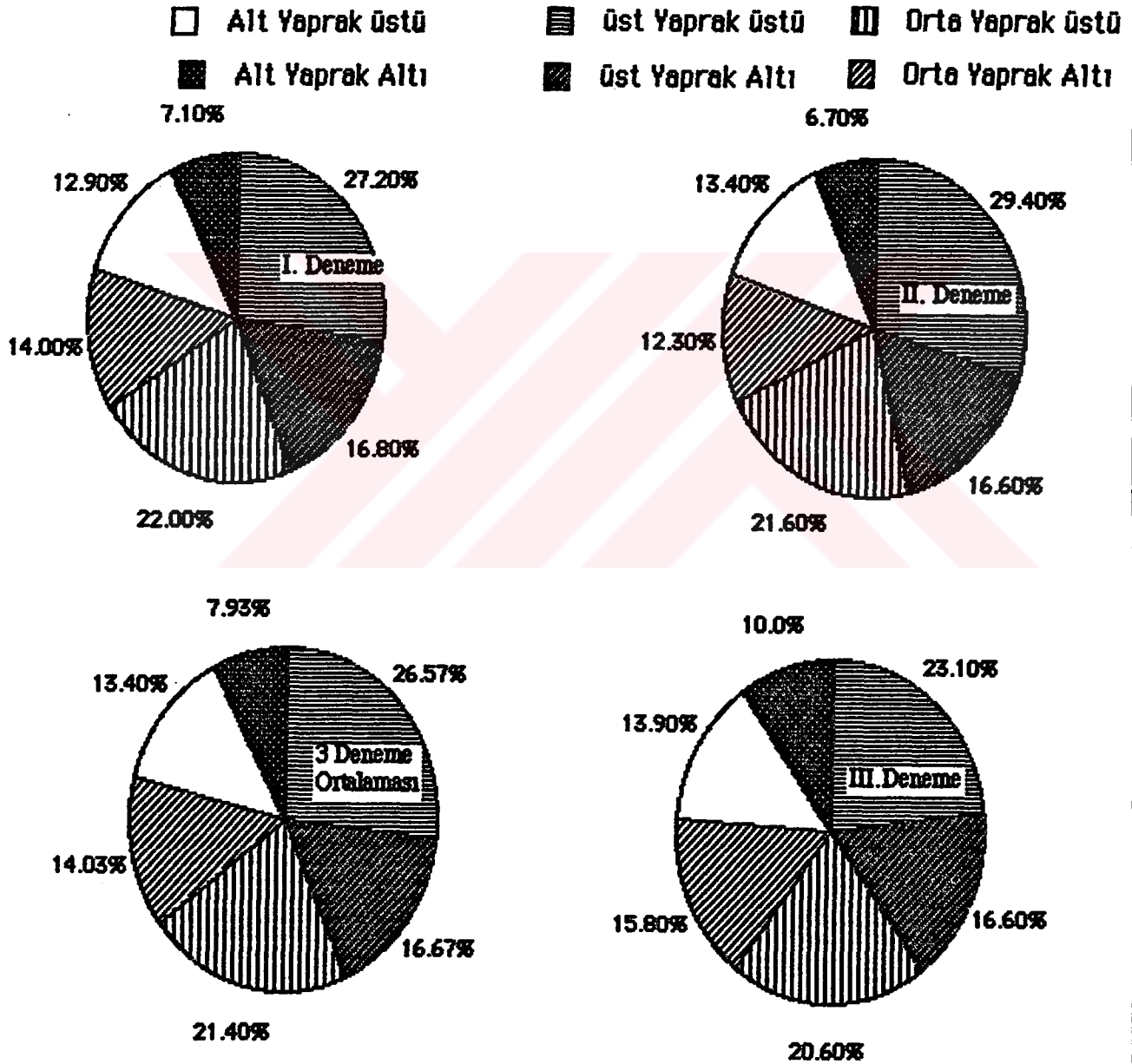
| Bitki Yüksekliği                                                   | Yaprak Yüzeyi | I. Deneme Kalıntı Oranı(%) | II. Deneme Kalıntı Oranı(%) | III. Deneme Kalıntı Oranı(%) | Ortalama Kalıntı Oranı(%) |
|--------------------------------------------------------------------|---------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|---------------------------|
| Üst Yaprak                                                         | Üst           | 27,2                       | 29,4                        | 23,1                         | 26,57                     |
|                                                                    | Alt           | 16,8                       | 16,6                        | 16,6                         | 16,67                     |
| Orta Yaprak                                                        | Üst           | 22,0                       | 21,6                        | 20,6                         | 21,40                     |
|                                                                    | Alt           | 14,0                       | 12,3                        | 15,8                         | 14,03                     |
| Alt Yaprak                                                         | Üst           | 12,9                       | 13,4                        | 13,9                         | 13,40                     |
|                                                                    | Alt           | 7,1                        | 6,7                         | 10,0                         | 7,93                      |
| TOPLAM                                                             |               | % 100                      | % 100                       | % 100                        | % 100                     |
| Üst yaprak (Üst + alt yüzey)                                       |               | 44,0                       | 46,0                        | 39,7                         | 43,24                     |
| Orta yaprak (Üst + alt yüzey)                                      |               | 36,0                       | 33,9                        | 36,4                         | 35,43                     |
| Alt yaprak (Üst + alt yüzey)                                       |               | 20,0                       | 20,1                        | 23,9                         | 21,33                     |
| Yaprak üstü (Üst + Orta + alt)                                     |               | 62,1                       | 64,4                        | 57,6                         | 61,37                     |
| Yaprak altı (Üst+ Orta + alt)                                      |               | 37,9                       | 35,6                        | 42,4                         | 38,63                     |
| Yaprakta ort. kalıntı* ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2 \cdot 10^{-2}$ ) |               | 17,06                      | 15,40                       | 21,91                        | 18,12                     |

\*: Kabul edilen iş genişliğinde

Bu durumda üç uygulamadaki kalıntı oranları dikkate alındığında birim yaprak yüzeyine ulaşmış olan  $18,12 \mu\text{g}/\text{cm}^2 \cdot 10^{-2}$ 'lik kalıntının % 43,2'si üst kısma, % 35,5'i orta ve % 21,3'ü de alt kısımlara ulaşmıştır (Çizelge 32.). Yaprak üstlerindeki her üç kademede kalıntı, toplam kalıntının % 61,37'si olarak hesaplanmıştır.

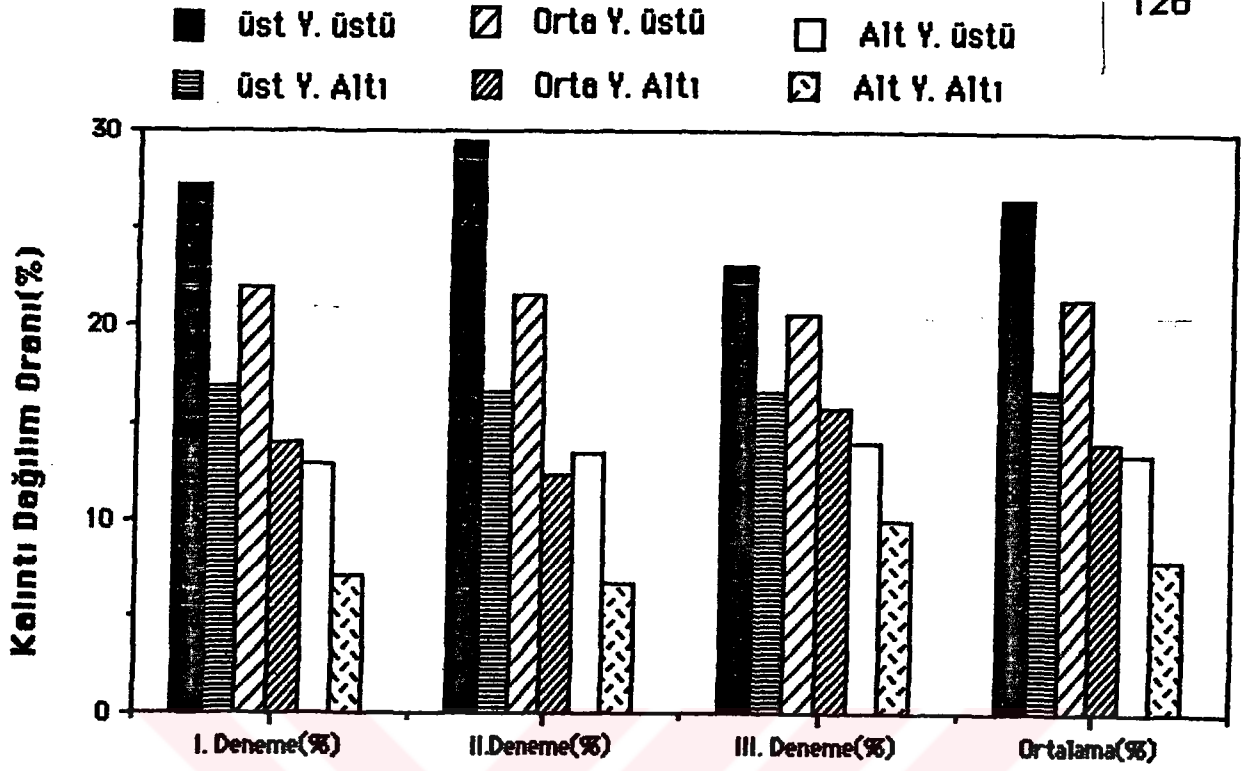
Dağılım genişliğinde ve yararlı iş genişliğinde elde edilen kalıntı dağılım düzgünlüklerinin incelenmesi için : % CV varyasyon katsayıları her uygulama için hesaplanmış ve Çizelge 33. 'de verilmiştir. Hesaplamalar üst, orta ve alt yapraklarda; yaprak alt ve üst yüzeylerindeki kalıntı miktarı ve bir bitkideki toplam kalıntı miktarı dikkate alınarak yapılmıştır.

Üç pamuk yaprak seviyesinde, üst ve alt yüzeylerdeki bağıl tutunma oranları üç uygulama ve uygulamalar ortalaması olarak Şekil 40. ve 41.'de verilmiştir. Ayrıca, her yaprak seviyesindeki yaprak üstü ve yaprak altı bağıl tutunma oranları Şekil 42.'de verilmiştir. Şekil 42.'de üç yaprak seviyesindeki ortalama kalıntı dağılım oranları verilmiştir. Burada, örnekleme yapılan yaprak seviyelerine göre; üst kısımdaki yaprakta % 43,24; orta kısımdaki yaprakta % 35,43 ve alt kısımdaki yaprakta % 21,33 oranlarında kalıntı miktarlarının tutunduğu görülmektedir.

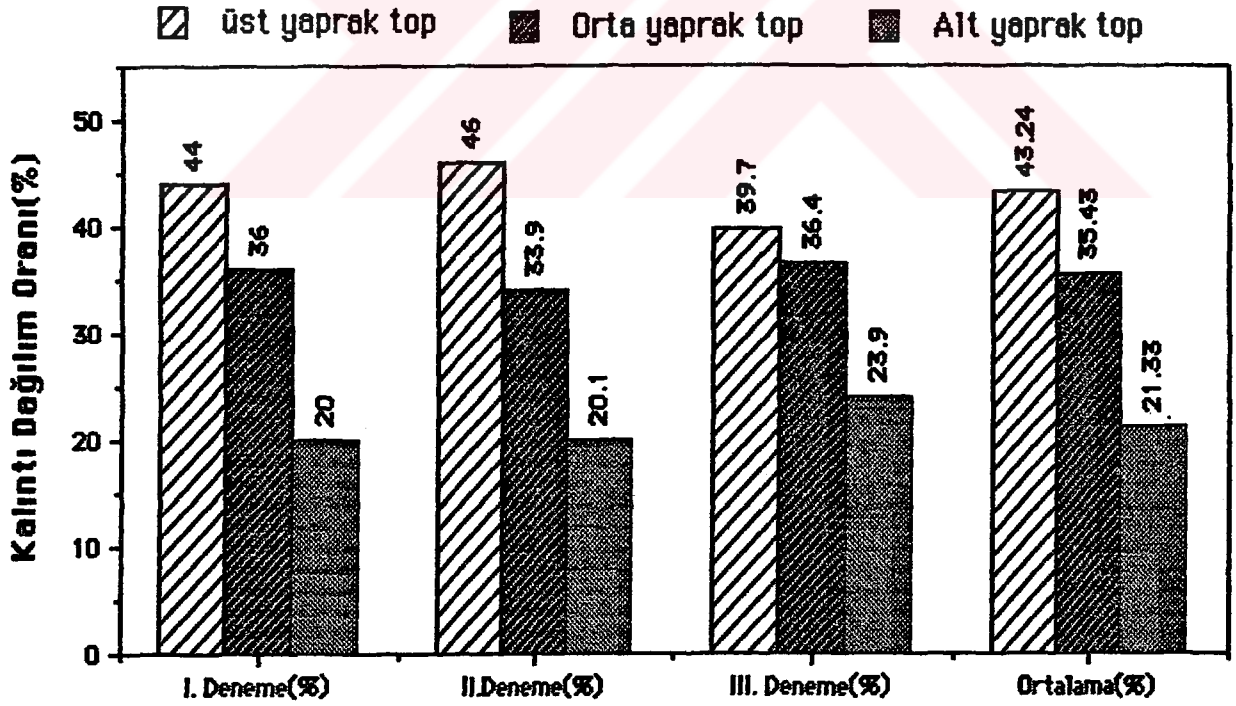


Şekil 40. Denemelerde, Yaprak Yüzeylerindeki Bağıl Tutunma Miktarlarının Oransal Dağılımı



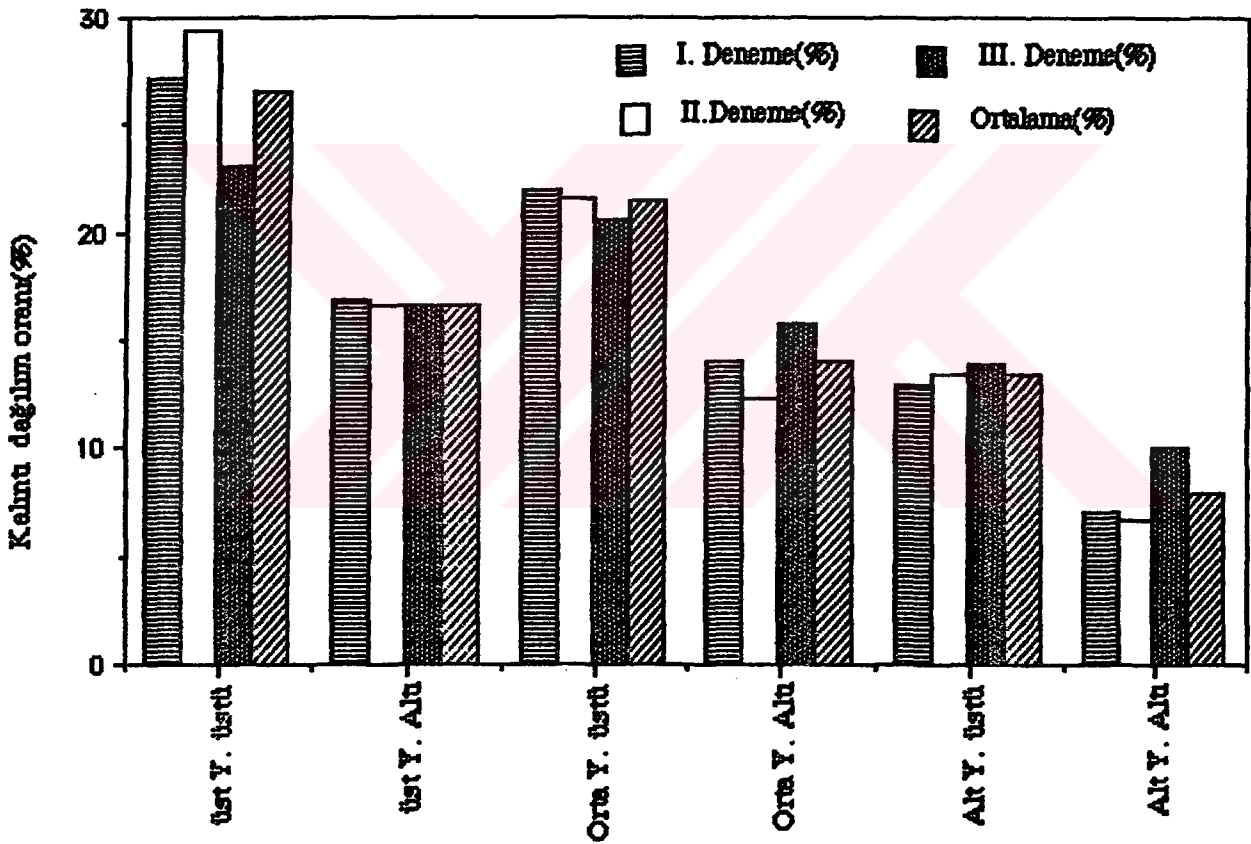


Şekil 41. Üst ve Alt Yaprak Yaprak Yüzeylerindeki Bağıl Tutunma Oranlarının Uygulamalara Göre Değişimi



Şekil 42. Üç Değişik Pamuk Yaprak Seviyesindeki Kalıntı Miktarı

Şekil 43.'de bitki yaprak yüzeylerinde karşılaştırmalı olarak bağıl tutunma oranları incelenmiştir. Şekil 43.'de görüldüğü gibi, üst yapraklardan alt yaprak seviyelerine doğru bağıl tutunma oranında bir azalış olduğu görülmektedir. Yaprak üst yüzeylerinde bağıl tutunma % 12,9-29,4 arasında; yaprak alt yüzeylerinde ise % 6,7-16,8 arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 33. ve Şekil 43. ).



Şekil 43. Bitki Yaprak Yüzeylerinde Derinlemesine Kalıntı Dağılımı



Çizelge 33. Dağılım Genişliği ve Kabul Edilen İş Genişliğinde  
Yaprak Yüzeylerindeki Dağılım Düzgünlüğü (% CV)

| Uygl.<br>No                                   | Örnek<br>Yüzeyler         | Dağılım Genişliğinde |                     |                   | İş Genişliğinde      |                     |                   |
|-----------------------------------------------|---------------------------|----------------------|---------------------|-------------------|----------------------|---------------------|-------------------|
|                                               |                           | Ortalama<br>Kalıntı* | Std.<br>Hata<br>(S) | % CV<br>Katsayısı | Ortalama<br>Kalıntı* | Std.<br>Hata<br>(S) | % CV<br>Katsayısı |
| I                                             | Yaprak<br>Üstü<br>Toplamı | 21,37                | 8,45                | 39,5              | 31,09                | 15,33               | 49,3              |
|                                               | Yaprak<br>Altı<br>Toplamı | 13,50                | 7,13                | 52,8              | 20,10                | 10,02               | 49,8              |
| Birim Yaprak<br>Yüzeyinde<br>Ortalama Kalıntı |                           | 11,62                | 4,87                | 41,9              | 17,06                | 8,06                | 47,3              |
| II                                            | Yaprak<br>Üstü<br>Toplamı | 21,57                | 6,82                | 31,6              | 29,92                | 12,44               | 41,6              |
|                                               | Yaprak<br>Altı<br>Toplamı | 11,90                | 5,66                | 47,5              | 16,28                | 7,11                | 43,7              |
| Birim Yaprak<br>Yüzeyinde<br>Ortalama Kalıntı |                           | 11,15                | 3,58                | 32,1              | 15,40                | 5,89                | 38,3              |
| III                                           | Yaprak<br>Üstü<br>Toplamı | 29,00                | 9,92                | 34,2              | 37,93                | 17,69               | 26,7              |
|                                               | Yaprak<br>Altı<br>Toplamı | 21,47                | 9,90                | 46,2              | 27,80                | 10,13               | 27,0              |
| Birim Yaprak<br>Yüzeyinde<br>Ortalama Kalıntı |                           | 16,82                | 6,40                | 38,0              | 21,91                | 5,40                | 24,6              |

\*: Kalıntı miktarı ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2 \cdot 10^{-2}$ )

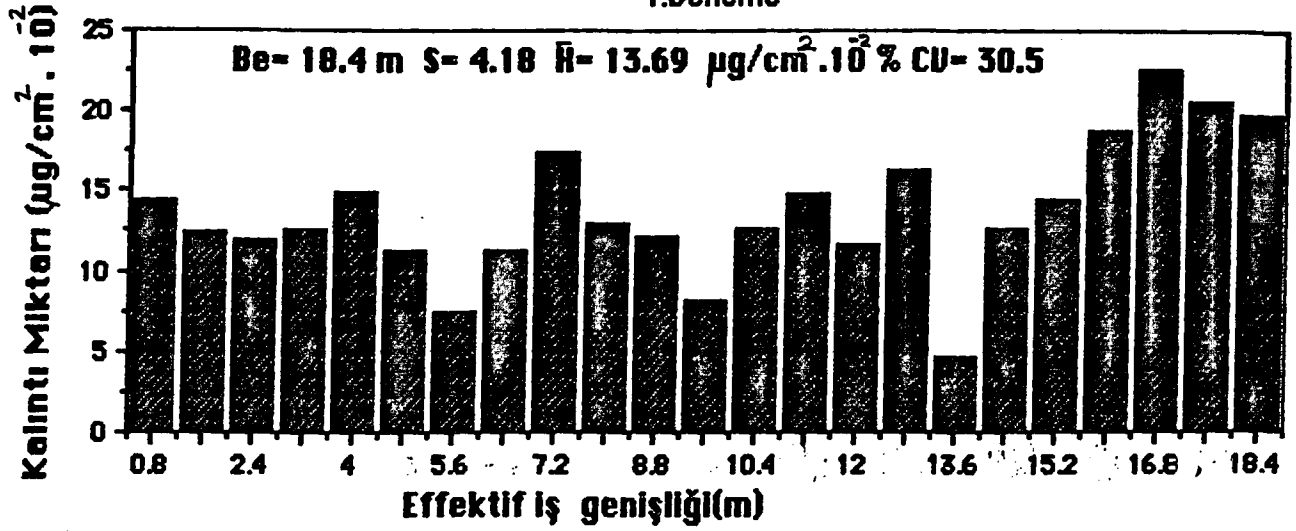
#### 4.3.2.2. Etketif İş Genişliğinde Kalıntı Dağılım Paterni

Denemelerden önce iş genişliği sabit olarak kabullenilmiş ve uygulamalar, bu iş genişliklerinde yapılmıştır. Ancak, etketif iş genişliği de daha sonra hesaplanmıştır. Gerçekte, etketif iş genişliğinin ne olması gerektiği; tek geçişlerden elde edilen kalıntı dağılım paterninden saptanabilmektedir. Denemelerden önce seçilen iş genişliğinin uygunluğu da bu şekilde kontrol edilmektedir. Bu amaçla, dağılım genişliği içinde elde edilen dağılım paternleri ile farklı iş genişliklerinde örtme yaptırılmıştır. En düşük varyasyon katsayısı ve birim yüzeyde en yüksek kalıntı miktarının elde edildiği genişlik, etketif iş genişliği olarak kabul edilmiştir. Bu şekilde hesaplanan etketif iş genişliği değerleri izelge 34.'de verilmiştir. Etketif iş genişliği dağılım paternleri de şekil 44.' de her üç deneme için gösterilmiştir. Çizelge ve grafiklerde, kabul edilen iş genişliği ve hesaplanan etketif iş genişlikleri arasında fark olduğu görülmektedir. I. denemede kabul edilen iş genişliği 16.0 m ve etketif iş genişliği 18.4 m olarak saptanmıştır. II. ve III. denemelerde kabul edilen iş genişliği 12.0 m ve etketif iş genişlikleri de sırası ile 12.8 m ve 13.6 m olarak hesaplanmıştır. Bu değerler, havadan yapılan çalışmalarda birçok faktörün uygulamaya etki ettiğini ve uygulama koşullarının sonucu etkilediğini göstermektedir.

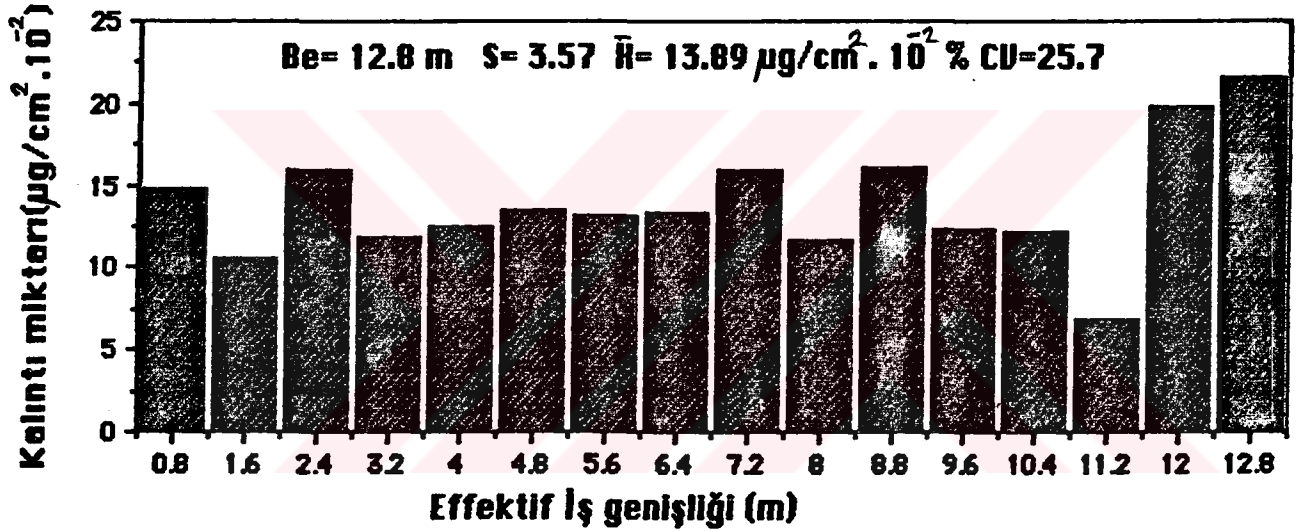
Çizelge 34. Etketif İş Genişliğinde Dağılım Düzgünlüğü

| Deneme No | Etketif İş Genişliği (m) | Standard Hata (S) | Ortalama Toplam Kalıntı ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2 \cdot 10^{-2}$ ) | Varyasyon Katsayısı (%CV) |
|-----------|--------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| I         | 18.4                     | 4.18              | 13.69                                                               | 30.5                      |
| II        | 12.8                     | 3.57              | 13.89                                                               | 25.7                      |
| III       | 13.6                     | 4.44              | 20.75                                                               | 21.4                      |

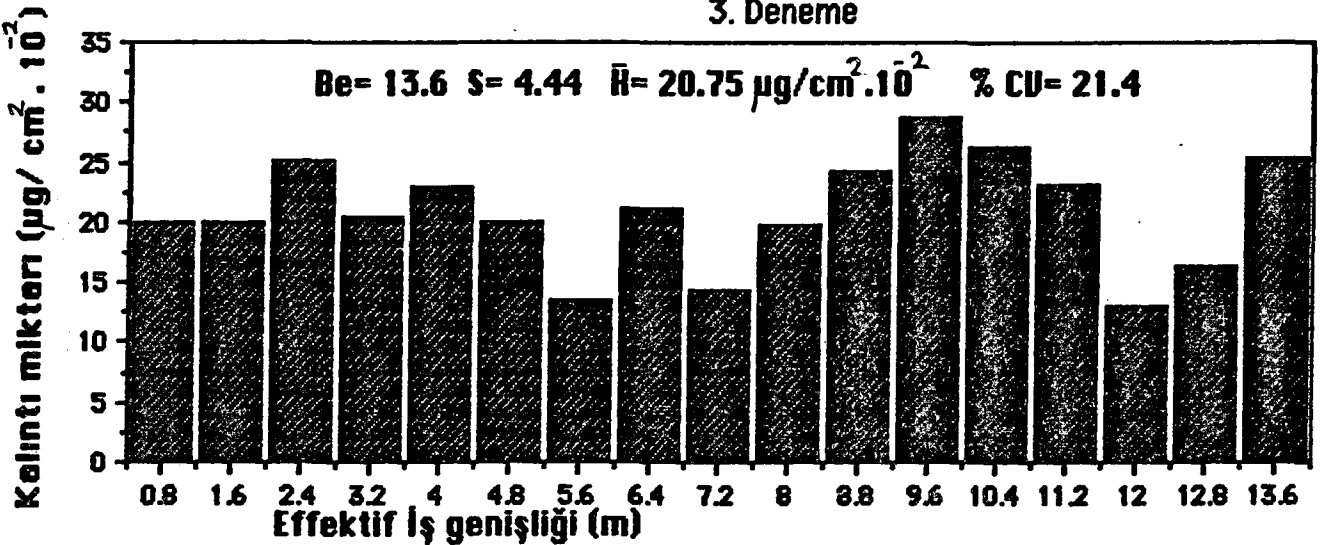
## 1. Deneme



## 2. Deneme



## 3. Deneme



Şekil 44. Effektif Iş Genişliğinde Elde Edilen Kalıntı Dağılım Paternleri

#### 4.4. Defolyant Kayıp Oranları

Bitkinin üç farklı yüksekliği için, üç yaprak seviyesinde kalıntı miktarları hesaplanmıştır. Örnekleme yapılan yapraklar, aynı düşey doğru üzerinde ve alt alta bulunmaları nedeniyle birbirleriyle toplanarak kalıntı dağılımı saptanmıştır. Hesaplamalar iş genişliğinde ve örtme yaptırılarak bulunmuştur. Örnek yüzeyler üzerindeki kalıntı miktarları hesaplanmıştır.

Örnek alma sehparlarından elde edilen, birim örnek yüzeydeki damla sayıları da hesaplanmıştır. Her uygulamadaki ortalama VMD çapı ve hacimsel uygulama normu kullanılarak; VMD çapı ile bir damlanın hacmi hesaplanmış ve uygulama hacmine bölünmüştür. Bu hesaplama ile birim yüzeyde olması gereken teorik damla sayıları bulunmuştur. Birim yüzeyde olması gereken teorik defolyant kalıntı miktarı da uygulama normunun, uygulama alanına oranlanması ile bulunmuştur

Uygulama normuna göre teorik olarak birim alanda olması gereken kalıntı miktarı ve damla sayıları ile bitki ve örnek yüzeylerden elde edilen kalıntı miktarları ve damla sayıları karşılaştırılarak, püskürtme sıvısı kayıp oranları saptanmıştır.(Çizelge 35.) .

Çizelge 35. Bitkide ve Örnek Alma Sehparında Saptanan Kalıntı Miktarları ve Kayıp Oranları

| Birim Alandaki Kalıntı Miktarı Oranları (%) |         | I. Deneme              |                         | II. Deneme             |                         | III. Deneme            |                         |
|---------------------------------------------|---------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
|                                             |         | Bitkiden Alınan Örnek* | Sehpadan Alınan Örnek** | Bitkiden Alınan Örnek* | Sehpadan Alınan Örnek** | Bitkiden Alınan Örnek* | Sehpadan Alınan Örnek** |
| Teorik Kalıntı                              |         | 46.00                  | 62.00                   | 47.00                  | 101.15                  | 47.00                  | 145.80                  |
| Ölçülen Kalıntı                             | Dağ.gen | 11.62                  | 21.36                   | 11.16                  | 16.40                   | 16.80                  | 23.55                   |
|                                             | İş gen. | 17.06                  | 29.11                   | 15.40                  | 22.60                   | 21.91                  | 31.70                   |
| Kalıntı Oranı(%)                            | Dağ.gen | 25.66                  | 33.06                   | 23.74                  | 16.21                   | 35.74                  | 16.15                   |
|                                             | İş gen. | 37.08                  | 45.06                   | 32.76                  | 22.34                   | 46.60                  | 15.30                   |
| Kayıp Oranı (%)                             | Dağ.gen | 74.34                  | 66.94                   | 76.26                  | 83.79                   | 64.26                  | 83.85                   |
|                                             | İş gen. | 62.92                  | 54.94                   | 67.24                  | 77.66                   | 53.40                  | 84.70                   |

\* : Kalıntı miktarı ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2 \cdot 10^{-2}$ )

\*\* : Damla sayısı yoğunluğu (adet/ $\text{cm}^2$ )

#### 4.5. Defolyant Uygulamasının Zamanlama Değerlendirmesi

Pamukta makinalı veya elle hasadın daha kolay, temiz ve erken zamanda yapılması için defolyant uygulanmaktadır. Bu amaçlar için defolyant uygulamasının yapılmasındaki temel kriter pamuk kozalarının açma oranı olarak birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir. Araştırmacıların belirttiğine göre % 50-70 arasındaki oranlarda açmış koza, uygulamada en iyi sonucu vermiştir. Bu nedenle belirtilen açma oranlarına yakın zamanlarda uygulama yapılmasına dikkat edilmiştir. Uygulamaya başlanmadan önce yapılan açmış ve açmamış koza sayıları tesadüfi olarak seçilen 10'ar bitkiden alınmıştır. Uygulamalardan önce yapılan sayımlarda elde edilen değerler Çizelge 36. 'da verilmiştir.

Çizelge 36.'da görüldüğü gibi, I. uygulama ekimden sonraki 162. günde % 54 koza açma oranında yapılmıştır. II. ve III. uygulamalar da 1'er hafta ara ile % 59 ve % 65 pamuk kozası açma oranlarında yapılmıştır.

Çizelge 36. Defolyant Uygulamalarından Önce Koza Açma Durumu

| Örneklenen 10 Bitkide Kozaların Durumu | Defolyant Uygulamaları |              |               |
|----------------------------------------|------------------------|--------------|---------------|
|                                        | I. Uygulama            | II. Uygulama | III. Uygulama |
| Uygulama tarihi                        | 7.9.1990               | 15.9.1990    | 21.9.1990     |
| Ekim Sonrası Süre(gün)                 | 162                    | 170          | 176           |
| Açmamış Koza(adet, % )                 | 80(% 46)               | 66(% 41)     | 64(%35)       |
| Açmış Koza (adet, %)                   | 94 (% 54)              | 95 (%59)     | 117 (%65)     |
| Toplam Koza (adet, %)                  | 174(% 100)             | 161(% 100)   | 181(% 100)    |

Örnekleme, hazırlanan parsellerin ortasından yapılmıştır. Örnek alma sehpaları, bitki sıra aralarına dizilmiştir. Örnekleme sehpalарının yanındaki bitki sıralarından da yapraklara yerleştirilen filtre kağıtları ile örnekleme yapılmıştır.

#### 4.6. Defolyant Uygulamasının Etkinliği

Defolyant uygulamalarından sonra, yaprak dökme ve koza açma oranları saptanmıştır. Her üç uygulamada da yapraklar, 4. ve 5. günden sonra dökülmeye başlamıştır. Yaprak dökülmesi; I. uygulamada 10. günde, II. ve III. uygulamalarda ise 12. günde tamamlanmıştır. Yaprak dökülme oranları ise I. uygulamada % 100'e yakın ve diğer iki uygulamada % 95 dolaylarında meydana gelmiştir. Hasadın yapıldığı tarihlerde, koza açma oranları I. uygulamada % 90 oranında, II. ve III. defolyant uygulamalarında % 85 oranlarında gerçekleşmiştir. Açma oranları, parsellerdeki 10'ar bitkiden, kozalarının sayımı ile elde edilmiştir

#### 4.7. Defolyant Uygulamasının Verime Etkisi

Uygulama parsellerinden elde edilen pamuk verim değerleri arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Elde edilen verim değerleri Çizelge 37.'de verilmiştir. Hasadın büyük kısmı I. el toplamada elde edilmiştir. Ancak , II. el hasat da yapılmıştır. III. kez pamuk hasadı yapılmamıştır.

Çizelge 37. Deneme Parsellerindeki Pamuk Verimleri

| Hasat                           | I. Uygulama<br>Verim(kg/da) | II. Uygulama<br>Verim(kg/da) | III. Uygulama<br>Verim(kg/da) | Kontrol<br>Verim(kg/da) |
|---------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| I. El Hasat ve<br>Hasat Tarihi  | 255<br>23.9.1990            | 225<br>30.9.1990             | 212<br>13.10.1990             | 192<br>30.9.1990        |
| II. El Hasat ve<br>Hasat Tarihi | 30<br>25.10. 1990           | 18<br>25.10.1990             | 23<br>25.10.1990              | 35<br>25.10.1990        |
| III. El Hasat                   | -                           | -                            | -                             | -                       |
| TOPLAM                          | 285                         | 243                          | 235                           | 237                     |

Pamuk verim değerlerinde, önemli bir fark bulunmamıştır. Verimler arasındaki değişim katsayısı % 10 olarak hesaplanmıştır.



#### 4.8. Uçak İş Verimi

Çalışmalarda kullanılan Piper PA-18 A/150 Super Cub ve Cessna Ag Truck tarım uçaklarında sorti zaman analizi ve iş verimi metodda belirtilen yöntemle; 25, 26, 27 ve 28 nolu bağıntılar kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplama sonuçları ve hesaplamada kullanılan temel parametreler Çizelge 38.'da verilmiştir.

Çizelge 38. Uçakların Sorti Zamanı ve İş Verimi

| Kullanılan Parametreler ve Hesaplamalar | Piper PA-18 A/150 Super Cub | Cessna Ag Truck |
|-----------------------------------------|-----------------------------|-----------------|
| Püskürtme Verdisi Q ( L/s)              | 2.005                       | 3.17            |
| Depo Yüğü W ( L)                        | 100                         | 100             |
| Uygulama Normu N( L/da)                 | 4.7                         | 4.6             |
| Uygulama Hızı V (km/h)                  | 125                         | 153             |
| İş Genişliği B <sub>e</sub> ( m)        | 12                          | 16              |
| Dönüş Katsayısı(Kd)                     | 0.96                        | 0.96            |
| İş Süresi T <sub>iş</sub> (s)           | 58.8                        | 33.0            |
| Dönüş Süresi T <sub>dön</sub> (s)       | 163.4                       | 101.5           |
| İntikal Süresi T <sub>int</sub> ( s) *  | -                           | -               |
| İkmal Süresi T <sub>ikm</sub> (s)       | 240                         | 240             |
| Toplam Sorti Süresi T (s)               | 462.2                       | 374.5           |
| İş Verimi A/T (da/min)                  | 2.87                        | 3.52            |

\*: Çalışma alanı pistyanında olduğu için L<sub>int</sub> = 0 alındı

Deneme parsellerinde çalışılması nedeni ile, sorti süreleri büyük ve iş verimi değerleri küçük elde edilmiştir. Piper Super Cub tarım uçağında, sorti süresi 462.2 saniye ve iş verimi 2.87 da/min; Cessna Ag Truck tarım uçağında sorti süresi 374.5 saniye ve iş verimi 3,52 da/min olarak hesaplanmıştır. Küçük parsellerde tarım uçakları ile uygulamaların yapılmasının verim ve ekonomik yönden iyi sonuç vermediği burada görülmektedir. Çünkü, iş veriminde önemli bir düşüş olmaktadır.

## 5. SONUÇLAR

Türkiye'de yaklaşık 700 bin ha ve Çukurova'da da 189 bin ha alanda pamuk tarımı yapılmaktadır. GAP projesinin devreye girmesi ile 600 bin ha'lık bir alanda daha pamuk üretiminin yapılması planlanmıştır. Bu kadar büyük alanda pamuk yetiştirilmesi, önemli işgücü problemlerini de beraberinde getirecektir. Çukurova'da, günümüzde de pamuğun hasat edilmesinde, işgücü sağlanması ve işin zamanında yapılması açısından sorunlar vardır. Pamuk tarımında, bu sorunun artacağı da beklenmektedir.

İnsan emeğinin az ve işgücünün pahalı olduğu; Avrupa ülkelerinde, Amerika Birleşik Devletlerinde ve Bağımsız Devletler Topluluğu gibi bazı pamuk üreticisi ülkelerde, pamuk hasadı yaygın olarak makina ile yapılmaktadır. Türkiye'de de, GAP projesi ile birlikte işgücü, önümüzdeki yıllarda pahalı ve zor bulunur duruma gelecektir. Bu durumda, her alanda mekanizasyona geçilmesi insanlar için daha temiz ve daha rahat çalışma ortamlarının oluşturulmasını sağlayacaktır. Makinalı hasat için büyük alanlarda defolyant uygulaması, kısa zamanda ve etkili bir şekilde ancak, tarım uçaklarıyla yapılabilir görülmektedir. Yukarıda önemini belirttiğimiz, tarım uçaklarıyla pamukta defolyant uygulaması, Türkiye'de önem kazanacak bir uygulama alanı olarak görülmektedir.

Türkiye şartlarında yapılan bazı çalışmalarda, makina ve elle yapılan hasat karşılaştırılmıştır. Başlangıçta maliyet, makinalı hasada göre, elle toplamada daha ucuz bulunmuştur. Ancak, daha sonraları bir maliyet dengesinin olduğu görülmüştür. İleride, birçok gelişmiş ülkede olduğu gibi insan işgücü daha pahalı duruma gelecektir. Bu durumda, Türkiye'de makina ile pamuk hasadı da güncellik kazanacaktır.

Geç olgunlaşma ve hasada yakın dönemlerde yağın yağmurlar; pamuğun hasadını geciktirmekte ve zorlaştırmaktadır. Ayrıca, kalitenin düşmesine de neden olmaktadır. Kısa olan hasat döneminin çok iyi değerlendirilmesi gerekmektedir. Hasat döneminde, bazı zararlılar kalite düşmesine ve kayıplara neden olmaktadır.

Pamuğun toplanmasında karşılaşılan sorunlar, pamuk hasadında makinalaşmaya gidilmesini gündeme getirmiştir. Ancak, pamuk bitkisinin fizyolojik özellikleri hasadın makina ile yapılmasını güçleştirmektedir. Bu

nedenle, defolyant uygulanarak pamuk kozalarının eş zamanlı açması sağlanmaktadır.

Erken yapılan bir defolyant uygulaması, bitkinin gelişmesini engellemekte, ürün kayıplarına ve kalite düşmesine neden olmaktadır.

Defolyant uygulamasının, bitkideki kozaların % 50-70 oranında açtığı dönemlerde yapılması değişik araştırmacılar tarafından belirtilmektedir. Yaptığımız defolyant denemelerinde, koza açma oranının % 54 olduğu dönemde yapılan uçakla defolyant uygulaması daha uygun bulunmuştur.

Defolyant uygulamaları ile pamuğun verim ve kalitesinde önemli değişiklikler olmadığı araştırmacılar tarafından belirtilmiştir. Hasad öne alınmakta, toplamada kolaylık sağlanmakta ve daha temiz ürün elde edilmektedir.

Yapılan denemelerde elde edilen sonuçlar ve değerlendirmeleri de kısaca şöyledir:

- Defolyant denemeleri %54, %59 ve % 65 pamuk kozası açma oranlarında yapılmıştır. Araştırmacılar, % 50-70 koza açma oranları arasında, yarar sağladığını belirtmişlerdir. Yapılan, üç defolyant denemesinde ise % 54 koza açma oranının en uygun olduğu görülmüştür.

- Defolyantın uçakla uygulanması; pamukta koza dökülmesi ve bitkinin ezilmesi gibi problemleri yaratmamaktadır. Özellikle, hasat döneminde defolyantın uçakla atılması bu problemleri ortadan kaldırmaktadır.

- Defolyantın, hasat döneminde beyaz sineğin pamuğa yaptığı zararı da azalttığı bilinmektedir.

- Denemelerde 5 L/da 'lık uygulama hacmi püskürtülmesi amaçlanmıştır. Uçak kalibrasyon çalışmalarında  $\pm 10\%$  değerleri içinde istenen hacimsel uygulama normu 4.6 ve 4.7 L/da olarak elde edilmiştir.

- Denemelerde, örnek alma sehpalarında karakteristik damla çapları incelenmiştir. Her üç defolyant denemesinde, en küçük karakteristik damla çapları düşey örnekleme yüzeylerinde saptanmıştır. Düşey yüzeylerdeki hacimsel ortalama çap 37.7-222.0  $\mu\text{m}$  arasında bulunmuştur. Yatay yüzeylerde ise bu çap 205.0-286.8  $\mu\text{m}$  olarak hesaplanmıştır. Özellikle, yatay yüzeylerde elde edilen damla çapları istenilen sınırlar içindedir.

- Örnekleme sehpalarında, birim alandaki damla sayıları saptanmıştır. Yatay yüzeylerde 19.1-37.1 damla/ $\text{cm}^2$  ve düşey yüzeylerde de 10.6-22.8 damla/ $\text{cm}^2$  olarak bulunmuştur. Havadan yapılan uygulamalarda,

birim alanda istenen etkinliği sağlamak için 20 damla/cm<sup>2</sup>'lik bir damla yoğunluğu yeterli olmaktadır. Burada elde edilen damla yoğunluğu, yeterli etkiyi sağlayacak düzeydedir.

- Damla sayısı dağılım düzgünlüğu, varyasyon katsayısı ile incelenmiştir. Birçok araştırmacı tarafından belirtilen % 50 değişim sınırları içinde saptanmıştır. Ancak, düşey yüzeylerde dağılım, çevre koşullarından kolay etkilenmektedir.

- Fluorometrik analiz ile saptanan kalıntı miktarı, üç denemenin ortalama değeri olarak 18.21 µg/cm<sup>2</sup>.10<sup>-2</sup> olarak saptanmıştır. Bu kalıntının % 43.24'ü üst , % 35.43'ü orta ve % 21.33'ü de alt yaprak seviyelerinde saptanmıştır. Denemelerde kalıntı dağılım düzgünlüğu, varyasyon katsayısı ile kontrol edilmiştir. Birçok araştırcının belirttiği sınırlar içinde bulunmuştur. Varyasyon katsayısı % 24.60 ile % 47.30 arasında saptanmıştır.

- Kullanılan hacimsel uygulamaya normunun tamamı bitkiye ve diğer hedef yüzeylere ulaşmamaktadır. I. denemede % 37.80'i, II. denemede %32.76'sı ve III. denemede de % 46.62'si hedef yüzeylerde ölçülmüş, % 53.40-67.24'ünün ise hedef dışına ulaştığı saptanmıştır.

- Denemede kullanılan uçaklarda, sorti zaman analizi ve iş verimi hesaplamaları da yapılmıştır. Ancak, küçük deneme parsellerinde çalışıldığı için verim değerleri küçük bulunmuştur. Piper'da 2.87 da/min ve Cessna'da 3.52 da/min olarak iş verimleri hesaplanmıştır.

## ÖZET

Türkiye'de yaklaşık 700 bin ha alanda tarımı yapılan pamuğun, % 29.5'i Çukurova'da yetiştirilmektedir. Bölgede geniş alanlarda tarımı yapılan pamuğun, hasadında karşılaşılan problemleri azaltmak ve hasatı kolaylaştırmak amacı ile yaprak döktürücünün (defolyantın) havadan uçakla uygulanması araştırılmıştır. Araştırma, Adana Hacıali Pamuk Üretme İstasyonu pamuk tarlalarında yürütülmüştür.

Makinalı pamuk hasatında zorunlu olarak uygulanan defolyant, elle hasatta da kolay, temiz ve erken bir hasat sağlamaktadır. Defolyant yaprakları dökmekte ve kozalar eş zamanlı açmaktadır. Yaprakların dökülmesi ile, toplanan pamuk içindeki yeşil aksam ve diğer yabancı maddeler azalmakta, kalite yükselmekte ve hasat daha erken dönemde yapılabilmektedir. Ayrıca, hasattta iş verimi arttırılmakta ve pamuğun büyük kısmı ilk elde hasat edilmektedir.

Hasat döneminde, defolyantın pamuk tarlasında yer araçları ile uygulanması, açmış ve açmamış pamuk kozalarının dökülmesine neden olmaktadır. Uygulamanın, uçakla havadan yapılması bu problemi de ortadan kaldırmaktadır.

Çukurova'da hasatta işçi bulma güçlüğü de vardır. Geç olgunlaşma ve yağmur nedeni ile bazen pamuk zamanında hasat edilememekte ve yağmur nedeni ile kalite de düşmektedir. Hasat döneminde, pamuk zararlılarının popülasyonunda artış görülmektedir. Zararlılar, kalite düşmesine ve kayıplara neden olmaktadır. Hasata yakın dönemde özellikle, beyaz sinek zararı artmaktadır. Defolyant uygulaması ile bunların pamuğa olan zararı da bir derecede önlenmektedir. Yapraklar kuruyup, dökülmekte ve zararlıların beslenip, sığınacağı ortam kaybolmaktadır. İlaçlamadan tasarruf sağlanmakta ve kalite düşmesi de azaltılmaktadır.

Araştırmacılara göre, pamukta kozaların % 50-70 oranlarında açtığı dönemlerde yapılan defolyant uygulamasında en iyi sonucun alındığı belirtilmektedir. Bu oranlar arasındaki değerlerde üç deneme parselinde uçakla üç defolyant uygulaması yapılmıştır. Bir parsel de kontrol olarak ayrılmış ve uygulama yapılmamıştır. I. denemede % 54, II. denemede % 59 ve III. deneme döneminde de % 65 pamuk kozası açma oranları yapılan sayımlarla saptanmıştır.

Defolyant uygulamalarında uçağın enine dağılım genişliğinde bitki ve sehpalar üzerinde, damla sayısı ve kalıntı miktarının dağılımının saptanması için örneklemeler yapılmıştır. Parsellerin ortasında, bitki sıra aralarına



yerleştirilen örnekleme sehpalarında suya duyarlı kartlarla ve bitkide üç yaprak seviyesinde yaprağın alt ve üst yüzeylerindeki filtre kağıtları ile örnekleme yapılmıştır.

Cessna Ag Truck tarım uçağında I. denemede 12 adet D8-45 ve 48 adet D10-45 hidrolik Tee-jet meme takımı ile 4,6 L/da'lık hacim ve Piper PA 18-A/150 Super Cub tarım uçağıyla da 30 adet D12-45 hidrolik Tee-jet meme takımı kullanılarak, 4,7 L/da'lık hacim ile II. ve III. denemeler yapılmıştır. Denemelerde meme verdisi, uçak yer hızı ve diğer kalibrasyon değerleri de ölçülmüştür.

Tarım uçaklarıyla yapılan uygulamada 10 m yükseklikte düşey termik hava akımları oluşmaktadır. Termik hava akımlarının şiddeti ve uygulamaya olan etkisi hava stabilite katsayısı (SR) ve dağılım katsayısı ( $P_k$ ) ile belirlenmiştir. Hava stabilite katsayısı (SR) denemelerde -3,9 ile + 16,36 arasında ve dağılım katsayısı ( $P_k$ )'da 2,46 ile 7,38 arasında kabul edilir sınırlar içinde saptanmıştır.

Fiziksel damla analiz yöntemi ile damla dağılımı, özel örnek alma sehpaları üzerinde 4 yüzeyden suya duyarlı kartlarla örneklenmiştir. Hareketli yatay (HY), hareketli düşey (HD), sabit yatay (SY) ve sabit düşey (SD) yüzeylerinden üç pamuk kozası açma dönemlerinde denemeler yapılmıştır. Her denemede, dağılım genişliği boyunca alınan örneklerdeki damla sayıları ve leke çapları mikrometreli mikroskop ile ölçülmüştür. Geliştirilen bir eşitlik ile leke çapları, gerçek damla çaplarına dönüştürülmüştür.

Bilgisayar programları ile damla spektrumu ve karakteristik çap değerleri NMD, MMD, VMD ve HC hesaplanmıştır. Her üç defolyant denemesinde de en küçük damla çap değerleri, düşey örnek yüzeylerde saptanmıştır. Damlaları en iyi karakterize eden hacimsel orta çap (VMD), yatay örnek yüzeylerde 205,0-286,8  $\mu\text{m}$ ; düşey örnek yüzeylerde 37,7-222  $\mu\text{m}$  arasında değişmektedir. Yatay yüzeylerde düşey yüzeylere göre damla çapı daha büyük olarak saptanmıştır.

Birim yüzeyde toplanan damla sayıları da örnekleme yüzeylerine göre değişmektedir. Yatay yüzeylerde 19,1-37,1 ve düşey yüzeylerde ise 10,6-22,8 adet damla/ $\text{cm}^2$  olarak daha az damla sayısı dağılım yoğunluğu saptanmıştır. Defolyant denemelerinde damla çapı, damla sayısı ve homojenlik katsayıları arasında da bir ilişki saptanmıştır. Örnekleme yüzeyi konumu, damla çapı ve damla sayısı dağılım yoğunluğunun damla çapı homojenliğini etkilediği görülmüştür.

Damla sayısı dağılım düzgünlüğü % CV varyasyon katsayısı ile incelenmiştir. Dağılım genişliğinde varyasyon katsayısı değerleri % 31,5; 28,6 ve 22,3 ve ortalama yapılarak iş genişliğinde ise % 29,6; 43,7 ve 27,2 olarak hesaplanmıştır. Varyasyon katsayısı  $\pm$  % 50 değişim sınırları içinde olduğu



için yeterli düzgünlükte kabul edilmiştir. Düşey yüzeylerden alınan örneklerde varyasyon katsayısı, yatay yüzeylere göre daha yüksek bulunmuştur. Düşey yüzeylerde dağılımın tekdüzeliği çevre şartlarından da olumsuz yönde önemli oranda etkilenmektedir .

Yatay örnekleme yüzeylerinde toplanan damla sayılarının oranı üç deneme için sırasıyla; % 59,5; 66,5 ve 65,0 olarak bulunmuştur. Burada da görüldüğü gibi damlaların % 60-65'i yatay, % 35-40'ı da düşey yüzeylerde toplanmıştır. Düşey yüzeylere daha çok küçük çaplı damlalar düşmüştür.

Fluorometrik yöntemle kalıntı dağılım paternlerinin belirlenmesinde Turner yapımı filtreli 111-000 model fluorometre kullanılmıştır. Defolyant denemelerinde püskürtme sıvısı içine flüoroşıl özellik gösteren disodyum fluorescein katılmıştır. Örnekleme bitki üzerine yerleştirilen üç yaprak seviyesindeki filtre kağıtları ile üst ve alt yaprak yüzeylerinden yapılmıştır. Fluorometre, tarla çalışmalarından önce laboratuvarında denenmiş ve kalibrasyon çalışması yapılmıştır. Bu amaç için değişik optik filtre ve çözelti derişikliklerinde okumalar yapılmıştır. Doğru ve duyarlı çalışma koşulları saptanmıştır. Örnekleme yüzeylerinden elde edilen fluorescein belirteç madde çözeltisi, deney tüplerine alınarak bağıl fluorometre okuması  $F_u$  (%) yapılmıştır.  $F_u$  okumalarına karşı gelen  $C_u$  ( $\mu\text{g/ml}$ ) değerleri, derişiklik denklemleri ile dört duyarlılık basamağı için hesaplanmıştır. Bu değerler daha sonra birim örnekleme yüzeylerinde saptanan kalıntı miktarı  $G_p$  ( $\mu\text{L/cm}^2$ )'ye dönüştürülmüştür.

Dağılım genişliğinde kalıntı dağılım paternleri her yaprak seviyesi için elde edilmiştir. Denemelerde yaprak üst yüzeylerindeki kalıntı miktarlarının bağıl tutunma oranı I. denemede % 62.1; II. denemede % 64.4 ve III. denemede % 57.6; yaprak alt yüzeylerinde ise sırasıyla % 37.9; 35.6 ve 42.4 olarak saptanmıştır. Yaprak alt yüzeylerinde bağıl tutunma oranı % 35-42 arasında ve yaprak üst yüzeylerinde de % 58-65 oranları arasında saptanmıştır.

Birim yaprak yüzeyine düşen ve üç defolyant uygulamasının ortalaması dikkate alınarak hesaplanan  $18.12 \mu\text{g/cm}^2 \cdot 10^{-2}$  'lik kalıntı miktarının; % 43.24'ü üst, % 35.43'ü orta ve % 21.33'ü de alt yaprak seviyelerinde saptanmıştır. Üç yaprak seviyesinde yaprak üst yüzeylerinde saptanan ortalama bağıl tutunma oranı ise % 61.37'dir.

Kalıntı miktarının enine dağılım düzgünlüğü de varyasyon katsayısı ile incelenmiştir. Üç denemede varyasyon katsayılarının değişimi sırası ile, dağılım genişliğinde % 41.9, % 32.1 ve % 38.0 ve iş genişliğinde ise % 47.3, % 38.3 ve % 24.6 olarak saptanmıştır.

Kullanılan uygulama hacmine göre, üç uygulamada teorik olması gereken kalıntı miktarları, örnekleme yüzeylerine ulaşan damla sayısı ve kalıntı miktarları ile karşılaştırılmıştır. Hedefe ulaşma oranları

hesaplanmıştır; uygulanan defolyantın damla olarak kabul edilen iş genişliğinde I. denemede % 45.06'sı, II. denemede % 22.34'ü ve III. denemede % 15.30'u hedef yüzeylerde ölçülmüştür. Filtre kağıtlarındaki kalıntı miktarlarının ise I. denemede % 37.08'i, II. denemede % 32.76'sı ve III. denemede de % 46.62'si hedef yüzeyler üzerinde ölçülmüştür. Uygulanan defolyantın kalıntı olarak % 53.40 - 67.24'ü; damla olarak ise % 66.94 - 83.85'inin hedef dışı bölgelere düştüğü saptanmıştır.

Parsellerden elde edilen pamuk verim değerleri arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Verimler arasındaki varyasyon katsayısı % 10'dan daha küçük hesaplanmıştır.

Araştırmada kullanılan tarım uçaklarında, sorti zamanı ve iş verimi hesaplamaları da yapılmıştır. Deneme parsellerinde çalışılması nedeni ile sorti süreleri büyük ve iş verimi değerleri de küçük elde edilmiştir. Piper Super Cub tarım uçağında sorti süresi 462.2 s ve iş verimi 2.87 da/min; Cessna Ag Truck tarım uçağında ise sorti süresi 374.55 s ve iş verimi de 3.52 da/min olarak gerçekleşmiştir.

## SUMMARY

The cotton plant has been cultured on an approximately 700 000 hectares area in Türkiye. Çukurova region has a great share with 29.5 % of the area. In this research, the defoliant application by using the aircraft was investigated on the cotton plant in order to reduce the problems faced during the picking season and to make the job easier. The field tests carried out on the cotton fields located in Cotton Production Centre in Hacı Ali- Adana.

The defoliant , which is necessary for picking with cotton picker, also provides clean and early picking for conventional method called hand picking. In addition, it creates a uniform condition for the bolls falling the leaves. So, it reduces the amount of uncoated substance within the cotton. That makes the picking job easier and earlier. The defoliant application by the ground sprayer can cause for boll losses during picking season. That's why, the aircraft takes an advantage.

There has been difficulty in finding workers to pick the cotton during the season. Recently, the cotton has not been picked on time due to late ripe and rain. On the other hand, the population insecticide has been rapidly increased. Thus the insecticide has caused for the quality decreasing and losses. By picking season the white fly (*Bemisia tabaci*) damage has increased. Partly the damage has been prevented by the defoliant application.

The leaves have dried, then have fallen down, and the living condition for their insecticide has been destroyed. In addition, less chemical use has been provided and the quality decreasing has been reduced.

According to the researchers the best result from the defoliant application has been obtained in terms when the 50- 70 % of the bolls opened. The defoliant was applied three times by aircraft on three trial lands. Only one trial land was left without applying any treatment as a control plot. At the first, second and third application periods were 54.0 %, 59.0 % and 65.0 % respectively. Opening rates of the cotton bolls were determined by counting.

Sampling defoliant application was made for determining the drop and residue on both plant and tables within the aircraft. These sampling were made with the water sensitive cards on the tables within the rows in the middle of the trial land and with the filtered papers were above and below of the leaves. These leaves are on the three-leaves level of the plant.

Cessna Ag Truck aircraft which has got 12 unit D8-45 and 48 unit D10-45 hydraulic Tee-jet nozzle set providing 4.6 L/da volume were used for the

first application. Piper PA 18-A/150 Super Cub aircraft which has got 30 unit D12-45 hydraulic Tee-jet nozzle set providing 4.7 L/da volume were used the second and third application.

The thermic air turbulences have occurred in 10 meter height and vertical direction at the applications by aircrafts. The intensity of the thermic air current and its effect to the applications were determined with the air stability ratio (SR) and coefficient of distribution ( $P_k$ ). In trials, air stability ratio and distribution coefficient are between -3.9 and +16.36, and also distribution coefficient are between +2.46 and +7.38 were determined within the acceptable limits.

The droplet distribution was sampled with the physical droplet analysis method for the droplet distribution using the water sensitive papers which were set on the experiment tables. The applications were made on the surfaces of active horizontal, active vertical, static horizontal, and static vertical when the opening terms of the three cotton bolls. The droplet number and the stain diameters which were on the examples taken from each application were measured with micrometer microscope. The stain diameter were converted to the original droplet diameter by using the equation developed.

The droplet spectrum and the characteristic diameter values which NMD, MMD, VMD and HC were calculated with the computer software. The smallest droplet diameter values for each application were determined on the vertical surfaces. The volume median diameter (VMD) which was the best characteristic for the droplets was between 205.0 and 286.8  $\mu\text{m}$  on the horizontal surfaces, and its value has changed between 37.7 and 222  $\mu\text{m}$  on the vertical surfaces. So, the droplet diameter on the horizontal surfaces were bigger than from the vertical surfaces.

The droplet density per unit area counted has changed depending on the sampling surface. The distribution intensity of droplet density was determined between 19.1 and 37.1 droplets/ $\text{cm}^2$  on the horizontal surfaces. The relationships among the droplet diameter, the droplet density and the coefficient of homogeneity were determined at the applications. It was seen that the sampling surface position, the droplet diameter and the distribution density of droplet number were affected to the droplet diameter homogeneity.

The distribution homogeneity of the droplet density was examined with the coefficient of variation (CV%). The coefficient variation were found as 31.5 %, 28.6 % and 22.3 % in the distribution swath and were calculated as 29.6 %, 43.7 % and 27.2 % in the effective swath. The coefficient variation values would be accepted, because these value were with in the  $\pm 50$  % limits. The coefficient variation of the samples which were taken from vertical surface was higher

than the horizontal surfaces ones. The distribution homogeneity on the vertical surfaces has been more affected negatively from the environmental conditions.

The droplet density rates counted on the horizontal surfaces were found as 59.5 %, 66.5 % and 65.0 % for each of three trials. As it was mentioned up, 60-65 % and 35-40 % of droplets were gathered on the horizontal and vertical surfaces respectively. The droplets which has small diameter have generally dropped down on the vertical surfaces.

Fluorometer 111-000 model with filter made in Turner was used for determining of the residue distribution patterns with fluorometric methods. Disodium fluorescein was added to the spraying liquid at the trials. Sampling was made from the top and bottom surfaces of leaves which the filtered paper was located on the plants three leaves level. Fluorometer was calibrated in the laboratory before the field trials. For this aim, readings were made on the different optic filter and on the solution concentration. The trial conditions with more sensitive and right were determined. Fluorescein obtained from sampling surfaces was taken to the test tubes and the relative fluorometric readings were made.  $C_u$  ( $\mu\text{g/mL}$ ) values equal to  $F_u$  readings were calculated by equations for four sensitive level. Then these values were converted to the residue amount  $G_p$  ( $\mu\text{L/cm}^2$ ) which was on the unit sampling surfaces.

The residue distribution patterns for each level of leaf were obtained at the distribution width. The relative coverage rates of the residue amount on the top surfaces of leaves were determined as 62.2 %, 64.4 % and 57.6 % at the 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> trials, and also they were determined on the bottom surfaces as 37.9 %, 35.6 % and 42.4 % respectively.

The relative coverage rate on the bottom surfaces of leaves were found between 35-42 % and were found between 58-65 % on the top surfaces.

The residue amount value for each plant was calculated as  $18.12 \mu\text{g/cm}^2 \cdot 10^{-2}$  related with the average defoliant application. This value was determined as 43.24 % on the top, 35.43 % in the middle and 21.33 % at the bottom of leaf level. The average relative coverage rate was 61.37 % on the top surfaces of leaf and on the three leaf level.

The distribution level of residue amount was examined by the coefficient variation. The coefficient variation at the three applications were 41.9 %, 32.1 % and 38.0 % on the distribution width and they were 47.3 %, 38.3 % and 24.6 % on the effective width.

The theoretical residue amount at the three trials associated with the used application volume was compared to the droplet density on the water sensitive paper sampling surfaces and the residue amount on the filter paper sampling surfaces. The reaching rate to target were calculated and were



measured on the target surfaces as the droplet amount of total applied defoliant were 45.06 % at the 1<sup>st</sup>, 22.34 % at the 2<sup>nd</sup> and 15.30 % at the 3<sup>rd</sup> trial land. The residue amounts on the filtered papers were measured as 37.08 %, 32.76 % and 46.62 % at the each trial. It was determined that 53.40-67.24 % of applications defoliant as amount, and 66.94-83.85 % of it as droplet were dropped out of the target area.

There were no differences between the cotton productions each trial land. The coefficient variation between the cotton productions was found less than 10 %.

The sorti time and the work efficiency of the aircrafts used in this research were calculated. It was found that the high sorti time and the low work efficiency because of working on the small experiment trial land.

They were realized that the sorti time was 462.2 s and the work efficiency was 2.87 da/min of the Piper Super Cub, and also the sorti time was 374.55 s and the work efficiency was 3.52 da/min of the Cessna Ag Truck.



**EK: 1**  
**Bilgisayar Programı**  
**(Karakteristik Damla apları)**

```

as crt;

ist
dadi : array [1..12] of string = (
  'HY1','SY1','SD1','HD1',
  'HY2','SY2','SD2','HD2',
  'HY3','SY3','SD3','HD3' );

s : array [1..35,1..31] of longint;
st : longint;
buffer : string;
i : text;
j, p, i, k : byte;
code, toplam, aratop : integer;
top : array [0..2,1..35] of real;
tnmd, nmd,
tvmd1, tvmd2,
tmmd : real;

gin
for k:=1 to 12 do
begin
  assign(d,dadi[k]+'.DOC');
  reset(d);
  for i := 1 to 35 do
  begin
    readln(d,buffer);
    for j := 1 to 31 do
    begin
      p := pos('.', buffer);
      if p>0 then
        val(copy(buffer, 1, p-1), s[i][j], code)
      else
        val(buffer, s[i][j], code);
      delete(buffer, 1, p);
    end;
  end;
  close(d);
  assign(d,dadi[k]+'.SON');
  rewrite(d);
  for i:=2 to 31 do
  begin
    tnmd := 0; tvmd1 := 0; tvmd2 := 0; tmmd := 0; st := 0;
    for j:=1 to 35 do
    begin
      tnmd := tnmd + s[j][1]*s[j][i];
      tvmd1 := tvmd1 + s[j][1]*s[j][1]*s[j][1]*s[j][i];
      tvmd2 := tvmd2 + s[j][1]*s[j][1]*s[j][i];
      tmmd := tmmd + s[j][1]*s[j][1]*s[j][1]*s[j][i];
      st := st + s[j][i];
    end;
    if st>0 then
    begin
      write(d, 'NMD (' ,i-1,') = ',tnmd/st:1:0);
      write(d, ' VMD (' ,i-1,') = ',tvmd1/tvmd2:1:0);
      write(d, ' MMD (' ,i-1,') = ');
      write(d, (exp(1.0/3.0 * ln(tmmd/st))):1:0);
      write(d, ' CH (' ,i-1,') = ',((tvmd1/tvmd2)/(tnmd/st)):1:2);
      writeln(d, ' TOPLAM n (' ,i-1,') = ',st);
    end;
  end;
end;

```

```

end;
writeln(d,''); writeln(d,''); writeln(d,'');
for j:=1 to 35 do
begin
    top[1][j]:=0; top[2][j]:=0;
    toplam := 0;
    for i:=2 to 31 do
    begin
        toplam := toplam + s[j][i];
    end;
    top[1][j]:=toplam ; write(d,'Satir Damla Sayisi (' ,j,') =' ,top[1][j]:1:0)
    write(d,' Sayisal Yigilma (' ,j,') =' ,toplam*s[j][1]);
    top[2][j]:=toplam*s[j][1]*s[j][1]*s[j][1]*pi/6.0;
    writeln(d,' Hacimsel Yigilma (' ,j,') =' ,top[2][j]:1:0);
end;
writeln(d);writeln(d);
top[0][1]:=0.0;top[0][2]:=0.0;
for j:=1 to 35 do
begin
    top[0][1] := top[0][1] + top[1][j];
    top[1][j] := top[0][1];
    top[0][2] := top[0][2] + top[2][j];
    top[2][j] := top[0][2];
end;
for j:=1 to 35 do
begin
    write(d,'Satir Damla Yuzdesi (' ,j,') =' ,top[1][j]/top[1][35]*100.0:1:1);
    writeln(d,' Hacimsel Yigilma Yuzdesi (' ,j,') =' ,top[2][j]/top[2][35]*100.0:1:1);
end;
close(d);
d;

```



**EK: 2**  
**EK Çizelgeler**



### Karlılardaki Damla Sayılarının Dağılım Yoğunluğu (Adet/cm<sup>2</sup>)

## Dağılım Genişliğindeki Örnek Sıra Nosu

| Leke Çapı<br>Sınıf Aralığı<br>(µm) | DL<br>(µm) | Dg<br>(µm) |
|------------------------------------|------------|------------|
| 25-50                              | 37         | 25         |
| 51-75                              | 64         | 40         |
| 76-100                             | 88         | 53         |
| 101-125                            | 113        | 66         |
| 126-150                            | 137        | 78         |
| 151-175                            | 164        | 91         |
| 176-200                            | 188        | 103        |
| 201-225                            | 214        | 115        |
| 226-250                            | 238        | 126        |
| 251-275                            | 264        | 138        |
| 276-300                            | 288        | 149        |
| 301-325                            | 312        | 160        |
| 326-350                            | 339        | 172        |
| 351-375                            | 364        | 183        |
| 376-400                            | 389        | 194        |
| 401-425                            | 412        | 204        |
| 426-450                            | 438        | 215        |
| 451-475                            | 463        | 226        |
| 476-500                            | 489        | 237        |
| 501-550                            | 525        | 252        |
| 551-600                            | 575        | 273        |
| 601-650                            | 626        | 294        |
| 651-700                            | 675        | 314        |
| 701-750                            | 726        | 335        |
| 751-800                            | 776        | 355        |
| 801-850                            | 826        | 375        |
| 851-900                            | 874        | 394        |
| 901-950                            | 925        | 414        |
| 951-1000                           | 974        | 433        |
| 1001-1100                          | 1049       | 462        |
| 1101-1200                          | 1151       | 501        |
| 1201-1300                          | 1251       | 539        |
| 1301-1400                          | 1350       | 576        |
| 1401-1500                          | 1498       | 631        |
| 1501-1600                          | 1550       | 650        |

[illegible]





**Kartlardaki Damla Sayılarının Dağılım Yoğunluğu (AdeV/cm<sup>2</sup>)**

### Dağılım Genişliğindeki Örnek Sıra Nosu





















| Day Gen. (m) | Ust-ult | Ust-alt | orta-ult | orta-alt | alt-ult | ust-aptop | orta-aptop | alt-aptop | yaplastkalmn | yapaltkalmn | TOPLAM  |
|--------------|---------|---------|----------|----------|---------|-----------|------------|-----------|--------------|-------------|---------|
| 0.8          | 1.87    | 2.93    | 1.87     | 2.93     | 2.40    | 4.80      | 4.80       | 4.80      | 6.14         | 8.26        | 14.40   |
| 1.6          | 4.52    | 2.93    | 2.40     | 0.28     | 1.87    | 7.43      | 2.68       | 4.27      | 8.79         | 5.61        | 14.40   |
| 2.4          | 3.46    | 0.00    | 7.70     | 0.00     | 2.40    | 3.46      | 7.70       | 2.40      | 13.36        | 0.00        | 13.36   |
| 3.2          | 2.93    | 3.46    | 6.11     | 4.52     | 5.05    | 6.39      | 10.63      | 5.33      | 14.09        | 8.26        | 22.35   |
| 4.0          | 4.52    | 6.11    | 5.05     | 7.17     | 4.52    | 10.63     | 12.22      | 6.92      | 14.09        | 15.68       | 29.77   |
| 4.8          | 7.17    | 3.99    | 2.40     | 3.99     | 2.40    | 11.16     | 6.39       | 5.33      | 11.97        | 10.91       | 22.88   |
| 5.6          | 6.64    | 3.46    | 3.99     | 5.05     | 2.40    | 10.10     | 9.04       | 2.40      | 13.03        | 8.51        | 21.54   |
| 6.4          | 8.76    | 8.23    | 8.23     | 6.64     | 5.58    | 16.99     | 14.87      | 5.86      | 22.57        | 15.15       | 37.72   |
| 7.2          | 10.35   | 8.23    | 8.23     | 6.64     | 6.64    | 18.58     | 14.87      | 11.16     | 25.22        | 19.39       | 44.61   |
| 8.0          | 5.58    | 3.46    | 7.70     | 5.58     | 5.58    | 9.04      | 13.28      | 11.69     | 18.86        | 15.15       | 34.01   |
| 8.8          | 2.57    | 5.05    | 7.70     | 2.40     | 3.46    | 7.62      | 10.10      | 4.80      | 13.73        | 8.79        | 22.52   |
| 9.6          | 2.04    | 7.17    | 10.18    | 4.52     | 4.52    | 9.21      | 14.70      | 10.10     | 17.80        | 16.21       | 34.01   |
| 10.4         | 13.00   | 9.29    | 14.06    | 8.23     | 5.58    | 22.29     | 22.29      | 7.45      | 32.64        | 19.39       | 52.03   |
| 11.2         | 11.41   | 4.52    | 8.76     | 6.64     | 5.58    | 15.93     | 15.40      | 7.45      | 25.75        | 13.03       | 38.78   |
| 12.0         | 8.23    | 6.64    | 7.70     | 5.58     | 4.52    | 14.87     | 13.28      | 7.98      | 20.45        | 15.68       | 36.13   |
| 12.8         | 10.88   | 3.46    | 3.99     | 3.46     | 2.40    | 14.34     | 7.45       | 2.40      | 17.27        | 6.92        | 24.19   |
| 13.6         | 6.11    | 4.52    | 6.64     | 6.11     | 7.70    | 10.63     | 12.75      | 14.34     | 20.45        | 17.27       | 37.72   |
| 14.4         | 7.17    | 8.76    | 8.76     | 5.58     | 7.17    | 15.93     | 14.34      | 13.81     | 23.10        | 20.98       | 44.08   |
| 15.2         | 8.76    | 5.58    | 5.58     | 7.17     | 3.99    | 14.34     | 12.75      | 7.45      | 18.33        | 16.21       | 34.54   |
| 16.0         | 19.36   | 8.23    | 7.70     | 6.64     | 4.52    | 27.59     | 14.34      | 6.92      | 31.58        | 17.27       | 48.85   |
| 16.8         | 8.76    | 2.40    | 2.40     | 0.28     | 0.28    | 11.16     | 2.68       | 0.28      | 11.44        | 2.68        | 14.12   |
| 17.6         | 11.94   | 4.52    | 8.76     | 6.64     | 4.52    | 16.46     | 15.40      | 5.86      | 25.22        | 12.50       | 37.72   |
| 18.4         | 16.18   | 5.58    | 7.70     | 5.58     | 5.58    | 21.76     | 13.28      | 7.98      | 29.46        | 13.56       | 43.02   |
| 19.2         | 20.42   | 14.06   | 7.70     | 6.11     | 5.58    | 34.48     | 13.81      | 7.98      | 33.70        | 22.57       | 56.27   |
| 20.0         | 20.96   | 15.65   | 13.00    | 5.58     | 8.76    | 36.61     | 18.58      | 12.22     | 42.72        | 24.69       | 67.41   |
| 20.8         | 16.18   | 6.64    | 8.76     | 5.58     | 3.99    | 22.82     | 14.34      | 6.39      | 28.93        | 14.62       | 43.55   |
| 21.6         | 16.18   | 3.99    | 10.88    | 6.64     | 3.99    | 20.17     | 17.52      | 4.27      | 31.03        | 10.91       | 41.96   |
| 22.4         | 17.24   | 10.88   | 27.84    | 10.88    | 6.64    | 28.12     | 28.72      | 11.16     | 32.72        | 26.28       | 59.00   |
| 23.2         | 13.54   | 10.12   | 7.50     | 9.82     | 8.00    | 23.66     | 17.52      | 21.76     | 29.04        | 28.70       | 57.74   |
| 24.0         | 7.70    | 5.58    | 9.82     | 7.70     | 1.34    | 13.28     | 17.52      | 1.34      | 18.86        | 13.28       | 32.14   |
| 24.8         | 8.76    | 1.34    | 3.46     | 0.00     | 3.46    | 10.10     | 3.46       | 3.46      | 15.68        | 1.34        | 17.02   |
| 25.6         | 5.60    | 2.40    | 7.70     | 0.00     | 2.40    | 8.00      | 7.70       | 2.40      | 15.70        | 2.40        | 18.10   |
| TOPLAM       | 308.79  | 189.18  | 250.27   | 163.94   | 143.88  | 497.97    | 404.41     | 227.96    | 683.94       | 432.20      | 1116.14 |



| Değ.Gen.(m) | üst-üst | üst-alt | orta-üst | orta-alt | alt-üst | alt-alt | üst-top | orta-top | alt-top | yap-üstü-top | yap-alt-top | TOPLAM |
|-------------|---------|---------|----------|----------|---------|---------|---------|----------|---------|--------------|-------------|--------|
| 0.80        | 5.58    | 2.40    | 2.40     | 0.28     | 0.00    | 0.00    | 7.98    | 2.68     | 0.00    | 7.98         | 2.68        | 10.66  |
| 1.60        | 8.23    | 1.34    | 4.52     | 4.52     | 6.11    | 0.28    | 9.57    | 9.04     | 6.39    | 18.86        | 6.14        | 25.00  |
| 2.40        | 19.36   | 8.23    | 11.94    | 6.11     | 1.87    | 0.00    | 27.59   | 18.05    | 1.87    | 33.17        | 14.34       | 47.51  |
| 3.20        | 10.88   | 2.93    | 3.46     | 0.00     | 2.40    | 0.28    | 13.81   | 3.46     | 2.68    | 16.74        | 3.21        | 19.95  |
| 4.00        | 2.93    | 2.93    | 6.11     | 5.05     | 3.99    | 0.00    | 5.86    | 11.16    | 3.99    | 13.03        | 7.98        | 21.01  |
| 4.80        | 20.95   | 2.93    | 5.05     | 1.34     | 5.05    | 0.28    | 23.88   | 6.39     | 5.33    | 31.05        | 4.55        | 35.60  |
| 5.60        | 15.65   | 8.76    | 4.52     | 0.28     | 5.05    | 3.46    | 24.41   | 4.80     | 8.51    | 25.22        | 12.50       | 37.72  |
| 6.40        | 11.94   | 7.70    | 7.17     | 5.58     | 5.58    | 2.40    | 19.64   | 12.75    | 7.98    | 24.69        | 15.68       | 40.37  |
| 7.20        | 5.05    | 2.93    | 10.35    | 7.70     | 7.70    | 5.58    | 7.98    | 18.05    | 13.28   | 23.10        | 16.21       | 39.31  |
| 8.00        | 3.46    | 10.35   | 8.23     | 5.58     | 6.64    | 5.58    | 13.81   | 13.81    | 12.22   | 18.33        | 21.51       | 39.84  |
| 8.80        | 8.77    | 6.11    | 17.24    | 3.99     | 7.70    | 3.99    | 14.87   | 21.23    | 11.69   | 33.70        | 14.09       | 47.79  |
| 9.60        | 8.76    | 6.64    | 7.17     | 4.52     | 3.46    | 4.52    | 15.40   | 11.69    | 7.98    | 19.39        | 15.68       | 35.07  |
| 10.40       | 14.59   | 10.88   | 8.23     | 3.46     | 6.64    | 4.52    | 25.47   | 11.69    | 11.16   | 29.46        | 18.86       | 48.32  |
| 11.20       | 11.94   | 7.17    | 6.64     | 4.52     | 5.05    | 1.87    | 19.11   | 11.16    | 6.92    | 23.63        | 13.56       | 37.19  |
| 12.00       | 10.35   | 8.76    | 6.64     | 3.99     | 4.52    | 2.40    | 19.11   | 10.63    | 6.92    | 21.51        | 15.15       | 36.66  |
| 12.80       | 8.76    | 3.46    | 4.52     | 1.87     | 1.87    | 0.00    | 12.22   | 6.39     | 1.87    | 15.15        | 5.33        | 20.48  |
| 13.60       | 8.76    | 4.52    | 7.17     | 5.58     | 6.11    | 4.52    | 13.28   | 12.75    | 10.63   | 22.04        | 14.62       | 36.66  |
| 14.40       | 11.94   | 8.76    | 9.82     | 7.17     | 2.93    | 4.52    | 20.70   | 16.99    | 7.45    | 24.69        | 20.45       | 45.14  |
| 15.20       | 10.35   | 4.52    | 7.70     | 5.58     | 4.52    | 2.40    | 14.87   | 13.28    | 6.92    | 22.57        | 12.50       | 35.07  |
| 16.00       | 4.52    | 3.46    | 6.11     | 4.52     | 1.87    | 0.28    | 7.98    | 10.63    | 2.15    | 12.50        | 8.26        | 20.76  |
| 16.80       | 4.52    | 1.87    | 6.64     | 4.52     | 5.05    | 0.28    | 6.39    | 11.16    | 5.33    | 16.21        | 6.67        | 22.88  |
| 17.60       | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00     | 0.00    | 0.00    | 0.00    | 0.00     | 0.00    | 0.00         | 0.00        | 0.00   |
| TOPLAM      | 207.29  | 116.65  | 151.63   | 86.16    | 94.11   | 47.16   | 323.93  | 237.79   | 141.27  | 453.02       | 249.97      | 702.99 |



Ek Çizelge 15. III Denemede Fluorometrede, Dağılım Genişliğinde Elde Edilen Farklı Pamuk  
Yaprak Seviyelerindeki Kalıntı Miktarları ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ , 10-2)

| Değ.Gen.(m) | Üst-Üst | Üst-alt | orta-Üst | orta-alt | alt-Üst | alt-alt | Üst-yaprak | orta-yaprak | alt-yaprak | yapraklıkal. | yapraklıkal. | TOPLAM  |
|-------------|---------|---------|----------|----------|---------|---------|------------|-------------|------------|--------------|--------------|---------|
| 8           | 8.23    | 5.58    | 8.23     | 4.52     | 4.52    | 1.87    | 13.81      | 12.75       | 6.39       | 20.98        | 11.97        | 32.95   |
| 1.6         | 5.05    | 4.52    | 6.64     | 6.64     | 8.23    | 4.52    | 9.57       | 13.28       | 12.75      | 19.92        | 15.68        | 35.60   |
| 2.4         | 6.11    | 4.52    | 7.17     | 3.99     | 2.40    | 0.28    | 10.63      | 11.16       | 2.68       | 15.68        | 8.79         | 24.47   |
| 3.2         | 6.11    | 5.58    | 9.29     | 6.64     | 9.29    | 5.58    | 11.69      | 15.93       | 14.87      | 24.69        | 17.80        | 42.49   |
| 4.0         | 9.82    | 7.70    | 19.36    | 6.64     | 9.82    | 7.70    | 17.52      | 26.00       | 17.52      | 39.00        | 22.04        | 61.04   |
| 4.8         | 10.88   | 10.88   | 14.06    | 13.00    | 11.41   | 8.23    | 21.76      | 27.06       | 19.64      | 36.35        | 32.11        | 68.46   |
| 5.6         | 9.82    | 7.70    | 8.23     | 16.18    | 8.76    | 9.29    | 17.52      | 24.41       | 18.05      | 26.81        | 33.17        | 59.98   |
| 6.4         | 10.88   | 8.76    | 7.70     | 7.17     | 4.52    | 1.34    | 19.64      | 14.87       | 5.86       | 23.10        | 17.27        | 40.37   |
| 7.2         | 19.36   | 8.76    | 9.29     | 10.88    | 9.29    | 5.58    | 28.12      | 20.17       | 14.87      | 37.94        | 25.22        | 63.16   |
| 8.0         | 9.82    | 7.17    | 13.00    | 8.23     | 2.40    | 2.40    | 16.99      | 21.23       | 4.80       | 25.22        | 17.80        | 43.02   |
| 8.8         | 9.29    | 11.41   | 14.59    | 7.70     | 7.17    | 8.76    | 20.70      | 22.29       | 15.93      | 31.05        | 27.87        | 58.92   |
| 9.6         | 15.12   | 8.23    | 16.71    | 7.70     | 11.94   | 13.00   | 23.35      | 24.41       | 24.94      | 43.77        | 28.93        | 72.70   |
| 10.4        | 17.24   | 14.59   | 18.30    | 15.12    | 10.88   | 9.82    | 31.83      | 33.42       | 20.70      | 46.42        | 39.53        | 85.95   |
| 11.2        | 17.24   | 9.82    | 9.82     | 9.82     | 17.24   | 15.12   | 27.06      | 19.64       | 32.36      | 44.30        | 34.76        | 79.06   |
| 12.0        | 14.06   | 11.94   | 15.12    | 19.36    | 6.64    | 2.40    | 26.00      | 34.48       | 9.04       | 35.82        | 33.70        | 69.52   |
| 12.8        | 15.12   | 8.76    | 6.64     | 4.52     | 3.46    | 0.28    | 23.88      | 11.16       | 3.74       | 25.22        | 13.56        | 38.78   |
| 13.6        | 13.00   | 10.35   | 8.76     | 5.58     | 6.64    | 5.05    | 23.35      | 14.34       | 11.69      | 28.40        | 20.98        | 49.38   |
| 14.4        | 20.42   | 14.59   | 10.50    | 6.64     | 4.52    | 2.40    | 35.01      | 17.14       | 6.92       | 35.44        | 23.63        | 59.07   |
| 15.2        | 13.00   | 11.94   | 2.93     | 1.87     | 3.46    | 0.28    | 24.94      | 4.80        | 3.74       | 19.39        | 14.09        | 33.48   |
| 16.0        | 8.76    | 1.34    | 3.46     | 5.58     | 3.46    | 2.40    | 10.10      | 9.04        | 5.86       | 15.68        | 9.32         | 25.00   |
| 16.8        | 5.58    | 2.40    | 7.70     | 0.28     | 1.34    | 0.00    | 7.98       | 7.98        | 1.34       | 14.62        | 2.68         | 17.30   |
| TOPLAM      | 244.91  | 176.54  | 217.50   | 168.06   | 147.39  | 106.30  | 421.45     | 385.56      | 253.69     | 609.80       | 450.90       | 1060.70 |

## KAYNAKLAR

1. AKESSON, N.B., and YATES, W.E., 1974. The Use of Aircraft in Agriculture. Food and Agriculture Organization of The United Nations, Rome.
2. AKESSON, N.B., and YATES, W.E., 1976. Agricultural Aviation. Expends Worldwide. World Farming Vol. 18. No. 12 December 1976. Intertec Publishing Crop. Kansas, USA. 16-18/38.
3. ANONYMOUS, \_\_\_\_\_. Correct and Safe Aerial Applications of Pesticides. Ciba-Geigy Agr. Division 4002 Basle, 43.
4. ANONYMOUS, 1970. Dacagin Speeds Cotton Defoliation. Recent Agricultural Aviation Literature. Agricultural Aviation, Vol. 12, No. 2 April 1970. International Agricultural Aviation Centre, The Hague.
5. ANONYMOUS, 1972. Ag. Aircraft 1972. World Farming Vol. 14, No. 3, March 1972. Kansas, USA. 9-13.
6. ANONYMOUS, 1976. Apply Pesticides Correctly A Guide For Commercial Applicators, Aerial Application. U.S. Enviromental Protection Agency Office of Pesticide Programs. Washington D.C. 20460, 8.
7. ANONYMOUS, 1977. Professional Aeiral Applicator, Modern Farming's Ace in The Figh For Profits. World Farming, Agrichemical Vol. 19, No. 12, December 1977, USA.
8. ANONYMOUS, 1978. Agricultural Aviation. Volume 19, No:2 April. International Agricultural Aviation Centre. Cranfield Institute of Technology, England.
9. ANONYMOUS, 1982. Tescilli Aday Carolina Queen 201/971-1518 (Çukurova 1518) Pamuk Çeşidi Hakkında Özet Rapor. Adana Bölge Pamuk Araştırma Enstitüsü, Bölge Çeşit Deneme Md., Adana.
10. ANONYMOUS, 1986. Cotton Defoliant. Its Correct Use is Essential For Efficient Mechanized Harvesting. Case, A Tenneco Company, p. 10.
11. ANONYMOUS, 1989. 1989 Yılı ilaç Protokolü, Adana Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü, Adana.
12. ANONYMOUS, 1991. Water-Sensitive Paper For Monitoring Spray Distributoin. Ciba-Geigy Agricultural Division Application Service, Basle-Switzerland. 15.
13. ANONYMOUS, 1991a. Başbakanlık Hazine ve Dış Ticaret Müsteşarlığı, Batı Anadolu Bölge Müdürlüğü Kayıtları, İzmir.

14. ANONYMOUS, 1991b. TOKB Koruma ve Kontrol Şubesi Kayıtları, Ankara.

15. ANONYMOUS, 1992., Correct and Safe Aerial Applications of Pesticides. Ciba-Geigy, Plant Protection. Application Support Group, Plant Protection, Ciba-Geigy Ltd., Basle, Switzerland, 60.

16. ARNOLD, A.C., 1983. Comparative Droplet Size Spectrum For Three Different Angled Flat Fan Nozzles Crop Protection (1983) 2 (2), 193-204.

17. ARSLAN, H.A., 1982. Uçakla İlaçlama Uygulamalarında Dağılım Karakteristiklerinin "Fiziksel Damla Analiz" Yöntemleri İle Saptanması. Y. Lisans Tezi. Ç.Ü. Ziraat Fak., Tarımsal Mekanizasyon Bölümü, Adana.

18. ASAE, 1986. Calibration and Distribution Pattern Testing of Agricultural Aerial Application Equipment. ASAE Standard: S 386. 292-294. ASAE Standards.

19. AYDEMİR, M., 1982. Pamuk Islahı, Yetiştirme Tekniği ve Lif Özellikleri. T.C. Tarım, Orman ve Köyişleri Bakanlığı Pamuk İşleri Genel Müdürlüğü, Nazilli Bölge Pamuk Araştırma Enstitüsü Yayınları, No:33. Hür Efe Matbaası, İzmir, s 344-354.

20. BAYAT, A., ZEREN, Y., 1987. Statik Elektrikle Yüklenmiş Sıvı İlacın Pamuk İlaçlamasında Etkinliğinin Belirlenmesi Üzerinde Bir Araştırma. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt : 1, Sayı 3, 1987. Msc. Tez. S. 31-45.

21. BAYAT, A., ZEREN, Y., 1989. Statik Elektrikle Yüklenmiş Püskürtme Sıvısına Kazandırılan Akımın Bitki Üzerinde Değişiminin İncelenmesi. Tarımsal Mekanizasyon 12. Ulusal Kongresi, 1-2 Haziran 1989-Tekirdağ.

22. BEK, Y., EFE, E., 1988. Araştırma Deneme Metodları. I. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, No: 71, Adana.

23. BOUSE, L.F., KIRK, I.W., BODE, L.E., 1990. Effect of Spray Mixture On Droplet Size. ASAE 33 (3), 1990. May-June 783-788.

24. CARLTON, J.B., BOUSE, L.F., O'NEAL, H.P., WALLA, W.J., 1981. Measuring Spray Coverage on Soybean Leaves. Transactions of The ASAE, Vol. 24, No. 5, 1108-1110.

25. CARLTON, J.B., BOUSE, L.F., 1988. Exploring Aerial Spray Sampling With A Cylindrical Collector. Transactions of The ASAE, 1988, Vol. 31 (4):

26. CAYLEY, G.R., GRIFFITHS, D.C., LEWTH WAITE, R., PYE,

B.S., DEWAR, A.M., and WINDER, G.H., 1987. Comparison of Application Methods For Aphicides On Sugar Beet And Swedes. Crop Protection Vol. 6, December 1987. (365-370).

27. CIBA-GEIGY, 1991. Applications News For Pest Control Products Ciba-Geigy. Agro-Chemicals Division, No: C-2 57/AC, Basle.

28. COLWICK, R.F., WILLIAMSON, E.B., 1968. Harvesting to Maintain Efficiency and To Protect Quality. The Iowa State University Press, Press Building, Ames, Iowa, USA. p 431-465.

29. COLWICK, R.F., LALOR, W.F., WILKES, L.H., 1984. Harvesting. Cotton. American Society of Agronomy, Inc., Publishers Medison, Wisconsin, USA. p. 367-395.

30. COOKE, B.K., HISLOP, E.C., HERRINGTON, P.S., WESTERN, N.M., JONES, K.G., WOODLEY, S.E., and CHOPPLE, A.C., 1986. Physical, Chemical and Biological Appraisal of Alternative Spray Techniques in Cereals. Crop Protection (1986) 5 (3). 153-164.

31. DELEN, N., ÖZBEK, T., 1990. Türkiye'de Tarım İlacı Kullanımı ve Yarattığı Sorunlar. Türkiye Ziraat Mühendisliği 3. Teknik Kongresi Bildirileri, 8-12 Ocak 1990, Ankara, 216-224.

32. DELİGÖNÜL, F., 1976. Uçakla Yapılan Tarımsal Savaşta "8001 Teejet" Memeleri İle Çok Düşük Hacimli Uygulamalar Üzerinde Araştırmalar. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Zir. Müc. ve Zir. Kart. Gn.Md. Adana Bölge Zirai Araştırma Enstitüsü Yayınları No: 44, Adana, 91.

33. DELİGÖNÜL, F., 1977. Piper Super Cub PA-18-150/95 Uçakların İşletme ve Bakım Yönergesi. Laboratuvar El Kitabı: 6, Ç.Ü., Ziraat Fakültesi, Adana. 25s.

34. DELİGÖNÜL, F., 1979a. Fluorometri ve Uçakla İlaçlamada Kullanım. Ç.Ü., Ziraat Fakültesi, Tarımsal Mekanizasyon Bölümü Semineri, No: 6, Adana, 10 s.

35. DELİGÖNÜL, F., 1979b. Fiziko-Kimyasal Çözümleme Yöntemleri ve Fluorometri. Ç.Ü., Ziraat Fakültesi, Tarımsal Mekanizasyon Bölümü Laboratuvar Kitabı, No: 8, Adana, 33 s.

36. DELİGÖNÜL, F., 1984. Pamuk Ekilişlerinde Uçakla Sulandırılmış İlaçlamaya İlişkin Optimum Uygulama Koşullarının Sptanması Üzerine Bir Araştırma. TOK Bakanlığı, Zir. Müc. ve Kart. Gn. Müdürlüğü Yayınları, Ankara, 196 s.

37. DELİGÖNÜL, F., 1987. Tarımsal Havacılık Ders Notları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, Adana.

38. DELİGÖNÜL, F., SAĞLAM, R., 1988a. Bahçe ve Ormanlarda Tarımsal Havacılık Uygulamaları. 11. Tarımsal Mekanizasyon Kongresi Bildirileri 10-12 Ekim 1988. A.Ü. Ziraat Fak. Tar.Mek.Böl., Erzurum. 269-280.

39. DELİGÖNÜL, F., SAĞLAM, R., 1988b. GAP Alanlarında Tarımsal Havacılık Uygulamaları ve Geleceği. I. Tarımsal Havacılık Sempozyumu Bildirileri. 14-15 Ocak 1988. Ankara, 48-63.

40. DELİGÖNÜL, F., MOSER, E., 1988. Uçakla Pamuk İlaçlamasında Optimizasyon ve Atomizörlerin Kullanımı. I. Tarımsal Havacılık Sempozyumu Bildirileri. 14-15 Ocak 1988. Türk Hava Kurumu (5-28), Ankara.

41. DELİGÖNÜL, F., 1988. Tarımsal Havacılık ve Standardizasyon. I. Tarımsal Havacılık Sempozyumu Bildirileri. 14-15 Ocak 1988. Türk Hava Kurumu Ankara.

42. DELİGÖNÜL, F., 1989. Uçak İş Verimi ve Maliyet Hesaplama Yöntemleri. 2. Tarımsal Havacılık Sempozyumu Bildirileri. 11-13 Ocak 1989. Türk Hava Kurumu, Ankara, 1-16.

43. DELİGÖNÜL, F., SAĞLAM, R., 1989a. GAP Alanlarında Tarımsal Havacılık Planlaması. II. Tarımsal Havacılık Sempozyumu Bildirileri, 11-13 Ocak 1989. Türk Hava Kurumu, Ankara, 31-51.

44. DELİGÖNÜL, F., SAĞLAM, R., 1989b. Türkiye'deki ULV Uygulamasının Özellikleri ve Uygulamaya Ait Karakteristiklerinin İncelenmesi ve Süneye Karşı ULV Uygulaması. Tekirdağ.

45. DELİGÖNÜL, F., SAĞLAM, R., 1990. Uçakla İlaçlamada Damla Kinematiği. 4. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi. 1-4 Ekim 1990, Adana. 340-353.

46. DELİGÖNÜL, F., 1991. Tarımsal Havacılık I ve II. Ders Notları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, Adana.

47. DELİGÖNÜL, F., SAĞLAM, R., 1991. Klasik Uçak Püskürtme Düzenlerinde Meme Konum Açılarının Dağılımına Olan Etkilerinin Araştırılması. Tarımsal Mekanizasyon 13. Ulusal Kongresi 25-27 Eylül 1991. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, Konya. 298-310.

48. DİE., 1987-88. Tarımsal Yapı ve Üretim. Devlet İstatistik Enstitüsü, Ankara.



49. DİE., 1991. Türkiye İstatistik Cep Yıllığı 1990. Yayın No: 1450. Devlet İstatistik Enstitüsü Matbaası, Ankara.
50. DIPPENAR, M.C., 1976. Chemical Defoliation of Cotton. Field Crop Abst. 26.6. No. 8937. s. 790.
51. DOĞANAY, Ü.,\_. Zirai Mücadelede Yer ve Hava Aplikasyon Metodları. Ciba-Geigy Eğitim Programı(Tercüme), 172 s.
52. DURSUN, E., ÇİLİNGİR, İ., 1991. Tarla Pülverizatörlerinde Elektrostatik Yüklemenin Pülverizasyon Karakteristiklerine Etkileri. Tarımsal Mekanizasyon 13. Ulusal Kongresi, 25-27 Eylül 1991. S.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, Konya. 312-322.
53. FAO., 1991. FAO Statistics Series No:99 FAO Yearbook Production Vol.44, 1990.
54. GILES, D.K., DELWICHE, M.J., DODD, R.B., 1989. Spatial Distribution of Spray Deposition From an Air-Carrier Sprayer. Transactions of The ASAE, Vol: 32 (3), 807-811.
55. GÖZKAYA, F., 1978. Pamuk Hasadında Mekanizasyon ve Sorunları. Tarım Bakanlığı Bölge Pamuk Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayın No: 35, Adana, 47 s.
56. ISO., 1986. Equipment for Crop Protection-Spraying Equipment Part 1: Test Methods of Sprayer Nozzles. Part 2: Test Methods for Agricultural Sprayer. ISO 5682/1-1986 (E).
57. IŞIK, A., SABANCI, A., 1986. Çukurova Bölgesinde Pamuk Mekanizasyonu ve Sorunları. Tarımsal Mekanizasyon 10. Ulusal Kongresi. 5-7 Mayıs 1986, Adana. 148-161.
58. IŞIK, A., SABANCI, A., 1987. Çukurova Bölgesinde Pamuk Toplama İşçiliği ve Makinalı Hasatla Kıyaslamaya Yönelik İşletmecilik Verilerinin Belirlenmesi Üzerinde Bir Araştırma. Ç.Ü.Ziraat Fakültesi Dergisi Cilt: 2, Sayı: 2, Ağustos 1987, s. 87-98.
59. IŞIK, A., 1990. Pamukta Makinalı Hasada Uygun Bitki Sıklığının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi. Cilt: 5, Sayı: 2. Haziran 1990, Adana. 113-123.
60. JOHNSTONE, D.R., 1977. A Twin Tracer Technique Permitting the Simultaneous Evaluation of the Field Performance of Two Spraying Machines or Spraying Techniques. J. Agric. Engng. Res. (1977) 22, 439-443 (Research Note).
61. KURDIKER, C.B., KUORADDI, V.R., 1976. Effect of Defoliant on Cotton, Field Crop. Abst. 29.1. No. 433. s. 41.



62. LAKE, J.R., and DIX., A.J., 1985. Measurement of Droplet Size With a PMS Optical Array Probe Using an X-Y Nozzle Transporter Crop Protection (1985) 4 (4), 446-472.

63. LAST, A.J., and PARKIN, C.S., 1987. The Measurement of Spray Deposit on Natural Surfaces By Image Analysis. Aspects of Applied Biology 14, 1987 Studies of Pesticide Transfer and Performance.

64. LAST, A.J., PARKIN, C.S., and BERESTORD, R.H., 1987. Low-Cost Digital Image Analysis for the Evaluation of Aerially Applied Pesticide Deposits. Computers and Electronics in Agriculture. 1 (1987) 349-362.

65. MADRAN, N., 1970. Dünyada Pamuk Üretimi ve Çeşitleri. Tarım Bakanlığı Bölge Pamuk Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayın No: 24, Adana, 54 s.

66. MADRAN, N., 1971. Türkiye'de Pamuk. Tarım Bakanlığı Bölge Pamuk Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayın No: 27, Adana, 91 s.

67. MATTHEWS, G.A., 1975. Chemicals and Equipment, Determination of Droplets Size. Pest Articles and New Summaries, PANS Vol. 21, No. 2. June 1975. Centre For Overseas Pest Research, London. 213-225.

68. MATHEWS, G.A., 1982. Pesticide Application Methods. Longman, London.

69. Mc CRACKEN, A., 1980. Increase Efficiency With "ULV" Contact Action Requires Insect Control. Agricultural Aviation Vol. 21, No: 1 January 1980. 11-17.

70. MERCAN, S., BAYAT, A., ZEREN, Y., 1988. Tarla Pülverizatörlerinde Damlaların Hava İle Taşınmasında Biyolojik Etkinliğin Saptanması. Tarımsal Mekanizasyon 11. Ulusal Kongresi Bildirileri, 10-12 Ekim 1988. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Mekanizasyon Bölümü, Erzurum. 247-258.

71. MERCK., 1976. Reactifs Diagnostica Produits Chimiques. E. Merck Theodor Sehuchadt and Co., Darmstadt.

72. NAWABY, A.S., 1976. A Method of Counting Droplet J. Agric. Eng. Res. (1976) 21, 211-212.

73. OĞLAKÇI, M., 1987. Pamukta Yaprak Döktürmenin Verim ve Kalite Unsurlarına Etkisi Üzerine Bir Araştırma, Adana. s. 89.

74. ONURBAŞ, A., ÇİLİNGİR, İ., TUNALIGİL, B.G., 1990. Ağaç İlaçlamasında Yüzey Kaplama Değerlerinin Saptanması. 4. Uluslararası

Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi, 1-4 Ekim 1990, Adana, 319-330.

75. ÖNEN, F., 1989. Hava Aplikasyonlarında Başarı ve Damla Dağılımı. II. Tarımsal Havacılık Sempozyumu Bildirileri, 11-13 Ocak 1989, THK, Ankara, 97-107.

76. ÖZKAN, H.E., REICHARD, D.L., FOX, R.D., 1990. Current State of Pesticide Application Technology in the USA. 4. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi, 1-4 Ekim 1990, Adana, 297-306.

77. ÖZTÜRK, S., 1990. Tarım ilaçları. İstanbul, 523 s.

78. PARKIN, C.S., SPILLMAN, J.J., 1980. The Use of Wing-Tip Sails on a Spraying Aircraft to Reduce the Amount of Material Carried of Target By A Crosswind. J. Agric. Eng. Res. (1980) 25, 65-74.

79. PARKIN, C.S., WYATT, J.C., WANNER, R., 1980. The Measurement of Drop Spectra in Agricultural Sprays Using a Particle Measuring Systems Optical Array Spectrometer. Symposium on Spraying Systems for the 1980, S. March 1980, Ciba-Geigy (AARU).

80. PARKIN, C.S., WYATT, I.C., 1982. The Determination of Flight-lane Separations for the Aerial Application of Herbicides Crop Protection (1982) 1 (3), 309-321.

81. PARKIN, C.S., and SIDDIQUI, H.A., 1990. Measurement of Drop Spectra From Rotary Cage Aerial Atomizers. Crop Protection, Vol. 9 February 1990, 33-38.

82. QUANTICK, H.R., 1985. Aviation in Crop Protection, Pollution and Insect Control, Collins, London.

83. RICHARDSON, R.G., COMBELLACK, J.H., ANDREW, L., 1986. Evaluation of a Spray Nozzle Patternator. Crop Protection (1986) 5 (1), 8-11.

84. SABANCI, A., IŞIK, A., 1987. Çukurova Bölgesinde Pamuk Hasat Mekanizasyonu Olanakları. 3. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Sempozyumu 26-29/10/1987, İzmir.

85. SABANCI, A., IŞIK, A., 1989. Çukurova Bölgesinde Pamuk Hasadında Toplama Bedeli Değişimleri ve Makinalı Hasadın Geleceği. Tarımsal Mekanizasyon 12. Ulusal Kongresi, 1-2 Haziran 1989 Tekirdağ. 35-43.

86. SEZER, K.Ö., 1976. Ham Pamuk Üretim Masrafları. Tarım Bakanlığı Bölge Pamuk Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayın No: 32, Adana, 31 s.

87. SLOCOMBE, J.W., KUHLMAN, D.K., MROXTERMAN, A.J., 1990. Equipment for Teaching Pesticide Application Technology. Applied

Engineering in Agriculture, Vol : 6 (3) : May 1990.

88. THORNE, A., 1982. Agricultural Aircraft. World Farming Vol. 24, No. 6 November-December 1982. Intertec Publishing Corp. Kansas, USA. p. 8-10/20/27.

89. TOMKINS, F.D., HAWARD, K.D., MOTE, C.R., FREELAND, R.S., 1990. Boom Flow Characteristics With Direct Chemical Injection. ASAE, Vol: 33 (3), May-June 1990. 737-743.

90. TUNÇER, İ.K., SABANCI, A., IŞIK, A., 1987. Türkiye ve Yunanistan'da Pamuk Hasat Mekanizasyonu Uygulamaları. Ç.Ü.Ziraat Fakültesi Tarımsal Mekanizasyon Bölümü, Adana. 9.

91. TURNER, 1974. Turner Filter Fluorometer Operating Instructions and Service Manual. Laboratory Catalog, California.

92. TÜRK-HOECHTS, \_\_\_\_\_. Dropp Prospektusu. Türk-Hoechts San. ve Tic. A.Ş., Topkapı-İstanbul.

93. UK, S., 1987. Distribution Patterns of Aerially Applied ULV Sprays by Aircraft Over and Within the Cotton Canopy in the Sudan Gezira. Crop Protection 6 (1), 43-48.

94. WALHOOD, V.T., ADDICOLT, F.T., 1968. Harvest Aid Programs. Principles and Practices. Advances in Production and Utilization of Quality Cotton: Principles and Practices. The Iowa State University Press, Press Building, Ames, Iowa, USA. 407-431.

95. WANNER, R., 1980. Application of the Quantimet Image Analyser to Agricultural Aviation Problems. Agricultural Aviation, Vol: 21 April 1980. 69-77.

96. WOODS, N., 1986. Agricultural Aircraft Spray Performance: Calibration for Commercial Operations Crop Protection (1986) 5 (6), 417-421.

97. YATES, V.E., AKESON, N.B., BAYER, D., 1976. Effects of Spray Adjuvants on Drift Hazards ASAE, 1976, Paper No. 74-1008, 41-46.

98. YELİN, D., 1991. Çukurova'da Pamuk Tarımının Geleceği ve Sorunları. Çukurova I. Tarım Kongresi Bildirileri. 9-11 Ocak 1991. Çukurova Üniversitesi, Adana, 516-526.

99. ZEMP, H., 1980. Field Performance of Micronair Atomisers With Ulvair and Water-based Sprays. Agricultural Aviation Vol. 21 No: 3, July 1980. 129-141.

100. ZEREN, Y., BAYAT, A., 1986. Elektrostatik Yüklemede Bitki Üzerinde İlaç Tutunma Etkinliğinin Belirlenmesi. Tarımsal Mekanizasyon 10. Ulusal Kongresi, 5-7 Mayıs, 1986, Adana. 280-294.

101. ZEREN, Y., 1986. Tarımsal Savaş Mekanizasyonu. Ç.Ü., Ziraat Fakültesi Ders Notları No: 16. Ç.Ü. Zir. Fak., Adana, 172 s.

102. ZEREN, Y., MOSER, E., 1987. Sulandırılmış İlacın Pamuğa İletilmesinde Elektrostatik Yükleme ve Düşey Hava Akımının İlaç Tutunmasına Etkisi. 3. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Sempozyumu Bildiri Kitabı 26-30 Ekim 1987, İzmir. 510-535.

103. ZEREN, O., ŞİMŞEK, N., GÜLLÜ, M., ZEREN, Y., MERCAN, S., 1989. Mısır Kurdu ve Mısır Koçan Kurduna Karşı Yerden ve Havadan İlaçlama Yöntemleri Üzerinde Araştırmalar. II. Tarımsal Havacılık Sempozyumu Bildirileri, 11-13 Ocak 1989. Türk Hava Kurumu, Ankara. 71-79.

## TEŞEKKÜR

Tez konumun seçiminden, araştırmanın yürütülmesi ve değerlendirilmesine kadar, her konuda bana yardımcı olan ve yardımlarını esirgemeyen değerli danışman hocam Sayın Prof.Dr. Fahri DELİGÖNÜL'e, tarla ve laboratuvar çalışmalarında bana destek ve yardım sağlayan Tarım Makinaları Bölüm Başkanlığına ve bölüm atelye personeline, çalışmalarım sırasında TARUÇ Uçakla İlaçlama şirketinin bana sağlamış olduğu yardımlarında dolayı işletme sahibi Sayın Şaban BAŞ'a , pilotlarına ve yer ekibine, TARKİM Uçak Tamir ve Bakım Servisi adına Sayın Yılmaz CANDELEN'e, Kartal Havacılık Şirketi adına Sayın Nejdet ÜNER ve ekibine, çalışmalarımın Hacıali Pamuk Üretim İstasyonunda yürütülmesini sağlayan İşletme Müdürü Sayın Mithat YENER ve personeline, çalışmalarımda büyük yardımlarını gördüğüm Teknisyen Turan GÜVENÇ ve Kemal ÜLKER'e, Ar.Gör. A.Musa BOZDOĞAN'a, Öğr.Gör. Muzaffer TEKİN'e ve Zir.Müh. İlhan ÜREMİŞ'e, tezimin yazımında büyük emeği geçen Haldun PARLAKAÇ'a, çizimlerimi yapan Zekeriya ATAR ve Gül PAFUTÇU'ya ve değerlendirmelerin yapılmasında bilgisayar program desteği sağlayan Sayın Ruza TANIŞ'a teşekkür ederim.

Ayrıca, Her zaman desteğini gördüğüm Ziraat Fakültesi Dekanlığına ve Döner Sermaye İşletmesi Müdürlüğüne ve projeme mali destek sağlayan Ç.Ü. Rektörlüğüne ve diğer tüm emeği geçenlere teşekkürü bir borç bilirim.

## ÖZGEÇMİŞ

1963 yılında Kırşehir'de doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi Kırşehir'de tamamladım. 1981 öğretim yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Mekanizasyon Bölümüne girdim. Lisans öğrenimimi 1985 yılı bahar döneminde tamamladım. Aynı yıl Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Mekanizasyon Anabilim Dalında Yüksek Lisansa başladım.

1986 yılında Dicle Üniversitesi Şanlıurfa Ziraat Fakültesi Tarımsal Mekanizasyon Bölümü adına, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Mekanizasyon Anabilim Dalı kadrosunda araştırma görevlisi sınavını kazanarak göreve başladım.

1987 yılında Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Mekanizasyon Anabilim Dalında Yüksek Lisansımı tamamladım. Aynı yıl tarımsal Mekanizasyon Anabilim Dalında Doktora başladım.

Halen Dicle Üniversitesi Şanlıurfa Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü adına, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalında doktoralı araştırma görevlisi olarak çalışmaktayım.