

45198

**MEKANİK TARLA PÜLVERİZATÖRLERİNDE  
KULLANILAN ÇEŞİTLİ TİPTEKİ BAZI MEME-  
LERİN DAĞILIM VE PÜLVERİZASYON  
KARAKTERİSTİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

-- Hakan Okyay MENGEŞ  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
TARIM MAKİNALARI  
ANABİLİM DALI  
Konya, 1995

T.C.  
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MEKANİK TARLA PÜLVERİZATÖRLERİNDE KULLANILAN ÇEŞİTLİ  
TİPTEKİ BAZI MEMELERİN  
DAĞILIM VE PÜLVERİZASYON KARAKTERİSTİKLERİNİN  
BELİRLENMESİ

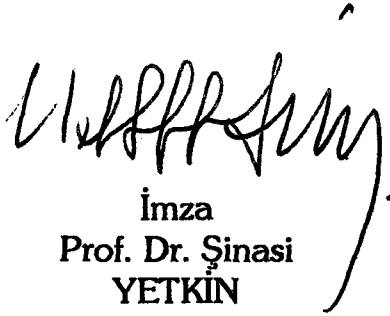
Hakan Okyay MENGEŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI

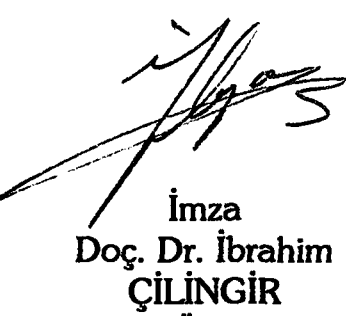
47198

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Bu tez 7 .7.1995 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından kabul edilmiştir.



İmza  
Prof. Dr. Şinasi  
YETKİN  
(Danışman)



İmza  
Doç. Dr. İbrahim  
ÇİLİNGİR  
(Üye)



İmza  
Yrd. Doç. Dr. Fikret  
DEMİR  
(Üye)

## ÖZ

### Yüksek Lisans Tezi MEKANİK TARLA PÜLVERİZATÖRLERİNDE KULLANILAN ÇEŞİTLİ TİPTEKİ BAZI ME- MELERİN DAĞILIM VE PÜLVERİZASYON KARAKTERİSTİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Hakan Okyay MENGEŞ  
Selçuk Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Tarım Makinaları Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Şinasi YETKİN  
1995, Sayfa:

#### Jüri:

Bu araştırmada, Türkiye'de mekanik tarla pülverizatörlerinde kullanılan Türkiye ve ABD yapımı sekiz adet hidrolik meme denenmiştir. Bu memelerin 4'ü konik hüzmeli, 4'ü ise yelpaze hüzmelidir.

Denemeler sonucunda, hüzmeye açısı konik hüzmeli memelerde  $79^{\circ}$ ... $101^{\circ}$ , yelpaze hüzmeli memelerde  $98^{\circ}$ ... $123^{\circ}$  arasında, meme verdikleri konik hüzmeli memelerde 0.455...2.293 lt/min, yelpaze hüzmeli memelerde ise 1.571...2.594 lt/min arasında değişmiştir. Pülverizasyon düzgünlüğünün bir ifadesi olan homojenite katsayı değerleri, konik hüzmeli memelerde 1.58...2.97, yelpaze hüzmeli memelerde ise 1.53...2.48 arasında değişmiştir. Hacimsel dağılım düzgünlüğünü ifade eden yeknesaklık katsayısı değerleri konik hüzmeli memelerde, tek memede %21...56, çift memede %57...94 arasında, yelpaze hüzmeli memelerde, tek memede %30...58, çift memede ise %44...92 arasında değişmiştir.

**ANAHTAR KELİMELER:** Mekanik tarla pülverizatörü, konik hüzmeli meme, yelpaze hüzmeli meme, homojenite katsayısı, yeknesaklık katsayısı.

## **ABSTRACT**

### **Master Thesis**

# **THE DETERMINATION OF DISTRIBUTION AND PULVERIZATION CHARACTERISTICS FOR SOME DIFFERENT NOZZLE TYPES USED IN MECHANIC FIELD SPRAYERS**

**Hakan Okyay MENGEŞ**  
**Selçuk University**  
**Graduate School of Natural and Applied  
Science Department of Agricultural Machinery**

**Supervisor: Prof. Dr. Şinasi YETKİN**  
**1995, Page:**

### **Jury:**

In this research, eight number hydraulic nozzles made in Turkey and USA used in mechanic field sprayers were tested in Turkey. Four of them are cone spray pattern and others are flat spray pattern.

At the end of these experiments, spray angles for cone spray pattern and flat spray pattern of nozzles were been found  $79^{\circ}$ ... $101^{\circ}$  and  $98^{\circ}$ ... $123^{\circ}$  between and their nozzle throughputs were been found 0.455...2.293 lt/min and 1.571...2.594 lt/min between respectively. Coefficient of homogeneity values shown regularity of pulverization for cone spray pattern and flat spray pattern of nozzles were been 1.58...2.97 and 1.53...2.48 between respectively. Coefficient of monotony values shown regularity of volumetric distribution for single and double of cone spray pattern nozzles %21...56 and %57...94 between were found and, single and double of flat spray pattern nozzles are %30...58 and %44...92 between respectively.

**KEY WORDS:** Mechanic field sprayer, cone spray pattern nozzle, flat spray pattern nozzle, coefficient of homogeneity, coefficient of monotony.

## TEŐEKKÖR

Bu araŐtırmanın Yüksek Lisans Tezi olarak planlanıp, yűrűtűlmesinde ve sonularının deęerlendirilmesinde daima yardımlarını gűrdűđűm danıŐman Hocam Sayın Prof. Dr. Őinasi YETKİN'e ve Tarım Makinaları Bűlűmű űđretim űyelerine, damla çapı analizleri esnasında yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Yusuf ÖZTÖRK'e ve istatistiki analizlerin deęerlendirilmesinde daima yardım gűrdűđűm Yrd. Doç. Dr. Abdurrahman TOZLUCA'ya teŐekkűrű bir borç bilirim.

Konya, 1995

Hakan Okyay MENGEŞ

## SİMGELER

$J_p$	Sıvının parçalanması için gerekli enerji (kqm)
$\tau$	Sıvının yüzey gerilimi (kq/m)
$\Sigma A$	Pülverizasyon sırasında meydana gelen damlaların toplam alanı (m <sup>2</sup> )
$J_t$	Damlanın hedefe taşınması için gerekli enerji (kqm)
$m$	Damlaların toplam kütlesi (kqs <sup>2</sup> /m)
$g$	Yerçekimi ivmesi (9,81 m/sn <sup>2</sup> )
$v$	Pülverizasyon sırasında meydana gelen damlaların hızı (m/sn)
$J$	Damlaya kazandırılması gereken enerji (kqm)
$P$	Memelerin çalışma basıncı (mss)
$d_m$	Meme çapı (mm)
$d_n$	Hava hüzmesi çapı (mm)
$R$	Girdap hücresi yarıçapı (mm)
$2r$	Girdap hücresi giriş kanalı yarıçapı (mm)
HV	Yüksek hacimli pülverizasyon (lt/ha)
MV	Orta hacimli pülverizasyon (lt/ha)
LV	Az hacimli pülverizasyon (lt/ha)
VLV	Çok az hacimli pülverizasyon (lt/ha)
ULV	Çok düşük hacimli pülverizasyon (lt/ha)
$N$	İlaç normu (lt/ha)
$Q$	Pülverizatör toplam verdisi (lt/min)
$V$	İlerleme hızı (km/h)
$B$	Pülverizatör iş genişliği (m)
$D_d$	Damla çapı (μm)
$n$	cm <sup>2</sup> 'ye düşecek damla sayısı (-)
$d_v$	Hacimsel ortalama çap (μm)

$d_n$	Sayısal ortalama çap ( $\mu\text{m}$ )
$d_s$	Yüzeysel ortalama çap ( $\mu\text{m}$ )
$r$	Homojenlik katsayısı (-)
KHM	Konik Hüzmelı Meme
YHM	Yelpaze Hüzmelı Meme
$e$	Meme plakası kalınlığı (mm)
$h$	Girdap odası yüksekliği (mm)
$a$	Meme yüksekliği (mm)
$b$	Meme genişliği (mm)
$d$	Meme delik çapı (mm)
$D$	Girdap odası çapı (mm)
$m$	Delik uzunluğu (mm)
$n$	Delik genişliği (mm)
$\beta$	Saptırma açısı ( $^\circ$ )
VK	Varyasyon katsayısı (%)
$x$	Bir oluktan akan sıvı miktarı (ml)
$\bar{x}$	Oluklardan akan ortalama sıvı miktarı (ml)
$n$	Islanan Oluk sayısı (-)
YK	Yeknesaklık katsayısı (%)

## İÇİNDEKİLER

ÖZ.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER.....	iv
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Genel.....	1
1.2. Sıvı İlaçların Püskürtülmesinde Kullanılan Makinalar.....	5
1.2.1. Makinaların sınıflandırılması.....	5
1.2.2. Mekanik tarla pülverizatörünün yapısı ve çalışma prensibi.....	7
1.3. Mekanik Pülverizatörlerde Kullanılan Meme Tiplerinin Özellikleri.....	10
1.3.1. Memelerin sınıflandırılması.....	10
1.3.2. Basınç enerjisi ile çalışan (Hidrolik) memelerde damlanın oluşumu.....	11
1.3.3. Hidrolik memelerin yapısal özellikleri.....	12
1.3.3.1 Konik hüzmeli memelerin yapısal özellikleri.....	12
1.3.3.2 Yelpaze hüzmeli memelerin yapısal özellikleri.....	14
1.3.4. Hidrolik memelerin işletme özellikleri.....	15
1.4. Pülverizasyon Karakteristikleri.....	16
1.4.1. Hüzme açısı.....	17
1.4.2. Damla çapları.....	18
1.4.3. Damla sıklığı.....	20
1.4.4. İlaç normu.....	21
1.4.5. Meme verdisi.....	22
1.5. Mekanik Pülverizasyonun Boyutsal Analizi.....	23
1.5.1. Genel.....	23



1.5.2. Pülverizasyonu meydana getiren damla populasyonlarının karakteris- tikleri.....	24
1.6. Hacimsel Dağılım Şekilleri ve Hacimsel Dağılımın Belirlenmesi.....	26
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI .....	28
3. MATERYAL VE METOD .....	35
3.1. Materyal .....	35
3.1.1. Denemelerde kullanılan memeler... ..	35
3.1.2. Deneme düzeni ve ölçme aletleri.....	41
3.1.2..1 Deneme düzeni .....	41
3.1.2..1.1 Basınç geliştirme ünitesi. ....	42
3.1.2..1.2 Basınç okuma ünitesi.....	43
3.1.2..1.3 Hacimsel dağılımı ölçme ünitesi .....	43
3.1.2..2 Araştırmada kullanılan araçlar.....	44
3.2. Metod.....	44
3.2.1. Memelere ait teknik ölçülerin alınması.....	44
3.2.2. Araştırmada kullanılan memelere ait hacimsel dağılımın belirlenmesin- de dikkate alınan parametreler. ....	45
3.2.2..1 Çalışma basıncı seçimi.....	45
3.2.2..2 Meme yüksekliği seçimi .....	45
3.2.2..3 Meme aralığı seçimi.....	45
3.2.3. Denemelerin planlanması ve yürütülmesi .....	46
3.2.4. Hüzme tiplerinin belirlenmesi .....	49
3.2.5. Hüzme açılarının belirlenmesi.....	49
3.2.6. Meme verdilerinin belirlenmesi.....	49
3.2.7. Hacimsel dağılım düzgünlüklerinin belirlenmesi .....	49
3.2.8. Seçilen bir yükseklik için uygun meme aralığının belirlenmesi.....	50
3.2.9. Damlacık dağılımlarının belirlenmesi .....	51
3.2.10. Sonuçların değerlendirilmesi .....	52

3.2.10..1 Yeknesaklık katsayılarının hesaplanması.....	52
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA .....	55
4.1. Hüzme Tipleri ve Hüzme Açıları.....	55
4.2. Meme verdileri .....	56
4.3. Hacimsel Dağılım Düzensünlüğü .....	58
4.3.1. Tek memede hacimsel dağılım düzensünlüğü .....	58
4.3.1.1 Memelere ait dağılım paternleri.....	64
4.3.2. Seçilen meme aralıklarında elde edilen dağılım düzensünlükleri.....	72
4.4. Damlacık Çapı Dağılımları .....	79
ÖZET .....	82
5. KAYNAKLAR.....	84
EKLER	

## ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge No	Sayfa No
1.1. Bazı Pülverizatör Tiplerinin Kullanım Alanları .....	6
1.2. Türkiye Genelinde Yıllara Göre Tarımsal Mücadele Makinaları Park Durumu.	6
1.3. Konik ve Yelpaze Hüzmeli Memelerin İyilik Dereceleri.....	16
1.4. Bazı Zararlılarla Mücadele İçin En Uygun Damla Büyüklüğü Değerleri.....	19
1.5. Çeşitli Bitkilerde Farklı Pülverizasyon Sınıfları İçin Uygulanan Sıvı Hacimleri	21
1.6. 1 lt/ha İlaç Normunda Elde Edilecek Teorik İlaç Dağılım Yoğunluğu .....	24
3.1. Denemeye Alınan Memelerin Markası, Hüzme Tipi ve Anma Adları. ....	35
3.2. Seçilen Çalışma Basınçları.....	45
3.3. Seçilen Meme Yükseklikleri. ....	45
3.4. Seçilen Meme Aralıkları. ....	46
4.1. Denemeye Alınan Memelerin Hüzme Açısı Değerleri. ....	55
4.2. Denemeye Alınan Memelerin Meme Verdisi Değerleri.....	57
4.3. Tek Meme İçin Seçilen Basınçlara Göre Değişik Yükseklikler İçin Elde Edilen Dağılımlarda Yeknesaklık Katsayıları Değerlerinin % Dağılımları. ....	58
4.4. Tek Meme İçin Seçilen Yüksekliklere Göre Değişik Basınçlar İçin Elde Edilen Dağılımlarda Yeknesaklık Katsayıları Değerlerinin % Dağılımları.....	59
4.5. $5 \cdot 10^5$ Pa Çalışma Basıncı İçin Konik Hüzmeli Tek Memede Çeşitli Yükseklik- lerde Elde Edilen Yeknesaklık Katsayıları Değerleri (%). ....	61
4.6. $3 \cdot 10^5$ Pa Çalışma Basıncı İçin Yelpaze Hüzmeli Tek Memede Çeşitli Yükseklik- lerde Elde Edilen Yeknesaklık Katsayıları Değerleri (%). ....	61
4.7. 500 mm Meme Yüksekliği İçin Konik Hüzmeli Tek Memede Çeşitli Basınçlarda Elde Edilen Yeknesaklık Katsayıları Değerleri (%). ....	62
4.8. 500 mm Meme Yüksekliği İçin Yelpaze Hüzmeli Tek Memede Çeşitli Basınç- larda Elde Edilen Yeknesaklık Katsayıları Değerleri (%). ....	62

4.9. B/2 Meme Aralığında Seçilen Basınlara Göre Değişik Yükseklikler İçin Elde Edilen Dağılımlarda Yeknesaklık Katsayıları Değerlerinin % Dağılımları.....	73
4.10. 2B/3 Meme Aralığında Seçilen Basınlara Göre Değişik Yükseklikler İçin Elde Edilen Dağılımlarda Yeknesaklık Katsayıları Değerlerinin % Dağılımları.....	73
4.11. 3B/4 Meme Aralığında Seçilen Basınlara Göre Değişik Yükseklikler İçin Elde Edilen Dağılımlarda Yeknesaklık Katsayıları Değerlerinin % Dağılımları.....	74
4.12. B/2 Meme Aralığında Seçilen Yüksekliklere Göre Değişik Basıncılar İçin Elde Edilen Dağılımlarda Yeknesaklık Katsayıları Değerlerinin % Dağılımları.....	75
4.13. 2B/3 Meme Aralığında Seçilen Yüksekliklere Göre Değişik Basıncılar İçin Elde Edilen Dağılımlarda Yeknesaklık Katsayıları Değerlerinin % Dağılımları.....	76
4.14. 3B/4 Meme Aralığında Seçilen Yüksekliklere Göre Değişik Basıncılar İçin Elde Edilen Dağılımlarda Yeknesaklık Katsayıları Değerlerinin % Dağılımları.....	76
4.15. Denemeye Alınan Konik Hüzmeli Memelerin Karakteristik Damla Çapları ve Homojenite Katsayısı Değerleri. ....	79
4.16. Denemeye Alınan Yelpaze Hüzmeli Memelerin Karakteristik Damla Çapları ve Homojenite Katsayısı Değerleri. ....	80

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil No	Sayfa No
1.1 Tarımsal mücadele yöntemlerinin gruplandırılması.....	3
1.2. Türkiye’de yıllara göre tarım ilaçları tüketimi.....	4
1.3. Mekanik tarla pülverizatörünün şematik yapısı.....	8
1.4. Hidrolik memelerde sıvı hüzmelerinden damlanın oluşumu .....	12
1.5. Konik hüzmeli pülverizatör memesinin çalışma prensibi.....	12
1.6. Klasik içi boş konik hüzmeli memesinin parçaları.....	13
1.7. İki farklı aynalı tip yelpaze hüzmeli meme .....	14
1.8. Yanıklı tip yelpaze hüzmeli meme .....	15
1.9. Hüzmeli açı.....	18
1.10. Damla sıklığı, damla çapı ve ilaç normu arasındaki ilişki .....	20
1.11. Damla spektrumu ve çaplar.....	25
3.1. Konik hüzmeli memelerde pülverizasyona etkili kısımlar. ....	36
3.2. Yelpaze hüzmeli memelerde pülverizasyona etkili kısımlar.....	36
3.3. Denemelerde kullanılan konik ve yelpaze hüzmeli memeler. ....	37
3.4. KHM1 memesinin kesit görünüşü ve teknik ölçüleri. ....	37
3.5. KHM2 memesinin kesit görünüşü ve teknik ölçüleri. ....	38
3.6. KHM3 memesinin kesit görünüşü ve teknik ölçüleri. ....	38
3.7. KHM4 memesinin kesit görünüşü ve teknik ölçüleri. ....	39
3.8. YHM1 memesinin kesit görünüşü ve teknik ölçüleri. ....	39
3.9. YHM2 memesinin kesit görünüşü ve teknik ölçüleri. ....	40
3.10. YHM3 memesinin kesit görünüşü ve teknik ölçüleri. ....	40
3.11. YHM4 memesinin kesit görünüşü ve teknik ölçüleri. ....	41
3.12. Deneme düzeni. ....	42
3.13. Araştırmada konik hüzmeli memeler için kullanılan deneme planı.....	47
3.14. Araştırmada yelpaze hüzmeli memeler için kullanılan deneme planı.....	48

3.15. Girişimlerin kağıt üzerinde yapılması.....	54
4.1. KHM1 memesinin $3 \cdot 10^5$ Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri .....	64
4.2. KHM1 memesinin $5 \cdot 10^5$ Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.....	65
4.3. KHM1 memesinin $7 \cdot 10^5$ Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.....	65
4.4. KHM2 memesinin $3 \cdot 10^5$ Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.....	65
4.5. KHM2 memesinin $5 \cdot 10^5$ Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.....	66
4.6. KHM2 memesinin $7 \cdot 10^5$ Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.....	66
4.7. KHM3 memesinin $3 \cdot 10^5$ Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.....	66
4.8. KHM3 memesinin $5 \cdot 10^5$ Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.....	67
4.9. KHM3 memesinin $7 \cdot 10^5$ Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.....	67
4.10. KHM4 memesinin $3 \cdot 10^5$ Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.....	67
4.11. KHM4 memesinin $5 \cdot 10^5$ Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.....	68
4.12. KHM4 memesinin $7 \cdot 10^5$ Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.....	68
4.13. YHM1 memesinin $2 \cdot 10^5$ Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.....	68
4.14. YHM1 memesinin $3 \cdot 10^5$ Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.....	69
4.15. YHM1 memesinin $4 \cdot 10^5$ Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.....	69
4.16. YHM2 memesinin $2 \cdot 10^5$ Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.....	69
4.17. YHM2 memesinin $3 \cdot 10^5$ Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.....	70
4.18. YHM2 memesinin $4 \cdot 10^5$ Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.....	70
4.19. YHM3 memesinin $2 \cdot 10^5$ Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.....	70
4.20. YHM3 memesinin $3 \cdot 10^5$ Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.....	71
4.21. YHM3 memesinin $4 \cdot 10^5$ Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.....	71
4.22. YHM4 memesinin $2 \cdot 10^5$ Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.....	71
4.23. YHM4 memesinin $3 \cdot 10^5$ Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.....	72
4.24. YHM4 memesinin $4 \cdot 10^5$ Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.....	72

# 1. GİRİŞ

## 1.1. Genel

Dünya nüfusunun hızla artışı ve insanların çoğunluğunun yeterli beslenememesi özellikle geri kalmış ve gelişmekte olan ülkelerde bitkisel ve hayvansal üretimde verimin artırılmasını zorunlu kılmaktadır. Giderek artan nüfus ve ona bağlı olarak ortaya çıkan beslenme, giyinme ve barınma ihtiyacı, insanların doğal ortamlardan daha fazla yararlanma yollarını aramalarına ve giderek onu daha çok etkilemeye çalışmalarına neden olmaktadır. İnsanoğlunun başta tarımsal üretimi arttırmak amacıyla yaptıkları etkiler, çevrenin doğal dengesinin bozulmasında büyük oranda rol oynamıştır. Yoğun toprak işleme, sulama ve gübreleme, bir yandan istenen ürün artışını sağlarken diğer yandan bozulan doğal denge nedeniyle hızla artış gösteren zararlı böcek, mikroorganizma ve yabancı bitkilerin gelişme ve çoğalmalarına neden olmuştur.

Doğal dengenin bozulmasıyla ortaya çıkan bu zararlı unsurların kültür bitkileri üretimine verdikleri zarar, toplam üterimin en az %15'ini kapsamaktadır. Bu nedenle insanlar bozulan doğal denge nedeniyle hızla artış gösteren zararlılarla çeşitli yöntemlerden yararlanarak mücadele etmek zorunda kalmışlardır (Mutaf 1973).

Tarih boyunca başvurulan mücadele yöntemleri arasında sihir, büyü ve çeşitli ilkel tuzaklardan günümüzde uygulanan son tekniklere kadar çok çeşitli yöntemleri saymak mümkündür. Günümüz tarımsal mücadele anlayışı; doğadaki organizmalar arasındaki ilişkiler zincirini bozmadan zararlı unsurların kültür bitkilerinde ekonomik zarar yapmayacak düzeyde tutulmasını esas almaktır (Yağcıoğlu 1993).

Bitkisel üretimde hastalık ve zararlılarla yapılan mücadelede mutlak başarı sağlanmalıdır. Bu gerçekleşmediği takdirde, zararlılar daha da çoğalıp güçlenerek tüm ürünün yok olmasına neden olabilirler.



Zararlılarla yapılacak mücadele, bitkisel üretim zinciri içine yeni bir teknoloji, enerji ve masraf sokacağından, çok iyi bir şekilde planlanmalıdır. Uygulanacak mücadele ile kurtarılan ürün kazancının yapılacak mücadele masrafından daha büyük olması gerekir. Mücadelenin yeri, zamanı ve şekline karar verirken, yapılacak harcamanın, zararının vereceği zarardan daha az olacağı sınırı belirlemek gerekir. Bunun yapılabilmesi için doğal ortamda bulunan zararlı unsurların;

– Doğal denge şartları içinde normal sayabileceğimiz nüfusu, (Doğal Denge Düzeyi)

– Üründe ekonomik boyutlarda zarara neden olabilecek nüfusu, (Ekonomik Zarar Düzeyi)

– Üründe ekonomik açıdan önemli sayılabilecek bir zararla karşılaşmamak için mücadelenin başlatılması gereken nüfusu, (Ekonomik Zarar Eşiği)  
bilinmelidir (Zeren 1992; Yağcıoğlu 1993).

Tarımsal üretimde istenen düzeydeki artışlara ulaşabilmek için aşağıdaki önlemler önerilmektedir (Zeren 1974).

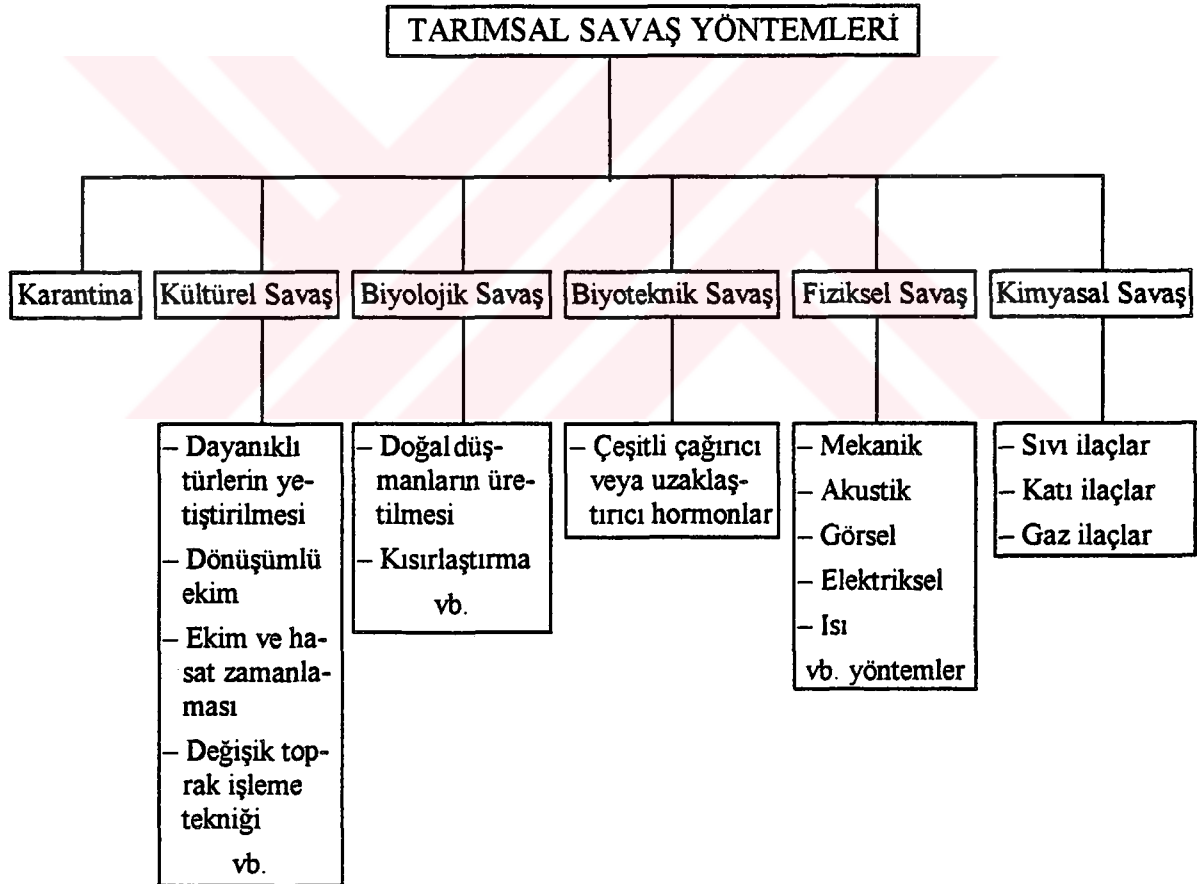
- Ekim alanlarının genişletilmesi,
- Toprak işleme, sulama ve gübreleme yöntemlerinin daha iyileştirilmesi,
- Bitki ıslahına önem verilmesi,
- Daha etkin ve geniş kapsamlı bir tarımsal mücadele ile kültür bitkilerinin zararlılara karşı korunmasıdır.

Ülkemizin tarım yapılabilen arazisi 28.6 milyon hektar olup, bu alanın daha fazla arttırılma imkanı bulunmamaktadır. Bu durumda tarımsal üretimi arttırmanın tek çözüm yolu birim alandan daha fazla ürün almaktır. Modern tarım işletmeciliğinde, birim alandan alınan ürün miktarının arttırılmasında ve ürün kalitesinin yükseltilmesinde hastalık ve zararlılarla mücadele çok önemli bir yer tutmaktadır (Dursun ve Çilingir 1991).



Tarımsal ürünlerde, zararlılara karşı korunma yapılarak verimin artırılması ve kalitenin iyileştirilmesi için kültürel tedbirler yanında, fiziksel, biyolojik, biyoteknik ve kimyasal mücadele yöntemleri uygulanır. Bu tarımsal mücadele yöntemleri arasında en etkili ve en yaygın olarak uygulananı, kimyasal mücadele yöntemleridir (Dursun ve Çilingir 1991).

Bitkisel üretimde beklenen kalite ve kantite gelişme sağlayabilmek amacıyla zararlılarla yapılacak mücadele sırasında alınacak önlemler ve başvurulacak yöntemler Şekil 1.1'de görülmektedir.



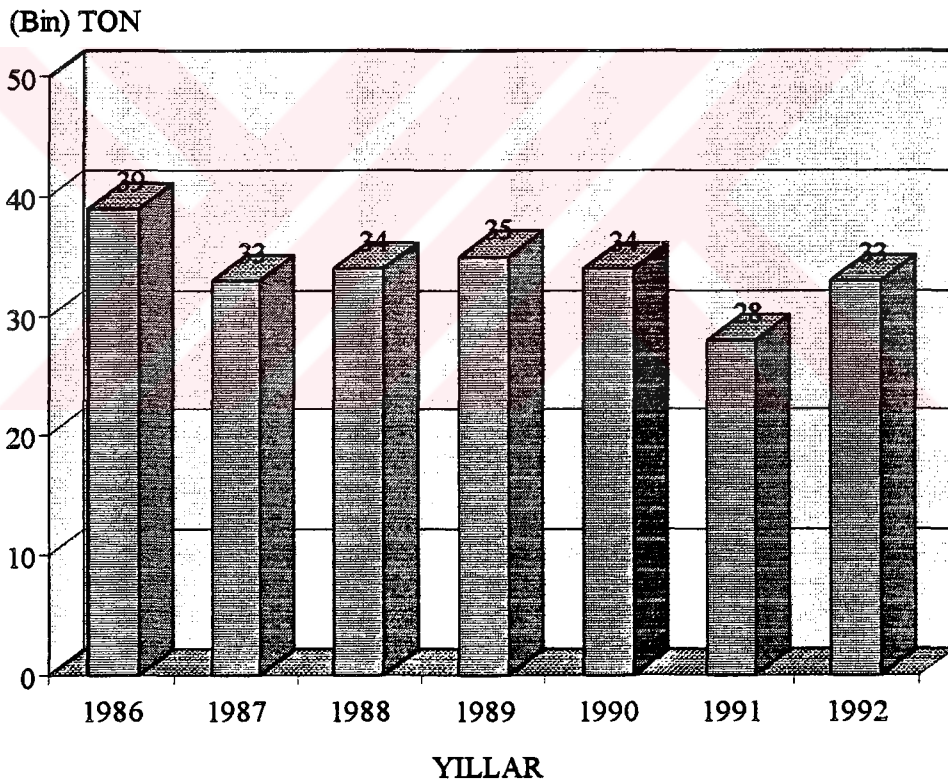
Şekil 1.1 Tarımsal mücadele yöntemlerin gruplandırılması (Yağcıoğlu 1993).

Bu yöntemler içerisinde en yaygın olarak kullanılan kimyasal mücadele yönteminde, zararlıları etkileyen kimyasal bileşikler kullanılmaktadır. Kimyasal ilaç veya

pestisit adı verilen bu maddeler hastalık ve zararlılara etki ederek onların ölmesini veya gelişmelerinin durmasını sağlamaktadır (Öncüer 1990).

Ülkemizde kullanılan tarımsal ilaçların %70'i yerli olarak üretilmekte, gerisi dış ülkelerden ithal edilmektedir (Öztürk 1990).

Son on yılın ortalamasına göre tarım ilaçları tüketimimizin %57.43'ünü insektisitler, %16.03'ünü herbisitler, %14.82'sini fungusitler, %7.37'sini yağlar, %3.36'sını ise akarisitler teşkil etmektedir. Fumigantlar ve molluscisidler ise az tüketilmektedir. Şekil 1.2'de ülkemizde yıllara göre tarım ilaçları tüketimi görülmektedir (Anonymous 1993a).



Şekil 1.2. Türkiye'de yıllara göre tarım ilaçları tüketimi (Anonymous 1993).

Tarım ilaçlarının beklenen faydayı gerçekleştirebilmesi için, bitkilerin uygun yüzeylerine etkili dozlarda dağıtılması yanında, bu işlemlerin en az çevre kirlenmesi ile en ekonomik şekilde uygulanması gerekmektedir. Kimyasal ilaçlarla yapılan tarımsal mücadelede, uygulamadan kaynaklanan kayıplar nedeniyle gereğinden fazla ilaç kullanılmakta, bu da önemli ekonomik kayıplar ile çevre kirliliğine neden olmak-

tadır. İşte tarımsal mücadele uygulamalarında çevre kirliliğinin azaltılması, uygulamanın ekonomik olması ve ilaçların biyolojik etkinliklerinin yüksek olması pülverizasyon karakteristiklerine bağlıdır (Yağcıoğlu 1993).

Sıvı haldeki tarımsal mücadele ilaçlarının belirli dozlarda ve bitkinin uygun yerlerine en iyi etkiyi yapabilecek şekilde dağıtılmasına pülverizasyon (püskürtme), bu işlemi gerçekleştirmek amacıyla yararlanılan makinalara pülverizatör (püskürtücü) adı verilmektedir (Dinler ve Karaaslan 1981).

Sıvı ilaçların pülverizasyonundan beklenen yararın sağlanabilmesi için;

- Uygun ilaç normunun seçilmesi,
- Uygun damla büyüklüğünün belirlenmesi,
- Bitkilerin üzerinde yeterli bir ilaç örtüsünün sağlanması,
- Damlaların bitki yaprakları arasına yeterli ölçüde ulaşması gereklidir (Doğuş ve Ark. 1984; Yağcıoğlu 1993).

## **1.2. Sıvı İlaçların Püskürtülmesinde Kullanılan Makinalar**

### **1.2.1. Makinaların sınıflandırılması**

Sıvı ilaçlar zararlıların bulunduğu hedefe damlacıklar halinde püskürtülür. Bu amaçla kullanılan makinalar pülverizatör genel adıyla tanımlanmaktadır. Değişik amaçlar için geliştirilmiş farklı yapı ve özelliklerde çeşitli pülverizatörler uygulama alanında kullanılmaktadır.

Pülverizatörler çeşitli kıstaslara göre grublandırılmaktadır. En yaygın olarak kullanılan kıstas, pülverizatörlerin damla oluşturma ve damlaların hedefe iletilmesinde uygulanan yöntemlere göre sınıflandırılmasıdır.

Pülverizatörleri bu kıstasa göre sınıflandırırsak:

- Mekanik pülverizatörler,
- Hava akımlı mekanik pülverizatörler,
- Hava akımlı (pnomatik) pülverizatörler,

- Santrifüj etkili (döner diskli) pülverizatörler,
- Hava akımlı santrifüj etkili pülverizatörler,
- Isı enerjisi ile çalışan pülverizatörler,
- Elektrostatik pülverizatörler.

Yukarıda sıralanan pülverizatörlerin kullanım alanları toplu olarak Çizelge 1.1’de, Türkiye genelinde yıllara göre tarımsal mücadele makinaları park durumu Çizelge 1.2’de verilmiştir.

Çizelge 1.1. Bazı Pülverizatör Tiplerinin Kullanım Alanları (Yağcıoğlu 1993).

Pülverizatör Tipi	Kullanım Alanı
Mekanik	Tarla, meyve bahçesi, sebze bahçesi, tarla.
Hava akımlı mekanik	Bağ, meyve bahçesi, tarla.
Hava akımlı	Bağ, meyve bah., sebze bah., tarla.
Santrifüj etkili	Tarla, sera, bağ, bahçe.
Hava akımlı santrifüj etkili	Bağ, sebze bahçesi, sera
Isı enerjili	Sera, kapalı hacimler, orman.

Çizelge 1.2. Türkiye Genelinde Yıllara Göre Tarımsal Mücadele Makinaları Park Durumu (Anonymous 1992).

Makina Çeşidi	YILLAR			
	1989	1990	1991	1992
Sırt pülverizatörü	399260	418736	428333	441019
Kuyruk milinden hareketli pülverizatör	107961	117583	129682	137630
Motorlu pülverizatör	56408	57381	56573	53866
Tozlayıcı	42257	44811	45426	44189
Atomizör	94419	95111	100487	102899
Tarımsal mücadele helikopteri	1	1	—	—
Tarımsal mücadele uçağı	63	63	63	64

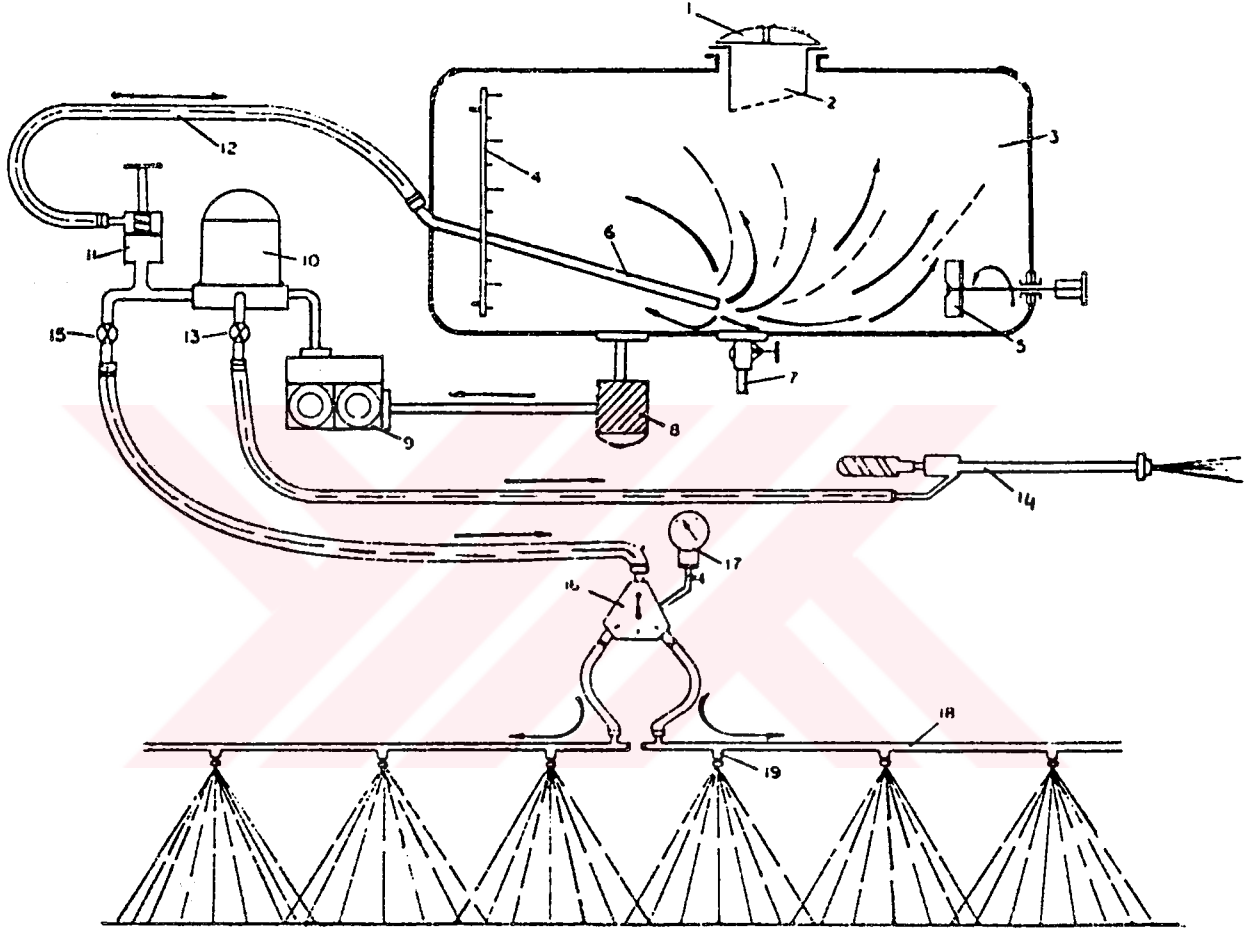
### 1.2.2. Mekanik tarla pülverizatörünün yapısı ve çalışma prensibi

Mekanik tarla pülverizatörleri, ilaçlanacak bitki topluluğu üzerine su veya diğer bir taşıyıcı sıvı ile karıştırılmış aktif maddeyi istenilen ilaç normunda ve homojen olarak damlalar şeklinde dağıtan, tarla ve aynı zamanda bağ-bahçe ekipmanları monte edilerek kullanılabilen mücadele makinalarıdır (Zeren 1974 ve Tezer 1975).

Mekanik tarla pülverizatörleri genellikle traktörle çekilen veya traktöre asılan tipte yapılmaktadır. Özel amaçlar için kendi yürür pülverizatörler yapılmakla birlikte pahalı olduklarından yaygınlaşmamışlardır.

Asılır tipte olan mekanik tarla pülverizatörleri, traktörün üç nokta askı düzenine bağlanır, ağırlık tamamen traktör tarafından taşınır. Bu pülverizatörlerin kullanılması ve özellikle tarlada çalıştırılması daha kolay, yapıları basit ve daha ucuzdur. Ancak depo kapasiteleri, traktörde hidrolik sistemin kaldırma kapasitesine bağlı olarak sınırlı bulunmaktadır (Anonymous 1986a).

Çekilir tipte olan mekanik tarla pülverizatörlerinde ise tek aksa bağlı tekerlek ile ağırlığın büyük bir kısmı taşınmaktadır. Ağırlığın geri kalan kısmı ise çeki demiri yardımıyla traktör tarafından taşınmaktadır (Anonymous 1986b). Bu tip pülverizatörlerde pompa pülverizatörün üzerine monte edilmiş, küçük güçlü içten yanmalı bir motorla veya traktörün kuyruk miliyle tahrik edilmektedir. Depo kapasiteleri 2000 lt'ye kadar yükseltilebilir. Depo kapasitesinin yüksek olması sayesinde, tarlada daha az zaman kaybı ile veya diğer bir ifadeyle daha yüksek iş verimi ile çalışabilmektedir. Şekil 1.3'de bir mekanik tarla pülverizatörünün yapısı şematik olarak verilmiştir.



Şekil 1.3. Mekanik tarla pülverizatörünün şematik yapısı (Tezer 1975).

Mekanik tarla pülverizatörlerinde bulunan başlıca parçalar, depo kapağı (1) ve kapak süzgeci (2), ile birlikte ilaç deposu (3), depo seviye göstergesi (4), depo karıştırıcısı (5; mekanik karıştırıcı ve 6; hidrolik karıştırıcı), boşaltma vanası (7), meme süzgeci (8), pompa (9), hava deposu (10), regülatör (11), geri dönüş borusu (12), ağaç ilaçlaması için çıkış vanası (13) ve ilaçlama tabancası (14), tarla ilaçlaması için çıkış vanası (15), düzenleme vanası (16), manometre (17), püskürtme boruları (18) ve memelerdir.

Depo içerisine konulan sıvı (ilaç+su), bir pompanın sağladığı basınç enerjisi ile, çıkış ağzı pürüzsüz olarak işlenmiş bir memeden geçerken, basınç enerjisi hız enerjisine dönüşür ve sıvı yüksek bir ilk hızla hava içine atılır. Meme çıkış ağzında hava direnci ile karşılaşan sıvı jeti parçalanarak damlalar şeklinde ayrılır. Sirkülasyon sistemi üzerine yerleştirilen hava deposu akışın sürekliliğini, regülatör seçilen işletme basıncını sabit tutmayı ve memelerin tıkanması halinde sistemin emniyetini sağlar. Depo içerisindeki sıvının konsantrasyonu mekanik, hidrolik veya pnomatik bir karıştırıcı ile sabit tutulmaktadır.

Buna göre bir mekanik tarla pülverizatörü, çalışma sırasında iki işlemi gerçekleştirilmektedir (Zeren 1974).

- Meme ağzında sıvının damla şeklinde parçalanması
- Bu damlaların kazandıkları kinetik enerji ile hedef yüzey üzerine ulaştırılması

Seçilen ilaçlama tekniğine uygun bir pülverizatör alt ve üst sınırları daha önceden belirlenen irilikteki damlalardan meydana gelen bir pülverizasyon sağlayabilmelidir. Damla popülasyonunu meydana getiren damla çaplarının alt ve üst sınırları da pülverizasyonun kullanılacağı amaca göre değişmektedir.

Bir pompa yardımıyla basınç altında tutulan sıvının, meme çıkış ağzında parçalanarak damlalara ayrılması ve bu damlaların hedef yüzey üzerine taşınması için kullanılan ilaçlı sıvının fiziksel özelliklerine göre değişen bir enerjiye ihtiyaç vardır. Hidrolik memelerde sıvıya kazandırılması gereken enerji ( $J$ ), sıvının parçalanması ve taşınması için gerekli enerjilerin toplamına eşit olmalıdır.

Sıvının parçalanması için gerekli enerji ile ( $J_p$ ) damlanın hedefe taşınması için gerekli enerji ( $J_t$ ) aşağıda verilen eşitlikler yardımıyla bulunur (Zeren 1974 ve Yağcıoğlu, 1993).

$$J_p = \zeta \Sigma A \quad \dots(1.1)$$

$$J_t = m \cdot v^2 / 2 \quad \dots(1.2)$$



Sıvıya kazandırılması gereken toplam enerji (J):

$$J=J_p+J_t$$

...(1.3)

olacağından, (1-1) ve (1-2) numaralı eşitlikler (1-3)'de yerine konup V yerine  $(2g.p)^{1/2}$  yazılırsa

$$J=\zeta\Sigma A+m.g.p \quad \dots(1.4)$$

eşitliği elde edilir. (1.4) numaralı eşitlikte J, damlaya kazandırılması gereken enerjiyi (kpm);  $\zeta$ , sıvının yüzey gerilimini (kp/m);  $\Sigma A$ , pülverizasyon sırasında meydana gelen damlaların toplam alanını ( $m^2$ ); m, damlaların toplam kütesini ( $kgs^2/m$ ); P memelerin çalışma basıncını (mss) belirtmektedir.

Hidrolik memelerde ihtiyaç duyulan enerjinin çok küçük bir kısmı sıvının parçalanmasına harcanır. Enerjinin esas büyük bölümü damlanın hedef yüzeye taşınması için gereken kinetik enerjiye dönüşür. Yağcıoğlu (1993)'e göre parçalanma için gerekli enerji tüm enerjinin %5'i kadardır.

### 1.3. Mekanik Pülverizatörlerde Kullanılan Meme Tiplerinin Özellikleri

#### 1.3.1. Memelerin sınıflandırılması

Günümüze kadar her biri pülverizasyonun amacına göre farklı özelliklerde damla ve hüzme oluşmasını sağlayacak bir çok meme tipi imal edilmiştir. Bu memeler bazı özellikleri dikkate alınarak sınıflandırılabilir. Damların oluşmasında etkili enerjiyi esas alarak yapılan sınıflandırma en yaygın olanıdır. Bu esasa göre pülverizatör memeleri:

- Basınç enerjisi ile çalışan (hidrolik memeler),
- Hava akımı ile çalışan (pnomatik memeler),
- Merkezkaç kuvvetin etkisiyle çalışan (santrifüj memeler),
- Isı enerjisiyle çalışan (termal memeler)
- Elektrostatik ve elektrodinamik enerji ile çalışan memeler olarak sınıflandırılabilir (Matthews 1992).



Uygulamada en çok basınç enerjisi ile çalışan (hidrolik) memeler kullanılmaktadır. Bu tip memeler mekanik ve pnomatik-mekanik pülverizatörlerde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Basınç enerjisi ile çalışan (hidrolik) memeler;

A - Konik hüzmeli memeler

- İçi boş koni şeklinde püskürtme yapan memeler
- İçi dolu koni şeklinde püskürtme yapan memeler

B - Yelpaze hüzmeli memeler

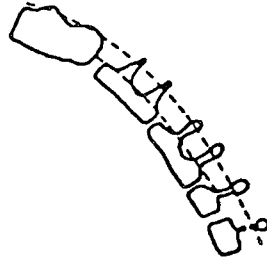
- Çarpma plakalı (aynalı) memeler
- Yarıklı tip memeler olarak 2 grup altında toplanabilir.

Araştırmaya konu olan memeler, basınç enerjisi ile çalışan konik ve yelpaze hüzmeli memeler olduğundan bu bölümde bu meme tiplerine değinilmiştir.

### 1.3.2. Basınç enerjisi ile çalışan (Hidrolik) memelerde damlanın oluşumu

Basınç enerjisi ile çalışan memeler genellikle “hidrolik memeler” şeklinde isimlendirilmektedir (Yağcıoğlu 1993).

Hidrolik memelerde basınç yardımıyla, yeterli kinetik enerji kazandırılan sıvı, meme plakası deliği olarak isimlendirilen, küçük bir delikten geçmeye zorlanır. Delikten dış ortama çıkan sıvı, başlangıçta ince bir sıvı tabakasından oluşan hüzmeye şeklidir. İnce sıvı filminin memeye yakın kısımları, oldukça düzgün bir dış yüzeye sahiptir. Memeden uzaklaştıkça, hava direncinin etkisiyle, film yüzeyinden dışa doğru sıvı iplikçileri uzamaya başlar ve filmin kalınlığı azalır. Söz konusu mesafe arttıkça iplikçikler uzamaya devam eder ve sonunda koparak damlalar halinde saçılır. Bu oluşum şematik olarak Şekil 1.4’de görülmektedir.

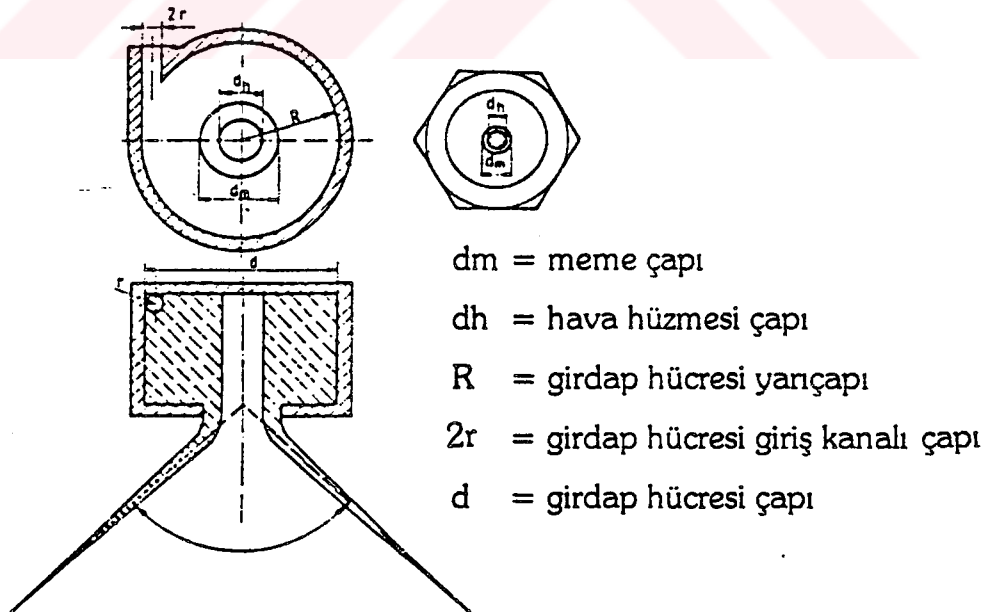


Şekil 1.4. Hidrolik memelerde sıvı hüzmesinden damlanın oluşumu (Yağcıoğlu 1993).

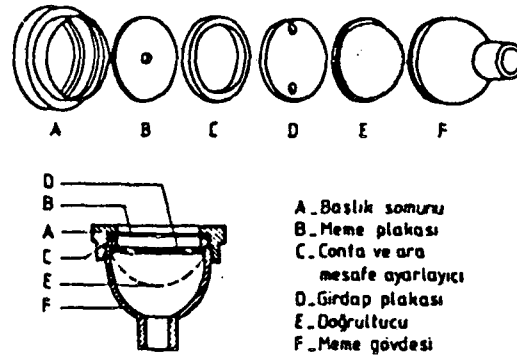
### 1.3.3. Hidrolik memelerin yapısal özellikleri

#### 1.3.3.1. Konik hüzmeli memelerin yapısal özellikleri

Basınç enerjisiyle çalışan konik hüzmeli memelerde, meme gövdesine basınçlı olarak gelen sıvıya delikten çıkmadan önce bir girdap hareketi kazandırılır. Sıvıya bu hareketin yaptırılabilmesi için basınçlı sıvı hüzmesi, girdap hücreğine teğetsel olarak gönderilerek, delik eksenine göre açısız bir hız kazanması sağlanmaktadır. Şekil 1.5'de konik hüzmeli pülverizatör memesinin çalışma prensibi, Şekil 1.6'da ise klasik bir içi boş konik hüzmeli memesini oluşturan ana parçalar görülmektedir.



Şekil 1.5. Konik hüzmeli pülverizatör memesinin çalışma prensibi (Mutaf 1973).



Şekil 1.6. Klasik içi boş konik hüzmeme parçaları (Yağcıoğlu 1993).

Şekil 1.5'de görüleceği üzere, R yançapındaki girdap hücreğine r yançapındaki bir kanaldan teğetsel olarak giren basınçlı sıvı, hücrenin silindirik yapısına bağlı olarak dönmeye başlar. Bu dönme hareketinin sonucunda, hücrenin içinde belirli noktaların statik basıncı, atmosfer basıncının altına iner. Meydana gelen vakumun etkisiyle meme deliğinden içeri hava girer. Bunun sonucunda sıvı, meme deliğinden dışarı içi boş bir koni şeklinde çıkar. Oluşan bu hüzmeme sıvı film kalınlığı, meme çapı (dm) ile hava hüzmeme çapı (dh) arasındaki fark kadardır.

İçi boş konik hüzmeme memeler yaprakları bol bitkilerin ilaçlaması için uygundur. Bunun nedeni ise damlaların hedef üzerine bir kaç doğrultudan gelebilmesidir.

İçi dolu konik hüzmeme memelerde yapım ve çalışma özellikleri bakımından içi boş konik hüzmeme memelere benzerler. Aralarındaki en önemli fark, içi dolu konik hüzmeme memelerde, içi boş konik hüzmeme memelerde sıvının girdap hücreğine teğetsel olarak girmesini sağlamak amacıyla kullanılan girdap plakası veya deflektör gibi bir parçanın bulunmamasıdır. İçi dolu konik hüzmeme şeklinde püskürtme yapan memeler genellikle kış ilaçlamalarında, genç fidanların ve ağaçların ilaçlanmasında ve herbisit uygulamalarında kullanım alanı bulmaktadır.

Konik hüzmeme memelerde meme plakasının ortasında çapı 0.5...2.5 mm arasında değişen bir delik bulunur. Uygulamada en çok kullanılan meme deliği çapları ise 1...1.8 mm arasında değişmektedir (Zeren 1974).

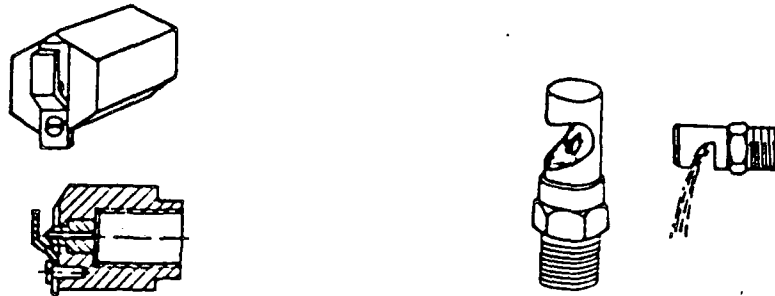
### 1.3.3.2. Yalpaze hüzmeli memelerin yapısal özellikleri

Bu tip memelerde basınçlı sıvı, konik hüzmeli memelerin aksine, herhangi bir dönme hareketi kazandırılmadan meme deliğinden dışarı büyük bir hızla çıkar. Sıvı hüzmelerinin yalpaze formunu kazanması için iki değişik yapım şekli uygulanmaktadır.

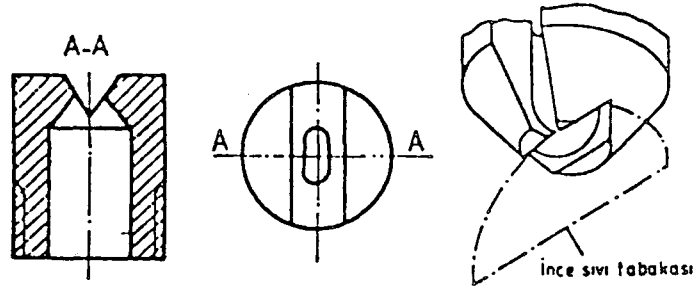
Bunlardan birincisinde meme deliğinden çıkan sıvı hüzmesi birkaç mm mesafedeki bir engele çarpıtılmaktadır. Bu yöntemin uygulandığı memelere aynalı tip (saptırmalı tip, çarpma tip) memeler adı verilmektedir.

Aynalı tip memelerde ayna yüzeyi ile meme deliği ekseninin kesişme açısı (çarpma açısı) dik veya geniş açı olabilir. Elde edilen yalpaze hüzmelerinin genişliği bu açının değerine bağlıdır (Yağcıoğlu 1993).

İkinci yöntemde ise sıvı birbirine paralel iki çıkıntı veya girinti yüzeyinin ortasındaki delikten püskürtülür. Bu yöntemin uygulandığı memelere yarıklı tip memeler adı verilmektedir. Yarıklı tip yalpaze hüzmeli memelerde sıvı bir yanğın veya paralel iki çıkıntının arasına açılmış genellikle elips şekilli bir delikten püskürtülür. Sıvı deliğin iki tarafındaki paralel yüzeyler arasından geçerken yalpaze şeklini almaktadır. Uygulamada en çok rastlanılan aynalı tip memelere ait örnekler Şekil 1.7'de, yarıklı tip yalpaze hüzmeli memenin şematik resmi ise Şekil 1.8'de verilmiştir.



Şekil 1.7. İki farklı aynalı tip yalpaze hüzmeli meme (Matthews 1992).



Şekil 1.8. Yanıklı tip yelpaze hüzmeli meme (Matthews 1992).

#### 1.3.4. Hidrolik memelerin işletme özellikleri

Konik ve yelpaze tipi hüzmeye oluşturan memeler, hidrolik memeler içerisinde en yaygın kullanım alanına sahip olan memelerdir. Bir pülverizasyondan beklenen yararın sağlanabilmesi için o iş için uygun meme tipinin seçilmiş olması gereklidir. Bu seçimin yapılabilmesi için söz konusu memelerin çalışma özelliklerinin önemli bazı parametrelere göre nasıl değişim gösterdiği iyi bilinmelidir. Günümüze kadar, hidrolik memelerle ilgili olarak yapılan araştırmalardan elde edilen genel karakteristik sonuçlar aşağıda sıralanmıştır. Ayrıca, meme seçimi sırasında yol göstermek üzere, ele alınan bazı önemli kriterlere göre memelerin iyilik dereceleri Çizelge 1.3'de özetlenmiştir.

Yağcıoğlu (1993)'e göre hidrolik memelerin önemli özellikleri;

- Meme verdisi, püskürtme basıncının kareköküyle doğru orantılıdır,
- Damlaların ortalama çapı, basıncın kareköküyle ters, meme deliği çapıyla doğru orantılıdır,
- Girdap hücrendeki sıvının girdap hareketi sırasındaki hızı arttıkça, damlaların büyüklükleri arasındaki sapma azalır.
- Meme deliği çapı küçüldükçe, damla büyüklükleri arasındaki sapma azalır.
- Püskürtme hüzmelerinin tepe açısı, meme deliği çapıyla doğru orantılı olarak değişir.

Çizelge 1.3. Konik ve Yelpaze Hüzmele Memelerin İşlilik Dereceleri (Zeren ve Bayat 1986).

Özellik	Meme Tipi			
	Konik Tip	Yelpaze Hüzmele Tip		
		Aynalı	Yankılı	
			80°	110°
Homojenlik katsayısı (r)	2-4	5-10	2-7	2-7
Çıplak alanda hacimsel dağılım düzgünlüğü	---	++	++	+++
Bitki aralarına girebilme	+++	+	++	++
Rüzgarla sürüklenme	---	+++	++	++
Püskürtme yüksekliği değişiminden etkilene	---	+++	+	+++
Tıkanmaya duyarlılık	++	+++	+	---
Son herbisit uygulamasında başarı	+	---	+++	+++
Ön herbisit uygulamasında başarı	---	++	+++	+++
Fungisit ve intektisit'e uygunluk	+++	---	++	++
Anıza ekim için yabancı ot mücadelesine uygunluk	---	++	+++	+++
(---) Kötü, (+) Orta, (++) İyi, (+++) Çok iyi				

#### 1.4. Pülverizasyon Karakteristikleri

Pülverizasyon karakteristikleri, pülverizatör memelerinin çeşitli kullanma koşullarına uygunluklarını belirlemede yararlanılan tanıtıcı özelliklerdir (Snahatha 1985).

Pülverizatörlerin kullanım yerine göre bazı pülverizasyon özellikleri göstermeleri beklenir. Bu nedenle pülverizatörlerle yapılan tarımsal mücadelede, en önemli noktalardan biri pülverizasyonun istenilen değerler içerisinde gerçekleşip gerçekleşmediğinin belirlenmesidir. Kısacası tarımsal mücadelede göz önünde bulundurulacak biyolojik yararlılık, ekonomiklik ve çevre kirlenmesinin en düşük düzeyde tutulması gibi esasları yerine getirebilmek için kullanılan makinanın pülverizasyon karakteristiklerini ve bu karakteristiklere etkili olan faktörleri çok iyi belirlemek gerekir.

Günümüz teknolojisindeki hızlı gelişmelere paralel olarak tarımsal mücadele konusunda önemli aşamalar gerçekleştirilmiş ve çeşitli yöntemlerle pülverizasyon karakteristikleri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Ancak farklı yapısal özelliklerdeki ilaçlama makinalarıyla, farklı uygulama ve çalışma şartlarında, pülverizasyon karakteristiklerinin değişimi de farklı olmaktadır. Bu nedenle ilaçlama makinasının işlevsel organlarından hangilerinin pülverizasyona ne şekilde etki ettiğinin belirlenmesi yanında farklı uygulama ve çalışma şartlarında pülverizasyon karakteristiklerine etkileri hassas bir şekilde belirlenmelidir. Ancak bu şekilde pülverizasyonun ve bunu gerçekleştiren ilaçlama makinasının kullanım amacına uygun olup olmadığına karar verilebilir (Dursun ve Çilingir 1991).

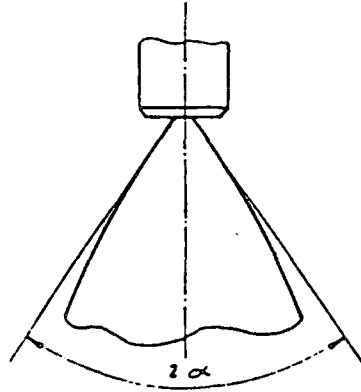
Pülverizatör memelerinin kullanım yerine göre bazı pülverizasyon karakteristikleri göstermeleri beklenir. Pülverizasyonda oluşan damlaların ortalama çapları, birim alandaki damla sayıları (damla sıklığı), birim alana atılan ilaç miktarları (ilaç normu ve yüzey kaplanma değeri), meme verdisi ve memeden çıkan ilacın hüzmeye açısı gibi özellikler, pülverizasyonun en önemli tanıtıcı özellikleridir (Çilingir 1983).

#### **1.4.1. Hüzmeye açısı**

Sıvı hüzmeye açısının memeye temas ettiği noktalardan çizilen teğetler arasındaki açıya hüzmeye açısı denmekte ve ( $2\alpha$ ) ile gösterilmektedir (Dursun ve Çilingir 1991).

Konik hüzmeli memelerde hüzmeye açısı sıvının teğetsel ve aksel hız bileşenlerinin değerine bağlı olarak değişim göstermektedir. Pülverizasyon basıncı bu açıyı belirli bir sınır değere kadar etkilemekte, hüzmeye açısı hüzmeye normal şeklini aldıktan sonra basınca bağlı kalmamaktadır (Tunalıgil 1974). Şekil 1.9'da hidrolik memelerde hüzmeye açısının oluşumu görülmektedir.





Şekil 1.9. Hüzme açısı (Dursun ve Çilingir 1991).

Sabit basınç şartında, meme plakası delik çapı arttıkça, hüzme açısı artmakta, fakat damla tekdüzeliği bozulmaktadır. Bu nedenle meme plakası delik çapı belirli değerlerden fazla arttırılmamalıdır. Pülverizasyon açısının artmasıyla hacimsel dağılım profili değişeceğinden, ilaçlama genişliği boyunca en iyi dağılımı verecek meme aralığının da değişmesi doğaldır. Bu nedenle tarla pülverizatörlerinde farklı çapta meme plakaları kullanıldığından, memeler buma aralıkları ayarlanabilir şekilde bağlantılı olmalıdır (Zeren 1978).

Meme aralığı ve püskürtme yüksekliğini belirleyen pülverizasyon açısı, memenin yapısal özelliklerine ve azda olsa kullanılan sıvının viskozitesine bağlı kalmaktadır (Dursun ve Çilingir 1991).

#### 1.4.2. Damla çapları

Pülverizasyon bir anlamda, ilacın damlalar halinde parçalanarak iyi bir şekilde dağıtılması olayıdır. Bu nedenle damla çapları, pülverizasyonu karakterize eden en önemli tanıtıcı özelliktir (Shahatha 1985).

Damla çapları pülverizatördeki meme tiplerine ve sirkülasyon sistemindeki basınca bağlı olarak değişim göstermektedir. Damla ölçüsü, ortalama çap terimiyle ifade edilmektedir. Ortalama damla çapı; bir pülverizasyonda oluşan farklı çaptaki damlaların yerine geçebilecek damla büyüklüğü olarak ifade edilmektedir (Dursun ve Çilingir 1991).



Kullanılan ilacın tarımsal mücadele açısından etkili olabilmesi için, hedef yüzeylerin yeterli sayıdaki en uygun çaplı damlalarla iyi bir şekilde kaplanması gereklidir. Bazı zararlı çeşitleri için tavsiye edilen uygun damla büyüklükleri Çizelge 1.4'de verilmiştir.

Çizelge 1.4. Bazı Zararlılarla Mücadele İçin En Uygun Damla Büyüklüğü Değerleri (Yağcıoğlu 1993).

Zararlı	Damla Çapları ( $\mu\text{m}$ )
Uçucu böcekler	10-50
Yaprak ve gövde üzerinde yürüyen böcekler	30-50
Mantarlara karşı bitki yüzeyi ilaçlaması	40-100
Yabancı bitkilere karşı toprak yüzeyi ilaçlaması	350-500

Pülverizasyonda oluşan damlaların çaplarını belirlemek amacıyla gerekmeden çıktıktan sonra uçuş yörüngesinde doğrudan çap ölçümüne imkan veren, gerekse kondukları hedef yüzeylerdeki çapların ölçülmesini sağlayan çeşitli çap ölçme yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemler pahalı ve gelişmiş düzenler gerektirdiği için ülkemizde fazla yaygınlaşmamıştır.

Pülverizasyondan sonra hedef yüzeylerdeki damlalardan örnek alınarak, bu damlacıklar genellikle mikroskopla ölçülmektedir. Bu yöntemler iz-leke yöntemi ve yağ banyolu yöntemler olarak iki grupta toplanabilir (Shahatha 1985).

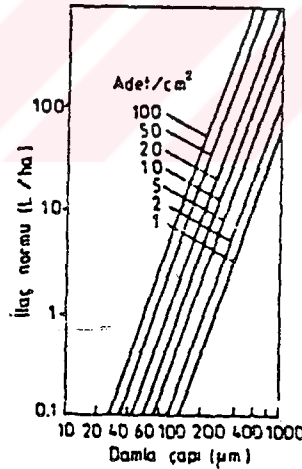
İz-leke yönteminde, pülverize edilen damlaların, üzerinde iz ve lekeler meydana getirdiği özel örnekleme yüzeyleri kullanılmaktadır. MgO kaplı mikroskop lamaları, suya duyarlı kartlar ve yüzeyi parlak kromkot kartonları uygulamada en fazla örnekleme yüzeyi olarak kullanılan malzemelerdir.

Yağ banyolu yöntemde ise içine damlaların tam batmış durumda yüzmesini sağlayacak özel yağlar konulmuş örnekleme kapları (petri kutuları vb.) kullanılmaktadır.

### 1.4.3. Damla sıklığı

Zararlılarla mücadele sırasında uygun bir damla büyüklüğünün elde edilmesi tek başına yeterli olmamaktadır. Damla büyüklüğünün yanında yeterli bir biyolojik etkinliğin sağlanabilmesi için damla sıklığının da büyük önemi vardır. Hedef yüzeylerdeki damla sıklığı arttıkça biyolojik etkinlikte artmaktadır. İlaç normu sabit kalacak şekilde, damla çapları büyütüldüğü, dolayısıyla damla sıklığı azaltıldığında, biyolojik etkinlik önemli ölçüde azalma göstermektedir. Memenin yapısal özelliğine bağlı olarak meydana gelen damlaların çapına ve uçuş yörüngesindeki hızına bağlı olarak hedef yüzeyler üzerinde toplanan damla sayıları değişmektedir.

Damla sıklığı, birim alana düşen damla sayısı olarak ifade edilmekte ve damlaların çapına göre değişmektedir. Buna bağlı olarak ilaç normunda da değişimler olmaktadır (Dursun ve Çilingir 1991). Damla sıklığı, damla çapı ve ilaç normu arasındaki ilişki Şekil 1.10'da verilmiştir.



Şekil 1.10. Damla sıklığı, damla çapı ve ilaç normu arasındaki ilişki (Matthews 1992).

Şekil 1.10'a göre aynı damla çapı için  $\text{cm}^2$ 'deki damla sayısı arttıkça ilaç normunda da belirli bir artış olmaktadır. Bu nedenle, ilaçlama yapılacak hedefin cinsine göre damla sıklığı ve damla çapı değerleri belirlenmeli, ilaç normları da bu değerlere bağlı olarak saptanmalıdır.

Damla sıklığı genellikle leke yönteminden yararlanılarak belirlenmektedir. Kromekot kart kullanılarak, boyalı su püskürtülmekte ve kart üzerinde birim alana düşen damla lekeleri sayılmaktadır. Bir başka yöntem de ise suya duyarlı kartlara püskürtme yapılarak, su damlalarının kart üzerinde bıraktığı lekelerin sayılmasıdır (Snahatha 1985).

#### 1.4.4. İlaç normu

Pülverizasyonda, birim alana atılan ilaç miktarı, ilaç normu olarak ifade edilmektedir. Bir dekar ya da bir hektar alana pülverize edilen ilaç hacmi, pülverizasyon tekniği açısından en önemli karakteristiklerden biridir (Dursun ve Çilingir 1991; Snahatha 1985).

Kullanılan sıvı hacmi miktarı esas alınarak pülverizasyon sınıfları;

- Yüksek Hacimli (HV)
- Orta Hacimli (MV)
- Az Hacimli (LV)
- Çok Az Hacimli (VLV)
- Çok Düşük Hacimli (ULV) olarak sınıflandırılabilirler. Pülverizasyon sırasında kullanılan sıvı hacimlerinin değeri, ilaçlanacak hedefin büyüklüğüne bağlı olarak değişmektedir. Bitki türlerine bağlı olarak her pülverizasyon sınıfında uygulanan sıvı hacimleri Çizelge 1.5'de verilmiştir.

Çizelge 1.5. Çeşitli Bitkilerde Farklı Pülverizasyon Sınıfları İçin Uygulanan Sıvı Hacimleri (Yağcıoğlu 1993).

Pülverizasyon Sınıfı	İnsektisit, Akarisit, Fungusit		Herbisit
	Tarla Bitkileri lt/ha	Ağaç ve Çalı lt/ha	Yabancı Bitkiler lt/ha
Yüksek Hacimli (HV)	>600	>1000	>700
Orta Hacimli (MV)	200-600	500-1000	200-700
Az Hacimli (LV)	50-200	200-500	50-200
Çok Az Hacimli (VLV)	5-50	50-200	10-50
Çok Düşük Hacimli (ULV)	<5	<50	1-10

Bahçe ilaçlamasında, tarla ilaçlamasına göre ilaç normları daha yüksek olmakta ve en ekonomik zararlı kontrolü ise ULV ilaçlamasında sağlanabilmektedir.

İlaç normu teorik olarak aşağıdaki eşitlikten hesaplanabilir (Doğuş ve Ark. 1984).

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

N = İlaç normu (lt/ha)

Q = Pülverizatör toplam verdisi (lt/min)

V = İlerleme hızı (km/h)

B = Pülverizatör iş genişliği (m)'dir.

Bu eşitlikteki toplam verdi, ilerleme hızı ve pülverizatör iş genişliği ölçülerek, bir hektar alana atılan ilaç miktarı bulunur. Gerçekte atılan ilacın tamamı en iyi biyolojik etkiyi meydana getirecek şekilde hedef yüzeye ulaşan miktar değildir. Rüzgarla sürüklenerek ya da toprağa dökülerek ortaya çıkan ilaç kayıplarının yüzdesi oldukça yüksek değerlerdedir. Son yıllarda sadece hedef yüzeye yerleştirilen ilaç miktarları üzerinde daha fazla durulmaya başlanmış ve yüzey kaplanma değeri ya da örtme yüzdesi gibi ifadeler kullanılmaya başlanmıştır.

İlaçlama sırasında püskürtülen ilaç hem bitki yüzeyine, hem de derinlemesine dağılmaktadır. Yüzeysel dağılım yüzey kaplanma değeri, derinlemesine dağılım ise penetrasyon olarak ifade edilmektedir. Pülverizasyonun kalitesi açısından yüzey kaplanma değeri ve penetrasyonun bilinmesi gereklidir. Aksi halde, etkili maddenin yeknesak dağılımının, hem iş genişliği boyunca, hem de hareket sırasında ilerleme doğrultusunda sağlanması mümkün değildir.

#### 1.4.5. Meme verdisi

Meme verdisi, pülverizatör belirli bir basınçta çalışırken, birim zamanda memelerden püskürtülen sıvı miktarı olarak ifade edilmektedir (Tunalıgil 1974).

Meme verdisi; meme tipi, meme ölçüleri, çalışma basıncı ve kullanılan sıvının fiziksel özellikleri gibi parametrelere bağlı olarak değişim göstermektedir. Genel ola-

rak meme verdisi, sıvı basıncının karekökü ile doğru orantılı olarak değişmektedir (Anonymous 1985).

Pülverizatör bum sistemine bağlanan her meme sabit çalışma basıncı şartlarında %5'lik bir hata payı ile aynı veriyi sağlamalıdır (Anonymous 1985).

## **1.5. Mekanik Pülverizasyonun Boyutsal Analizi**

### **1.5.1. Genel**

Mekanik pülverizatör memeleriyle gerçekleştirilen sıvı ilacın pülverizasyonu sırasında hiç bir şekilde homojen büyüklükte damlalar elde edilemez. Pülverizasyon içerisinde 50 $\mu$ 'dan küçük damlalarla 1000 $\mu$ 'dan daha büyük damlalar bir arada bulunmaktadır (Zeren 1974). Küçük çaplı damlaların fazlalığı rüzgarla sürüklenmeye, büyük çaplı damlaların fazlalığı ise damlaların yaprak yüzeyinden kayarak toprak yüzeyine düşmelerine sebep olmaktadır.

Tarımsal mücadele tekniğinde, yapılacak uygulamanın cinsine göre homojen yapılı bir pülverizasyon istenir. Özellikle insektisit ve fungusit pülverizasyonlarda damlaların küçük çaplı ve yoğun bir damla şebekesi şeklinde uygulanması gereklidir. Son zamanlarda tarımsal mücadele uygulamalarında, aktif maddeyi taşıyıcı olarak kullanılan su miktarı azaltılmış ve ilaç normu düşürülmüştür. Tarımsal mücadelede çok düşük ilaç normu ile yapılan ve ULV olarak tanımlanan bu teknikte ilaçlama etkinliği artmakta, uygulama maliyeti düşmekte ve en ekonomik kontrol sağlanabilmektedir.

Yapılan araştırmalar, ilaç damlası büyüklüklerinin pülverizasyon etkinliği üzerindeki etkileri dikkate alındığında, küçük damlaların daha yararlı olacağını göstermektedir. Çünkü küçük damlalarla ilaçlanacak hedef üzerinde daha yeknesak bir örtme sağlanabilmekte, dolayısıyla hedef yüzeyin büyük bir bölümü ilaçla kaplanabilmektedir. Büyük çaplı damlalar ise ataletleri fazla olduğundan, yörüngeleri üzerindeki ilk yaprağa çarparak parçalanırlar veya sıvının fiziksel özelliğine ve yaprak yüzeyinin tabiatına göre yüzeyden kayarak düşerler.

Damla çapları küçültülerek yapılan uygulamalarda, belli bir hacimdeki sıvıyı daha küçük damlalara ayırmakla damla sayısı, daha önemlisi, bu damlaların örtükleri toplam hedef yüzeyi arttırılmaktadır. Damla çapının küçülmesine bağlı olarak, ilaçlanan yüzeyde elde edilen damla çapı ve damla sayısı arasındaki sayısal ilişki Çizelge 1.6'de verilmiştir.

Çizelge 1.6. 1 lt/ha İlaç Normunda Elde Edilecek Teorik İlaç Dağılım Yoğunluğu (Yağcıoğlu 1993).

Damla Çapı ( $\mu\text{m}$ )	Damla Sayısı / $\text{cm}^2$
10	19099
20	2387
50	153
100	19
200	2.4
400	0.298
1000	0.019

Çizelge 1.6'nın incelenmesinden anlaşılacağı üzere, 1 lt ha ilaç normunda  $100\mu\text{m}$  damla çapında  $\text{cm}^2$ 'de 19 adet damla elde edilirken, damla çapının 10 kat küçültülmesi durumunda bu değer  $\text{cm}^2$ 'de 19019 sayısına ulaşmaktadır (Yağcıoğlu 1993).

Çizelge 1.6'da görülen damla sayıları aşağıda verilen eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$n = \frac{60}{\pi} \left( \frac{100}{D_d} \right)^3 \cdot N, \text{ bu eşitlikte } n, \text{ cm}^2\text{'ye düşecek damla sayısını; } N, \text{ ilaç}$$

normunu (lt/ha);  $D_d$ , damla çapını ( $\mu\text{m}$ ) ifade etmektedir.

### 1.5.2. Pülverizasyonu meydana getiren damla popülasyonlarının karakteristikleri

Pülverizasyonu meydana getiren damlaların boyutsal analizi yapılırken karşılaşılan en büyük problem, bir kaç mikron çapındaki damlalarla,  $100 \mu$  çapın-

daki damlaların bir arada yapılan analizlerinin zorluğudur. Bu nedenle elde edilen damlaların tanımlanması için çeşitli ortalama çap kavramları geliştirilmiştir.

ABD ve İngiltere'de yaygın olarak kullanılan ve giderek diğer ülkelerde kullanımı yaygınlaşan çaplar  $d_v$ ,  $d_n$  ve  $d_s$  çaplarıdır (Zeren 1992).

$d_v$  = Volume Median Diameter = Hacimsel Ortalama Çap

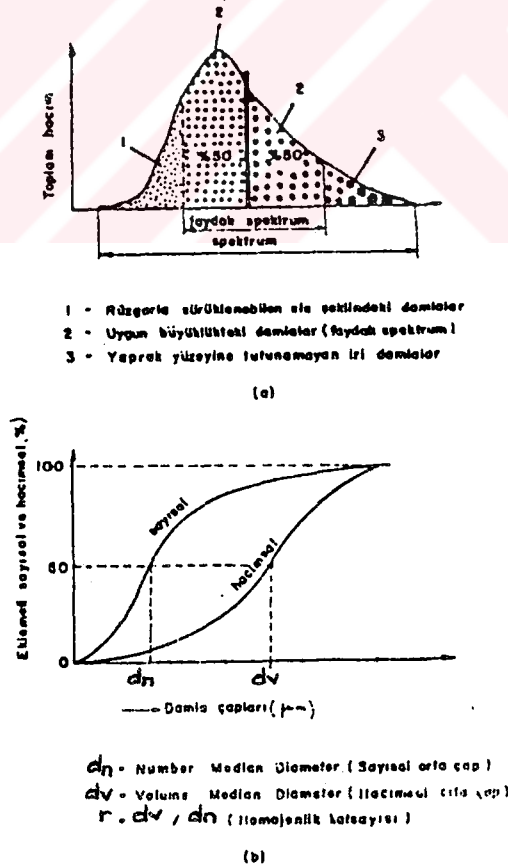
$d_n$  = Number Median Diameter = Sayısal Ortalama Çap

$d_s$  = Superficial Median Diameter = Yüzeysel Ortalama Çap

$r$  = Coefficient of Homogeneity = Homojenlik Katsayısıdır.

$r = \frac{d_v}{d_n}$  formülüyle tanımlanmaktadır (Zeren 1992).

Şekil 1.11'de damla spektrumu ile  $d_v$  ve  $d_n$  çaplarının grafiksel açıklamaları görülmektedir.



Şekil 1.11. Damla spektrumu ve çaplar (Zeren 1992).



$d_v$  ve  $d_n$  karakteristik çapları hesapla veyahut pülverizasyonu meydana getiren damla populasyonuna ait dağılım grafikleri çizildikten sonra, grafik üzerinden bulunmaktadır.

Basınç enerjisiyle çalışan konik ve yelpaze hüzmeli memelerle donatılmış mekanik bir tarla pülverizatöründe;

– Basınç arttıkça verdi artmasına rağmen  $d_v$  çapı kısmen küçülmektedir.

–  $d_v$  karakteristik çapı pülverizasyon içindeki büyük çaplı damlalardan önemli oranda etkilenen bir çaptır.

–  $r$  (homojenlik katsayısı) değer olarak 1'e ne denli yakınsa diğer bir ifadeyle  $r < 1,4$  değerleri için pülverizasyon homojenliği o denli iyidir. Yani pülverizasyonu oluşturan damla çapları o denli birbirine yakındır.

### 1.6. Hacimsel Dağılım Şekilleri ve Hacimsel Dağılımın Belirlenmesi

Yapısal özellikleri ve pülverizasyon karakteristikleri daha önce belirlenmiş olan her meme tipi, laboratuvar şartlarında farklı dağılım gösterirler. Laboratuvarda belirlenen tek memenin dağılımı üzerine meme yüksekliği, çalışma basıncı ve meme tipi etkilidir. Arazi şartlarında ise memeler bir püskürtme çubuğuna bağlandığından yukarıda saydığımız faktörlerden başka dağılım üzerine; meme aralığı, ilerleme hızı, atmosferik şartlar, püskürtme çubuğundaki titreşimler etkili olmaktadır (Zeren 1974).

Yapılan araştırmalar sonucunda laboratuvar şartlarında tek memede elde edilen yeknesaklık katsayıları değerleri ile arazi şartlarında elde edilen değerler birbirine yakın bulunduğundan, laboratuvar şartlarında tek memede ölçme yapmak yeterli olmaktadır (Zeren 1974).

Aktif maddenin ilaçlanan alan üzerindeki dağılımı laboratuvar ve arazi şartlarında farklı yöntemlerle saptanmaktadır. Laboratuvarda sabit durumdaki bir memenin dağılımının ölçülmesinde patematör denilen düzenler kullanılır. Hareket halindeki memelerin meydana getirdiği dağılım ise kolorimetrik veya flourimetrik teknikler ile ölçülmektedir.



Paternatör yan yana sızdırmaz bir şekilde dizilmiş olukların meydana getirdiği bir yüzeydir. Belli bir basınç ve yükseklik şartında oluklar içinden akarak ölçüm kaplarında toplanan sıvı miktarları ml olarak ordinata, olukların meme ekseninden sağa ve sola olan uzaklıkları cm olarak apsise yerleştirilirse elde edilen grafiğe memenin hacimsel dağılım grafiği denir.

Hidrolik memelerde, bir meme yüksekliğinde en iyi dağılımı verecek meme aralığının belirlenmesinde analitik metod kullanılmaktadır. Bu metodun uygulanması için de paternatörden yararlanılır. Ölçüm kaplarında toplanan max ve min sıvı hacimleri dikkate alınarak, memenin ıslatma alanı belirlenmekte ve ıslatma alanı yarıçapının katları şeklinde uygun meme aralığı hesaplanabilmektedir (Tunalıgil 1974).

Çeşitli tip mekanik pülverizatör memelerinin paternatör yardımıyla saptanan dağılım grafiği şekilleri genel olarak üçgen ve yamuk şeklindedir (Tunalıgil 1974). Basınç ve yükseklik değişimine bağlı olarak aynı bir memede, her iki dağılım şeklide görülebilmektedir.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Pülverizasyon tekniklerinin genel esasları, çeşitli meme tipleri, yeknesaklık, damla dağılımı ve homojenite gibi konular çeşitli araştırmacılar tarafından ilk kez 1930 yılında incelemeye başlanmıştır (Zeren 1974).

Liljedahl ve Strait (1959), "Spray Deposite Measured Rapidly" adlı çalışmaları, pülverizatörlerin hem tarla, hem de laboratuvar şartlarında dağılım paternlerinin ölçülebilmesi için çeşitli metodlar vermişlerdir. Pülverizatörlerin pülverizasyon karakteristiklerini belirlemek için çeşitli teknikleri kullanmışlardır. Bu tekniklerle, kolorimetrik olarak renkli sıvı ölçmeleri, biriken ilaçların ağırlığının doğrudan ölçümleri ve özel kartlar üzerine düşürülen damlacıkların gözle sayımları yapılabilmektedir. Çalışmada bunlar ayrı ayrı incelenmekte ve geniş bir şekilde açıklanmaktadır.

Hebblethwaite ve Richardson (1961), "Procedures for Sprayer Testing" adlı makalelerinde pülverizatörlerin gerek tarla, gerekse laboratuvar şartları altındaki deneme metodlarını açıklamışlardır. Her iki şart altında uygulanan denemelerde yapılması gereken ölçmeleri ayrı ayrı belirtmişlerdir.

Hedden (1961), yaptığı çalışmasında pülverizasyon karakteristiklerinin saptanması amacıyla örnek alma şekilleri üzerinde durmuş, delik çapı (2.0 mm), işletme basıncı ( $4.2 \text{ kg/cm}^2$ ) ve bu koşullardaki verdisi (1.48 lt/min) olan memeyle pülverizasyonu (20  $\mu\text{m}$ ) aralıklarla sınıflandırmış; ortalama çaplarla, bunların pülverizasyon içerisindeki sayısal ve hacimsel dağılımlarını vermiştir.

Gabrilides (1964), "Distribution Patterns in Low Pressure Hydraulic Sprays" adlı çalışmasında düşük basınçlı pülverizatörlerde dağılım paternlerinin saptanması için bir metod önermekte ve denemelerde kullanılan deney düzenini açıklamaktadır. Denemelerde hem su, hem de farklı yoğunluktaki sıvı ve sodyum karışımı sıvı kullanılmıştır.

Bu pülverizatörlere ait dağılım paternleri farklı basınç ve meme yüksekliklerinde belirlenmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre; dağılım paterni üzerinde meme delik çapının etkisi büyüktür. Büyük delik çapına sahip memelerde elde edilen dağılım yeknesak olmaktadır. Meme yüksekliğinin dağılım paterni üzerinde etkisi olmakta ve denemelerin yapıldığı yükseklikler içerisinde 52 cm'de elde edilen dağılım paterni en yeknesak olmaktadır. Ayrıca dağılım paterni üzerinde sıvı yoğunluğunun ve çeşidinin herhangi bir etkisi olmadığı ortaya çıkmaktadır.

Haman ve Nordby (1965) ortaklaşa yaptıkları bu çalışmada konik hüzmeli memelerde meme plakasının, türbülans odası düşey eksenine göre yana kaçık yerleştirilmesi halinde bu durumun dağılım tek düzeliğine olan olumsuz etkisini araştırmışlardır.

Nordby ve Haman (1965), yaptıkları bir araştırmada, içi boş ve dolu konik hüzmeli memelerde dağılım yeknesaklığının hesaplanması için bir teori geliştirmişler. paternatörde okunan max ve min su yüksekliklerinden yararlanarak, dikkate alınan meme yükseklikleri için uygun meme aralığının saptanmasını incelemişlerdir.

Tate ve Janssen (1966), "Proplet Size Data for Agricultural Sprays Nozzles" adlı çalışmalarında, memelerden püskürtülen damla çaplarının belirlenmesi için bir metod vermişlerdir. İki farklı özellikteki memenin kullanıldığı denemelerde, memelerle boyalı su özel kağıtlar üzerine pülverize edilerek bu kağıtlar üzerindeki damlacıkların çapları belirlenmiştir.

Bode ve Ark. (1968), araştırmalarında, konik hüzmeli, yelpaze hüzmeli ve çift akışlı memelerin LV (düşük hacim) uygulamalarında kullanılabilme imkanlarını araştırmışlardır. Bu çalışmada, memelerin hacimsel dağılım düzgünlüğü, damla çapları ve ilaç kayıpları üzerinde durulmuştur. Her üç meme tipi, üç farklı basınçta ve ilerleme hızlarında denenmiştir. Hacimsel ilaç dağılımları fluorimetrik yöntemle ortaya konmuştur. Sonuçlar grafiklerle gösterilmiştir.

Göhlich ve Zaske (1968), yaptıkları bir araştırmada mekanik pülverizatörlerde kullanılan çeşitli tip memelerin dağılım grafiklerinin saptanması, memelerde dağılım düzgünlüğüne etkili faktörlerle, püskürtme çubuğundaki titreşimlerin dağılım yeknesaklığı üzerine etkisini incelemiştir.

Zaske (1968), yayınlanan incelemesinde tarımsal amaçla kullanılan çeşitli tip memelerin çalışma yöntemlerini açıklayarak, sınıflandırmış, basınç enerjisiyle çalışan konik ve yelpaze hüzmeli memelerin pülverizasyon karakteristikleri üzerinde durmuştur.

Amberg ve Butler (1969), yaptıkları çalışmada, pülverizatör memelerinden çıkan sıvının, meme ucundan itibaren farklı noktalardaki damlacıkların analizleri için yüksek hızlı fotoğraf tekniğinden yararlanmışlardır. Çalışmada tekniğin kullanılış şekli ve bununla ilişkili teorik esaslar açıklanmaktadır.

Rice ve Connolly (1969), çeşitli tip memelerin hacimsel dağılım iyilik sınırlarının saptanması amacıyla yaptıkları çalışmalarında, tek memede kağıt üzerinde girişim yoluyla elde edilen varyasyon katsayıları ile nitelenen dağılım düzgünlüğünün gerçeğe yakın sonuç verdiği, iyi dağılım veren memelerde uygun örtme koşulunda varyasyon katsayılarının %8.8...13.8 arasında değiştiğini saptamışlardır.

Lüders (1970), çalışmasında, mekanik pülverizatör memelerinin meydana getirdiği pülverizasyonun boyutsal analiz yöntemlerinden söz etmiş, bir damla popülasyonunu meydana getiren damlaların popülasyon içindeki sayısal ve hacimsel dağılım grafiklerinin çizilmesi yolunu açıklamıştır.

Arpacı (1971), incelemesinde, damla çapı tayininde kullanılan leke yöntemini açıkladıktan sonra, bu amaçla kullanılan duyarlı kartların özellikleri üzerinde durmuştur.

Davis (1971), yaptığı araştırmasında, tek meme dağılımlarının kıyaslanmasını sağlayacak parametreler üzerinde durmuştur.

Musillami (1973), tarımsal pülverizasyon amacıyla kullanılan yelpaze hüzmeli yanklı memelerin yapısal özellikleri ve pülverizasyon karakteristiklerini incelemiştir.

Tunalıgil (1974), çalışmasında, Türkiye'de imal edilen çeşitli tipteki pülverizatör memelerinde, yapım özelliklerinin pülverizasyon karakteristiklerine etkileri araştırılmıştır. Basınç değişiminin ve meme yüksekliğinin dağılım düzgünlüğüne etkilerini belirlemiştir. Araştırmada dağılım düzgünlüğü (%CV) değişim katsayısı ile saptanmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre; tarla pülverizatör memelerinin dağılım paternleri düşük çalışma basınçlarında üçgen, yüksek basınçlarda ise yamuk şeklinde olduğu belirlenmiştir. Ayrıca tarla pülverizatör memelerinin dağılım paternleri çalışma basıncına bağlı, fakat meme yüksekliğine bağlı olmadığı sonucuna varılmıştır.

Tarla pülverizatör memelerinde, farklı çalışma basıncı ve meme yüksekliklerine göre uygun meme aralığı değişmektedir. Bundan dolayı memelerin püskürtme borusu üzerine sabit olarak değil, meme aralığını belli sınırlar içerisinde değiştirebilecek şekilde tespit edilmesinin gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Ülkemizde imal edilen tarla memelerinin dairesel dağılım düzgünlüğü yeterli değildir. Bunun nedeni, meme deliklerinin açılmalarında pürüz ve çapakların kalmasıdır. Meme deliklerinin açılma hassasiyeti arttırılırsa dairesel dağılım düzgünlüğü de artacaktır.

Zeren (1974), konik ve yelpaze hüzmeli memelerde pülverizasyon karakteristikleri üzerinde yaptığı çalışmada, yerli ve yabancı yapım memelerin yapısal özelliklerini inceleyerek, pülverizasyon karakteristiklerini belirlemiştir. Memeler farklı basınç ve yüksekliklerde denenmişlerdir. Memelere ait hacimsel dağılımlar patematörle bulunmuş, damla çapları ise yağ banyolu yöntemle ölçülmüştür. Sonuçta, memelerdeki yapım hatalarının dağılımları önemli ölçüde etkilediği ortaya konulmuştur.

Zeren (1985), yerden yapılan ilaçlamada kullanılan Tecnoma firması yapımı döner diskli meme üzerinde bir araştırma yapmıştır. Bu çalışmada meme yüksekliği, disk besleme verdisi ve disk çevre hızının hacimsel dağılım düzgünlüğüne etkisi, bunun yanında, farklı fiziksel özellikteki sıvılarla çalışmada, disk dönü sayısı-verdi, basınç-verdi ilişkileri, deneme materyali memenin güç ihtiyacı ve farklı özellikteki sıvılarla basınç-damla çapı ve disk çevre hızı-damla çapı ilişkileri belirlenmiştir.

Denemelerde aşağıdaki sonuçlara varılmıştır:

– Sabit meme yüksekliği ve disk dönü sayısı şartında disk meme verdisi arttıkça oluklu yüzey üzerindeki dağılım düzgünlüğü bozulmaktadır.

– Besleme verdisi ve disk dönü sayısı sabit iken meme yüksekliği arttırıldıkça dağılım iyileşmektedir. 70 cm meme yüksekliğinin uygulanabilir olduğu sonucuna varılmıştır.

– Sabit besleme verdisi ve meme yüksekliği şartında disk dönü sayısı arttıkça dağılım az da olsa kötü yönde etkilenmektedir.

– Sabit verdi şartında sıvının viskozitesi arttıkça disk motorunun güç ihtiyacı artmaktadır.

– Ortalama damla çapları; disk besleme verdisi ve sıvı yüzey gerilimi ile doğru, disk çevre hızı, sıvı viskozitesi ve yoğunluğu ile ters orantılı olarak değişmektedir.

Bayat ve Zeren (1991), yaptıkları çalışmada, hava akımlı pülverizatörlerle çalışmada düşey sıvı dağılımının pratik ve hızlı olarak belirlenebilmesi yapılmış bir set tanıtılarak, laboratuvar şartlarında yardımcı hava akımlı bir pülverizatörün sağladığı düşey dağılım ile bu dağılıma etkili faktörler belirlenmiştir.

Sonuçta, sıvı düşey dağılım paterni üzerine, sıvı akış sisteminde; meme düzenleme ve yönlendirme şekli, meme verdisi, damla büyüklüğü ve tek bir memenin efektif alanının, hava akış sisteminde ise; fan çeşidi ve büyüklüğü, hava verdisi, hava hızı ve havanın yönlendirilmesi şeklinin etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Deligönül ve Sağlam (1991), yaptıkları çalışmada, uçuş doğrultusuna göre; 0°, 45°, 90°, 135° ve 180° derecelik meme konumu açıları ile yapılan deneme u-



çuşları sonunda dağılım tek düzeliğinin, meme konum açıları ile değiştiğini belirtmişlerdir. Ayrıca sonuçta en iyi sonucu veren uçuş koşulları ve konum açılarını belirlemişlerdir.

Araştırma sonucunda, meme konum açısının değişmesi ile damla spektrumunun da değiştiği izlenmiştir. Küçük meme konum açıları ile yapılan ilaçlamada, küçük çaplı damlaların dağılım içindeki sayıları artmaktadır. Bu da damla çapı homojenliğini bozmaktadır. Konum açılarının büyümesi ile küçük çaplı damlaların dağılım içindeki oranı düşmekte ve damla çapı homojenliği artmaktadır.

Dursun ve Çilingir (1991), konik hüzmeli memelerin elektrostatik yüklemeli ve yüklemesiz durumdaki pülverizasyon karakteristiklerinin belirlenmesi için yaptıkları araştırmada, elektrostatik yüklemenin; damlacık büyüklüğüne, hedef yüzeylerdeki kaplanma değerine, dağılım düzgünlüğüne, damla sıklığına ve yaprak altı yüzey kaplanmasına olan etkilerini incelemişlerdir. Değişken parametreler olarak; ilerleme hızı, çalışma basıncı, meme yüksekliği ve meme delik çapı alınmıştır.

Araştırma sonucunda; eşit şartlarda yüklemesiz uygulamaya göre elektrostatik yüklemeye yaprak üstü ve yaprak altı yüzey kaplanma değeri artmıştır. Ancak bu artış küçük damlalı uygulamalarda daha fazla olmuştur. Bu nedenle elektrostatik uygulamalarına, ortalama damla çapı küçük olan pülverizasyonlarda öncelik verilmelidir. Ayrıca meme yüksekliği düşük uygulamalarda elektrostatik yüklemesinin daha etkin olacağı sonucuna bu denemeler sonucunda varılmıştır. Ne var ki yüklemeye artan damla sıklığının sonucu olarak yüzey kaplanma değerlerinde artış olmasına rağmen hacimsel ilaç dağılımında belirgin bir iyileşmeye rastlanamamıştır.

Akkuş ve Bayat (1994), çalışmalarında, motorlu sırt atomizörü püskürtme başlığına takılarak çalıştırılan mikroneks püskürtme başlığının farklı enjektör tipleri ve disk devirlerindeki; verdi, karakteristik damla çapları, optimum püskürtme mesafesi ve gürültü düzeyini belirlemişlerdir.

Denemeler sonucunda; verdilerin 17.33...190 ml/min, bütün işletme koşullarında üretilen damla büyüklüklerinin 46.30...65.99 µm sınırları arasında değiştiği

sonucuna varılmıştır. Ayrıca denemeler sonucunda, uygulamada hedefin püskürtme başlığından en az 2 m uzakta olması gerektiğini ve atomizörün farklı vantilatör devirlerindeki gürültü değerlerinin ise 94...107.5 dB sınırları arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Balcı ve Yağcıoğlu (1994), araştırmalarında, sırt pülverizatörlerinde kullanılan yerli tip hidrolik memelerin meme verdileri, volümetrik doğrusal dağılım ve volümetrik dairesel dağılım düzgünlüklerini belirlemeye çalışmışlardır.

Araştırma sonuçlarına göre; memelerin yapısal özellikleri, verdi ve dağılımları önemli ölçüde etkilemektedir. 0.5 mm delik çapında üçgen, 1.0-1.5-2.0 mm çaplarında trapez şeklinde doğrusal dağılım oluşmaktadır.

1.5-2.0 mm delik çaplarında daha iyi bir dairesel dağılım elde edilmiştir.

Dursun, Çilingir ve Güner (1994), çalışmalarında, tarla pülverizatörleriyle rüzgarlı şartlarda ilaçlama yapılırken rüzgarın neden olduğu ilaç kayıplarına ve ilaç dağılım düzgünlüğüne mekanik ve pnomatik koruyucu perdelerin etkisini incelemişlerdir. Denemeler laboratuvar şartlarında yürütülmüş ve hedef yüzeyler olarak cam plakalar kullanılmıştır.

Sonuçta; tarla pülverizatörlerinde mekanik koruyucu perdenin kullanılmasıyla ilaç kayıplarının %68.4...75.5 arasında azaldığı, pnomatik perdenin kullanılması durumunda ise ilaç kayıplarının %13.5...35 arasında azaldığı belirlenmiştir. Ayrıca araştırmacılar mekanik koruyucu perdenin, ilaç dağılım düzgünlüğünde önemli bir iyileşme sağladığını belirtmişlerdir.



### 3. MATERYAL VE METOD

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Denemelerde kullanılan memeler

Araştırmaya konu olan memeler, ülkemizde mekanik tarla pülverizatörlerinde kullanılan yerli ve yabancı pülverizatör memeleri arasından tesadüfi olarak seçilmiştir. Bu araştırmada, 4'ü konik, 4'ü ise yelpaze hüzmeli olmak üzere toplam 8 adet meme denemeye alınmıştır.

Denemeye alınan memelerin 5'i yerli yapım, 3'ü ise ABD yapısı memelerdir.

Deneme materyali olarak seçilen memeler iki grup altında toplanarak incelenmiştir.

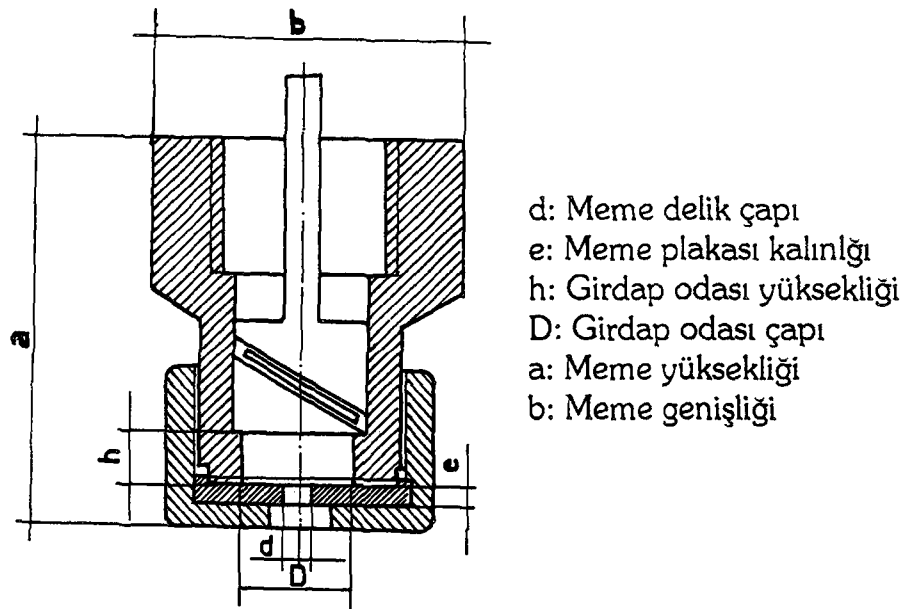
1. Konik Hüzmeli Memeler (KHM)
2. Yelpaze Hüzmeli Memeler (YHM)

Metin içinde her meme özel bir anma adı ile tanımlanmıştır. Örneğin KHM1 anma adlı memede "KHM" memenin tipini, "1" ise memenin sıra numarasını vermektedir. Çizelge 3.1'de denemeye alınan memelerin sıra numarasına göre markaları verildiğinden, sıra numarasından yararlanarak memenin markası bulunabilir.

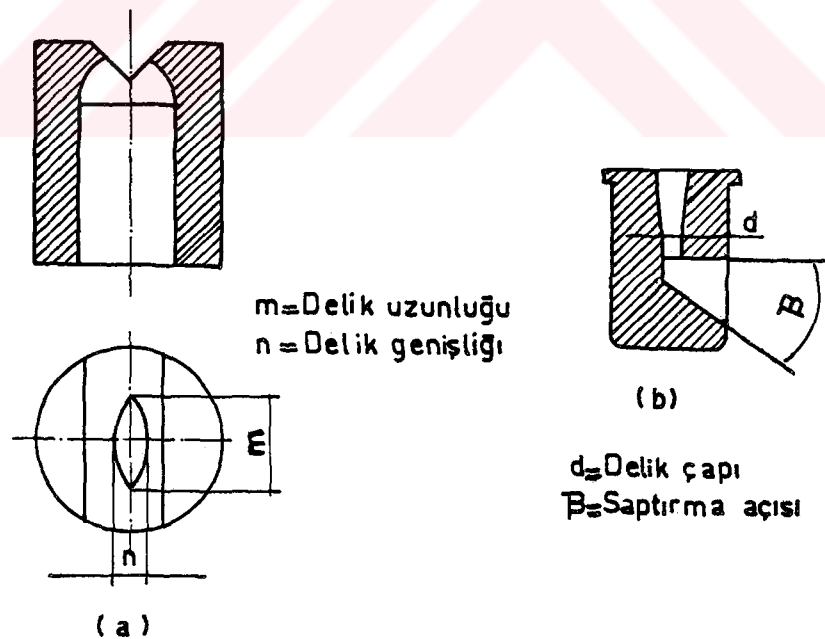
Araştırmaya konu olan konik ve yelpaze hüzmeli memelerde pülverizasyona etkili kısımları Şekil 3.1 ve 3.2'de, genel görünüşler Şekil 3.3'de ve her memeye ait kesit görünüş ve teknik ölçüler ise Şekil 3.4...3.11 arasında verilmiştir.

Çizelge 3.1. Denemeye Alınan Memelerin Markası, Hüzme Tipi ve Anma Adları.

Sıra No	Meme Markası	Meme Anma Adı	Hüzme Tipi
1	Gündüzler - İstanbul	KHM1	Konik
2	Holsan - Ankara	KHM2	Konik
3	Alsan - Ankara	KHM3	Konik
4	Başak - Turgutlu	KHM4	Konik
5	Spraying System - ABD	YHM1	Yelpaze (Yanklı Meme)
6	Spraying System - ABD	YHM2	Yelpaze (Yanklı Meme)
7	Spraying System - ABD	YHM3	Yelpaze (Yanklı Meme)
8	Altınova - Adana	YHM4	Yelpaze (Aynalı Meme)

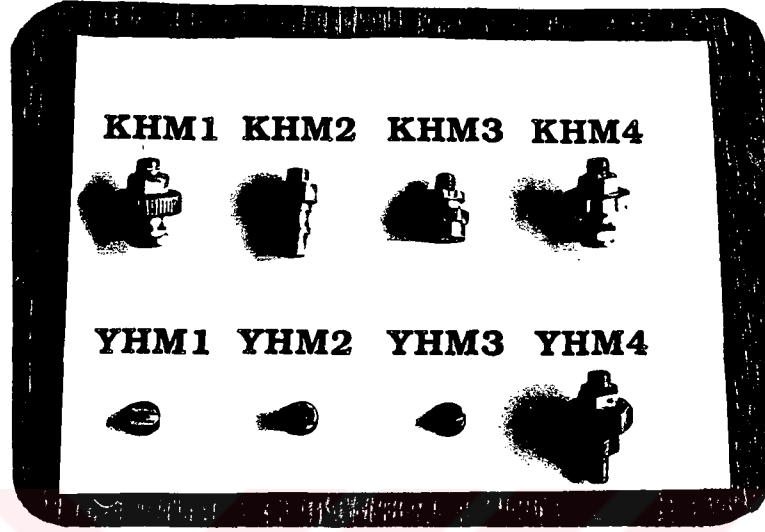


Şekil 3.1. Konik hüzmeli memelerde pülverizasyona etkili kısımlar.

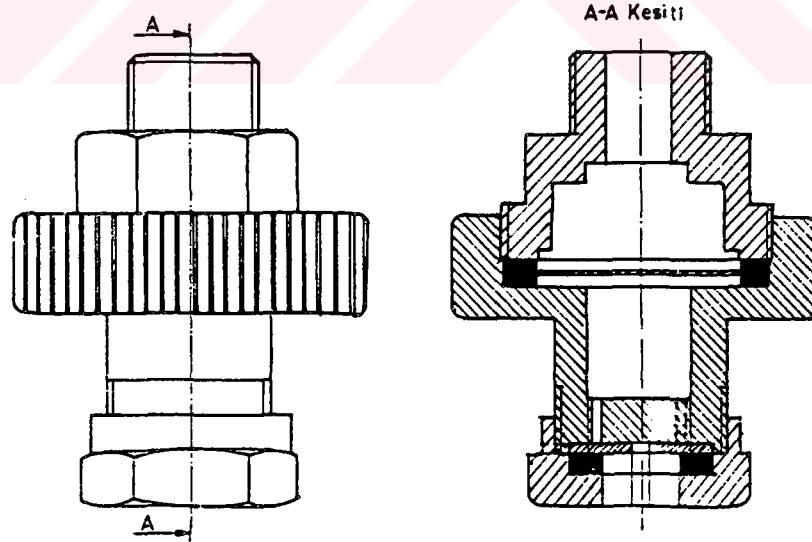


Şekil 3.2. Yelpaze hüzmeli memelerde pülverizasyona etkili kısımlar

(a = Yarıklı meme b = Aynalı meme)

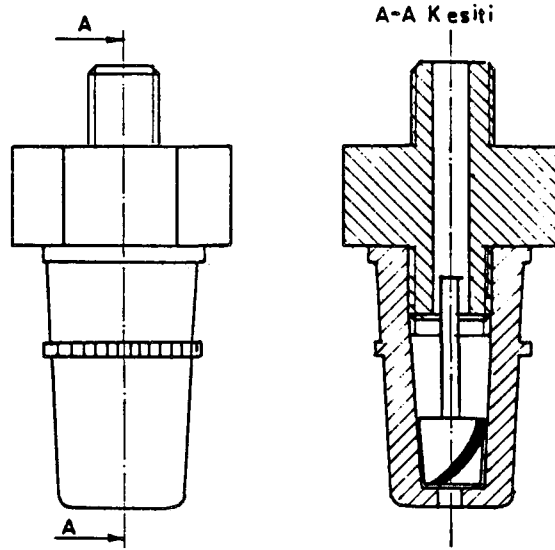


Şekil 3.3. Denemelerde kullanılan konik ve yelpaze hüzmeli memeler.



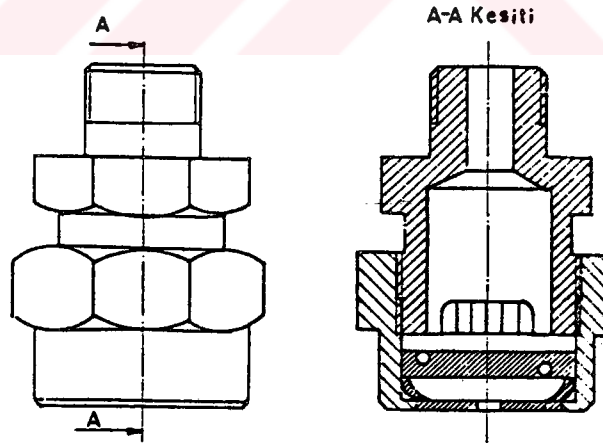
a (mm)	b (mm)	e (mm)	d (mm)	D (mm)	h (mm)
38.8	30.5	0.6	1.3	11.2	0.5

Şekil 3.4. KHM1 memesinin kesit görünüşü ve teknik ölçüleri.



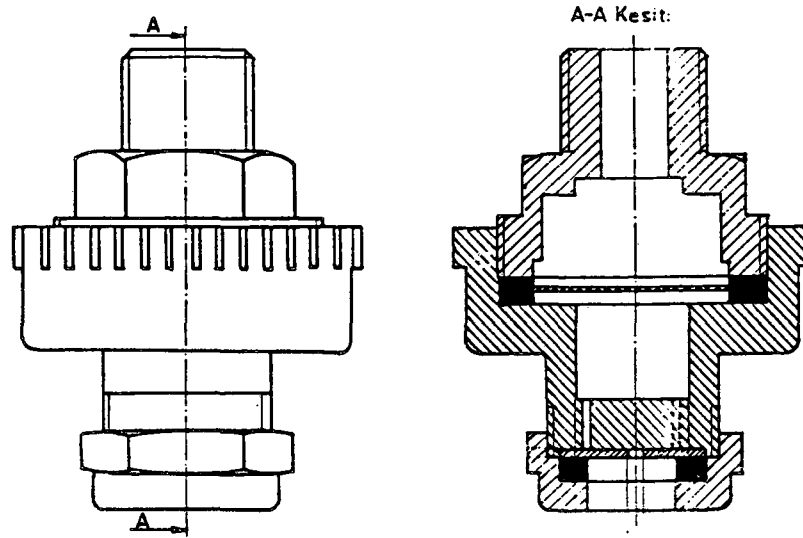
a (mm)	b (mm)	d (mm)	D (mm)	h (mm)
39.8	17.7	2	13.6	4

Şekil 3.5. KHM2 memesinin kesit görünüşü ve teknik ölçüleri.



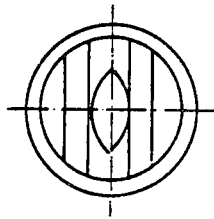
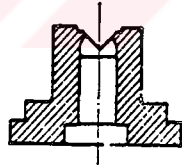
a (mm)	b (mm)	e (mm)	d (mm)	D (mm)	h (mm)
30.4	21.6	0.5	1.5	13.5	3.1

Şekil 3.6. KHM3 memesinin kesit görünüşü ve teknik ölçüleri.



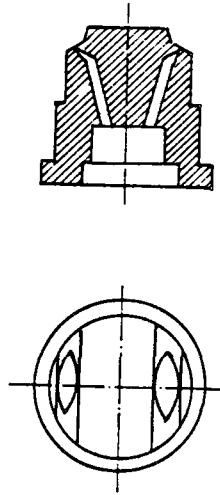
a (mm)	b (mm)	e (mm)	d (mm)	D (mm)	h (mm)
39.7	31.4	0.9	1.4	11.2	0.5

Şekil 3.7. KHM4 memesinin kesit görünüşü ve teknik ölçüleri.



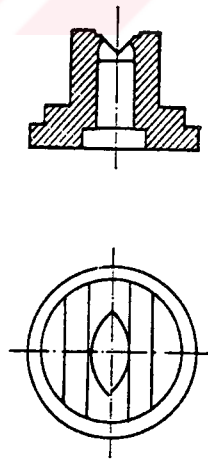
a (mm)	b (mm)	m (mm)	n (mm)
9.7	15.1	2.5	0.9

Şekil 3.8. YHM1 memesinin kesit görünüşü ve teknik ölçüleri.



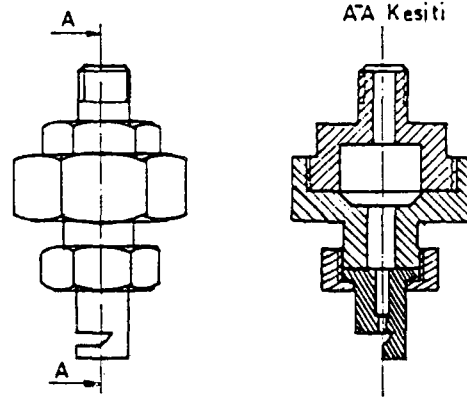
a (mm)	b (mm)	m (mm)	n (mm)
14.2	15.1	1.8	0.6

Şekil 3.9. YHM2 memesinin kesit görünüşü ve teknik ölçüleri.



a (mm)	b (mm)	m (mm)	n (mm)
9.6	15.1	3	0.8

Şekil 3.10. YHM3 memesinin kesit görünüşü ve teknik ölçüleri.



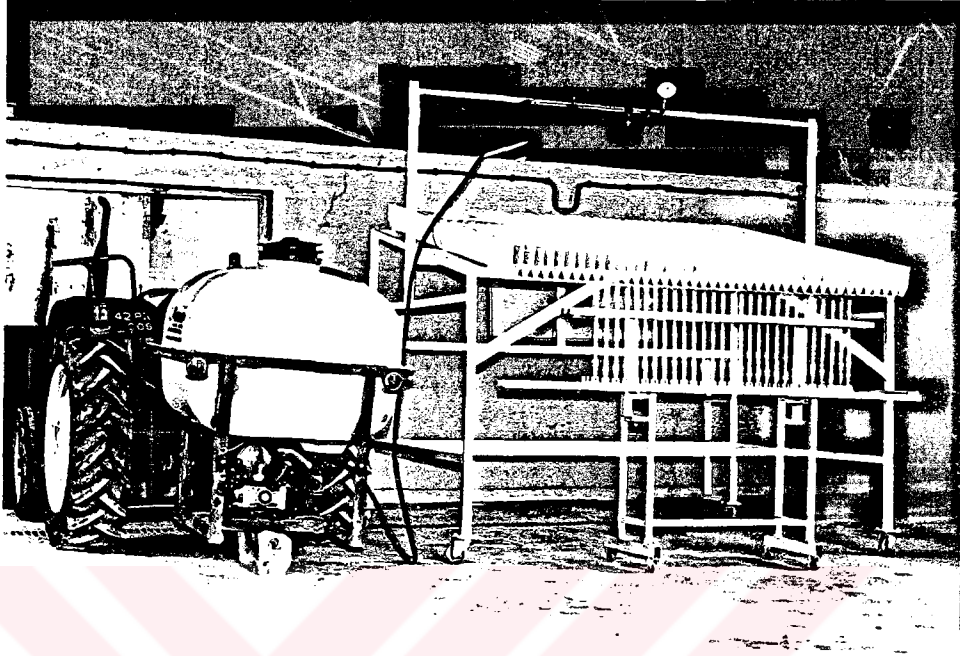
a (mm)	b (mm)	d (mm)	$\beta$ (°)
49.4	31.2	1.2	45

Şekil 3.11. YHM4 memesinin kesit görünüşü ve teknik ölçüleri.

### 3.1.2. Deneme düzeni ve ölçme aletleri

#### 3.1.2.1. Deneme düzeni

Deneme materyali olarak seçilen çeşitli tip memelerin çalışma basıncı, meme yüksekliği ve meme aralığına bağlı olarak hacimsel dağılımlarının belirlenmesinde S.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları bünyesinde oluşturulan deneme düzeni kullanılmıştır. Şekil 3.12'de deneme düzeni görülmektedir.



Şekil 3.12. Deneme düzeni.

Deneme düzeni üç üniteden meydana gelmiştir:

1. Basınç geliştirme ünitesi
2. Basınç okuma ünitesi
3. Hacimsel dağılımı ölçme ünitesi

### 3.1.2.1.1. Basınç Geliştirme Ünitesi

Bu ünite, ÖNALLAR firmasından temin edilen bir mekanik tarla pülverizatörü kullanılmıştır. Pülverizatör, sıvı deposu, kuyruk milinden hareket alarak çalıştırılan bir pompa, hava deposu, 4 kademeli basınç regülatörü, manometre ve çeşitli borulardan meydana gelmiştir. Pompa, ÖNALLAR yapısı olup, çift membranlı tipindedir. Katalog değerlerine göre pompanın karakteristikleri:

İşletme hızı : 540 1/min

İşletme basıncı:  $40 \cdot 10^5$  Pa

Verdi : 52 lt/min'dir.



540 1/min'lik pompa işletme hızı, pompa mili ile kuyruk mili arasına bağlanan bir şaft sistemi ile sağlanmıştır.

### **3.1.2.1.2. Basınç Okuma Ünitesi**

Seçilen basınçların ölçülmesinde, meme bağlantı noktasının ucuna bağlanan 1 adet manometreden yararlanılmıştır. Manometre  $0-16 \cdot 10^5$  Pa'lık olup,  $0.2 \cdot 10^5$  Pa'a duyarlı ölçmeler yapılabilmektedir.

### **3.1.2.1.3. Hacimsel Dağılımı Ölçme Ünitesi**

Bu ünite 3 bölümden oluşmuştur:

1. Yüksekliği ayarlanabilen püskürtme borusu,
2. Püskürtme borusu altında yan yana sızdırmaz bir şekilde dizilmiş saç oluklar.
3. Belli bir zaman aralığında her olukta toplanan suyun hacmini ölçmeye yarayan ölçü kapları.

Püskürtme borusu meme dipliklerinin bağlandığı bir taraftan basınçlı suyun girdiği bir çelik borudur. Bu boru oluklu yüzeyin sağına ve soluna, iki ayak üzerine yüksekliği ayarlanabilir bir şekilde yerleştirilmiş 30x30 mm'lik profil çubuk üzerine monte edilmiştir.

Olukların derinliği 170 mm, genişliği 50 mm ve uzunlukları 2000 mm'dir. Olukların içinde toplanan sıvı her kanal için bir adet olmak üzere yan yana bir tabla üzerine dizilmiş ölçüm kapları içinde toplanmaktadır. Ölçüm kaplarının anma hacmi 250 ml olup 1 ml'ye duyarlı olarak ölçmeler yapılabilmektedir. Ölçüm kapları ortalama dış çapları 24 mm olan cam borudan 480 mm boyunda özel olarak imal edilmiştir. Ayrıca oluklardan akan suyun ölçüm kaplarından dışarı akmasını önlemek için cam kapların ağız kısımlarına koni şekli verilmiştir. Okumalar sırasında ölçüm kabında biriken 5 ml'den daha az sıvı miktarları dikkate alınmamıştır.

### 3.1.2.2. Araştırmada kullanılan araçlar

Traktör	:
Markası	: Steyr 80
Tipi	: Standart Tarla Traktörü
Pülverizatör	:
Markası	: ÖNALLAR
Tipi	: Mekanik tarla pülverizatörü
Depo Kapasitesi	: 400 lt
Pompa	:
Markası	: ÖNALLAR
Tipi	: Çift membranlı
İşletme hızı	: 540 1/min
İşletme basıncı	: 40.10 <sup>5</sup> Pa
Verdi	: 52 lt/min
Devir ölçücü	:
Markası	: Lutron
Tipi	: DT-2236 (optik-mekanik)
Ölçüm aralığı	: 5-100.000 min-1

## 3.2. Metod

### 3.2.1. Memelere ait teknik ölçülerin alınması

Meme ve parçaları ile ilgili teknik ölçülerin alınmasında meme plakaları delik çapları mikroskop ile ölçülmüş, diğer ölçüler için 1/20 mm duyarlı kumpas kullanılmıştır. Yelpaze hüzmeli yarıklı memelerde delik oval olduğundan genişlik ve uzunluk ölçüleri belirlenmiştir.

### 3.2.2. Araştırmada kullanılan memelere ait hacimsel dağılımın belirlenmesinde dikkate alınan parametreler.

Genellikle pratikte geniş bir çalışma basıncında ve farklı meme yüksekliklerinde kullanılan deneme materyali tarla memelerine ait ölçmeler üç farklı çalışma basıncı ve meme yüksekliğinde yapılmıştır.

#### 3.2.2.1. Çalışma basıncı seçimi

Deneme materyali memelere ait hacimsel dağılımların belirlenmesinde meme tipine bağlı olarak Çizelge 3.2'de görülen üç farklı çalışma basıncı kademesi dikkate alınmıştır.

Çizelge 3.2. Seçilen Çalışma Basınçları.

Meme Tipi	Çalışma Basınçları ( $\cdot 10^5 \text{Pa}$ )		
KHM	3	5	7
YHM	2	3	4

#### 3.2.2.2. Meme yüksekliği seçimi

Denemelerde her meme tipi için dikkate alınan meme yükseklikleri Çizelge 3.3'de verilmiştir. Böylece her meme tipi için seçilen çalışma basınçları ve meme yükseklikleri şartlarında, çalışma basıncı sabit kalmak üzere meme yüksekliğinin dağılım üzerine etkisi belirlenmiştir.

Çizelge 3.3. Seçilen Meme Yükseklikleri.

Meme Tipi	Meme Yüksekliği (mm)		
KHM	400	500	600
YHM	400	500	600

#### 3.2.2.3. Meme aralığı seçimi

Denemeye alınan her memenin, çalışma basıncı ve meme yüksekliğine bağlı olarak (B) pülverizasyon alanı genişliği farklı olduğundan meme aralıkları için, ça-

lışma basıncı ve meme yüksekliklerinde olduğu gibi standart kademeler seçilememiştir. Bunun yerine, her basıncı ve yükseklik şartı için memelere ait pülverizasyon genişliği dikkate alınmak suretiyle üç farklı meme aralığı seçilmiştir.

Öncelikle tek meme hacimsel dağılım masasına (patematör) bağlanarak dağılım ölçülmüş ve bu arada ıslanan oluk sayısı belirlenmiştir. Islanan oluk sayısına (n) denilirse;

$B = 50.n$  (mm) olacaktır. Burada (B) seçilen her basıncı ve yükseklik şartında pülverizasyon alanı genişliği, 50 ise (mm) cinsinden oluk genişliğidir.

İdeal dağılımın eksenden eksene girişim yapan iki meme ile sağlanacağı düşünülürse, iki meme arasındaki uzaklık, pülverizasyon alanının yarısı kadar yani (B/2) olacaktır. Her alışma basıncı ve meme yüksekliği şartı için seçilen meme aralıkları izelge 3.4'de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Seçilen Meme Aralıkları.

Meme Tipi	Meme Aralığı(mm)		
KHM	B/2	2B/3	3B/4
YHM	B/2	2B/3	3B/4

Hesaplanan aralık değerleri 50 mm'nin katları şeklinde yuvarlatılmıştır.

### 3.2.3. Denemelerin planlanması ve yürütülmesi

Araştırmada kullanılan memelerin hacimsel dağılım düzgünlüklerine meme tipi, çalışma basıncı ve meme yüksekliğinin etkilerini belirlemek amacıyla toplam 72 kombinasyonda 3 tekerrürlü olarak denemeler yapılmıştır. şekil 3.1 ve 3.2'de her iki meme tipi içinde araştırmada kullanılan deneme planları görülmektedir.

Hacimsel dağılım düzgünlüğüne meme tipi, çalışma basıncı, meme yüksekliği ve meme aralığının etkilerini belirlemek amacıyla yeknesaklık katsayılarına varyans analizleri ve Duncan testi yapılmıştır.

Cetvellerde  $p = 0.05$  için (\*) ve  $p = 0.01$  için ise (\*\*) sembolleri kullanılmıştır.

Parametreler ve Seviyeleri		Oluk Sayısı																								
		11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
KHM1	B <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>																								
		Y <sub>2</sub>																								
		Y <sub>3</sub>																								
	B <sub>2</sub>	Y <sub>1</sub>																								
		Y <sub>2</sub>																								
		Y <sub>3</sub>																								
	B <sub>3</sub>	Y <sub>1</sub>																								
		Y <sub>2</sub>																								
		Y <sub>3</sub>																								
KHM2	B <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>																								
		Y <sub>2</sub>																								
		Y <sub>3</sub>																								
	B <sub>2</sub>	Y <sub>1</sub>																								
		Y <sub>2</sub>																								
		Y <sub>3</sub>																								
	B <sub>3</sub>	Y <sub>1</sub>																								
		Y <sub>2</sub>																								
		Y <sub>3</sub>																								
KHM3	B <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>																								
		Y <sub>2</sub>																								
		Y <sub>3</sub>																								
	B <sub>2</sub>	Y <sub>1</sub>																								
		Y <sub>2</sub>																								
		Y <sub>3</sub>																								
	B <sub>3</sub>	Y <sub>1</sub>																								
		Y <sub>2</sub>																								
		Y <sub>3</sub>																								
KHM4	B <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>																								
		Y <sub>2</sub>																								
		Y <sub>3</sub>																								
	B <sub>2</sub>	Y <sub>1</sub>																								
		Y <sub>2</sub>																								
		Y <sub>3</sub>																								
	B <sub>3</sub>	Y <sub>1</sub>																								
		Y <sub>2</sub>																								
		Y <sub>3</sub>																								

Şekil 3.13. Araştırmada konik hüzmeli memeler için kullanılan deneme planı.

Parametreler ve Seviyeleri		Oluk Sayısı																								
		11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
YHM1	B <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>																								
		Y <sub>2</sub>																								
		Y <sub>3</sub>																								
	B <sub>2</sub>	Y <sub>1</sub>																								
		Y <sub>2</sub>																								
		Y <sub>3</sub>																								
	B <sub>3</sub>	Y <sub>1</sub>																								
		Y <sub>2</sub>																								
		Y <sub>3</sub>																								
YHM2	B <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>																								
		Y <sub>2</sub>																								
		Y <sub>3</sub>																								
	B <sub>2</sub>	Y <sub>1</sub>																								
		Y <sub>2</sub>																								
		Y <sub>3</sub>																								
	B <sub>3</sub>	Y <sub>1</sub>																								
		Y <sub>2</sub>																								
		Y <sub>3</sub>																								
YHM3	B <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>																								
		Y <sub>2</sub>																								
		Y <sub>3</sub>																								
	B <sub>2</sub>	Y <sub>1</sub>																								
		Y <sub>2</sub>																								
		Y <sub>3</sub>																								
	B <sub>3</sub>	Y <sub>1</sub>																								
		Y <sub>2</sub>																								
		Y <sub>3</sub>																								
YHM4	B <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>																								
		Y <sub>2</sub>																								
		Y <sub>3</sub>																								
	B <sub>2</sub>	Y <sub>1</sub>																								
		Y <sub>2</sub>																								
		Y <sub>3</sub>																								
	B <sub>3</sub>	Y <sub>1</sub>																								
		Y <sub>2</sub>																								
		Y <sub>3</sub>																								

Şekil 3.14. Araştırmada yelpaze hüzmeli memeler için kullanılan deneme planı.

### **3.2.4. Hüzme tiplerinin belirlenmesi**

Araştırmaya konu olan tarla pülverizatörü memelerinin hüzme tipleri durgun suya yapılan pülverizasyonlar ile belirlenmiştir (Tunalıgil 1974). Belirlemeler, üç farklı basınç kademesinde yapılmıştır.

### **3.2.5. Hüzme açılarının belirlenmesi**

Denemeye alınan memelerin hüzme açıları, fotoğraflama metoduyla belirlenmiştir (Anonymous 1993b).

Her iki meme tipinin hüzme açılarını seçilen üç farklı çalışma basıncı kademelerinde belirlenmiştir. Her meme, farklı basınçta çalışırken, fotoğrafı çekilmiş, fotoğraf üzerinde sıvı hüzmesinin memeye temas ettiği noktalardan teğetler çizilmek suretiyle iki ayrı dik üçgen elde edilmiştir. Teğetler arasında kalan açı ise dik üçgen teoreminden gidilmek suretiyle her meme için hesaplanmıştır.

### **3.2.6. Meme verdilerinin belirlenmesi**

Araştırmada kullanılan memelerin verdileri, birim zamanda memeden püskürtülen sıvının derlenerek hacimsel değerlerinin ölçümleri şeklinde belirlenmiştir (Tunalıgil 1974).

Her memenin seçilen çalışma basıncı şartlarında meme ağzında verdileri ölçülmüştür. Ölçümler için 1 ml duyarlı ölçüm yapabilen 250 ml hacminde cam ölçüm kapları kullanılmıştır. Ölçümler her meme için seçilen basınç kademelerinde üç kez yapılmış ve her memenin ortalama verdisi bu üç ölçümün ortalaması alınarak elde edilmiştir.

### **3.2.7. Hacimsel dağılım düzgünlüklerinin belirlenmesi**

Deneme materyali olarak seçilen tarla memelerinin, hacimsel dağılımları, her meme tipi için seçilen çalışma basıncı, meme yüksekliği ve meme aralıklarına bağlı olarak, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü bünyesinde oluşturulan hacimsel dağılım masası (paternatör) kullanılarak belirlenmiştir.

Seçilen çalışma basıncı ve meme yüksekliklerinde deneme materyali memelerle püskürtme yapılmak suretiyle hacimsel dağılım masasının (patematör) oluklarından akarak ölçüm kaplarında toplanan sıvı miktarları ölçülmüştür. Birim zamanda ölçüm kaplarında toplanan sıvı miktarları ordinata, olukların meme ekseninde sağa ve sola doğru olan uzaklıkları ise apsise yerleştirilmek suretiyle, her memeye ait hacimsel dağılım grafikleri elde edilmiştir.

### 3.2.8. Seçilen bir yükseklik için uygun meme aralığının belirlenmesi

Denemeye alınan her memeye ait uygun meme aralığı, hacimsel dağılımların bulunması sırasında elde edilen değerlerle belirlenmiştir.

Pülverizatör memelerinde, seçilen bir yükseklik için en uygun meme aralığının belirlenmesinde değişik metodlar kullanılmaktadır. Bu metodlar arasında uygun meme aralığının belirlenmesinde, bir istatistik parametre olan varyasyon katsayısından da yararlanılmıştır.

Bu metodun uygulanması sırasında, seçilen çalışma basıncı ve meme yüksekliğinde hacimsel dağılım masası (patematör) yardımıyla dikkate alınan memenin hacimsel dağılımı belirlenir. Hacimsel dağılım masasının (patematör) oluklarından birim zamanda akan sıvı miktarları ölçülür. Daha sonra dağılımın (VK) varyasyon katsayısı aşağıdaki eşitlik yardımıyla bulunur. (Düzgüneş ve Ark. 1963)

$$(VK) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum (x - \bar{x})^2} \cdot \frac{100}{\bar{x}}$$

$$(VK) = \text{Varyasyon Katsayısı (\%)}$$

$$x = \text{Bir oluktan akan sıvı miktarı (ml)}$$

$$\bar{x} = \text{Oluklardan akan ortalama sıvı miktarı (ml)}$$

$$n = \text{Islanan oluk sayısı}$$

Varyasyon katsayısından da:

$$YK = (1-VK).100$$

eşitliği yardımıyla yeknesaklık katsayısı bulunur.



Hacimsel dağılım masası (patematör) ile tek memenin dağılımı belirlenebildiği gibi, yan yana birbirini örtecek şekilde bağlanmış iki ya da daha fazla sayıda memenin dağılımı da belirlenebilir. Dağılım tekrürü nedeniyle yeknesaklık katsayıları hesaplanırken iki meme eksenindeki dağılımın dikkate alınması yeterli olmaktadır (Zeren 1974). Bu işlemin uzun sürmesi ve zorluğu nedeniyle tek memeye ait dağılım belirlendikten sonra, aralıklar kağıt üzerinde seçilerek de aynı girişim şartları elde edilebilir. Değerlendirmelerde tarafımızdan bu metod seçilmiştir.

Dağılım paterninin iki ucu arasındaki mesafeye pülverizasyon alanı (ıslatma alanı) denilirse, tek meme için elde edilen değerlerden gidilerek, seçilen meme aralıkları için girişimler kağıt üzerinde yapılmıştır. Üst üste gelen değerler toplandıktan sonra, bu şekilde elde edilen varyasyon katsayıları analiz edilerek, seçilen çalışma basıncı ve yükseklik şartlarında en büyük yeknesaklık katsayısını veren memeler arasındaki mesafe, uygun meme aralığı olarak belirlenmiştir.

Girişimlerden sonra belirlenen yeknesaklık katsayısı değerleri dikkate alınarak;

YK > 90                      Dağılım iyi

85 > YK > 90              Dağılım orta iyi

YK < 85                      Dağılım kötü olarak değerlendirilebilir. (Zeren 1974)

### 3.2.9. Damlacık dağılımlarının belirlenmesi

Denemeye alınan tarla pülverizatörü memelerinin damlacık dağılımları, suya duyarlı kartlar yardımıyla leke metodu kullanılarak belirlenmiştir.

Deneme materyali memelerle, her meme tipi için seçilen çalışma basıncı kademelerinde 500 mm meme yüksekliğinde püskürtme yapılarak, suya duyarlı kartlarla damlacık örnekleri alınmıştır.

Elde edilen suya duyarlı kartlar üzerindeki damlacık çapları, scanner tekniği (görüntü işleme) ile ölçülmüştür. Karakteristik damla çaplarının saptanmasında kullanılan suya duyarlı kartlar (CIBA-GEIGY water sensitive papers) üzerine alınan damla numuneleri 600 dpi'lik bir scanner ile taranarak bilgisayara aktarılmıştır. Bil-

gisayara aktarılan TIF uzantılı dosyalar, TOAG-828 projesi çerçevesinde geliştirilmiş olan Ölçüm-1 paket programı ile değerlendirilmiştir.

Damlacıkların analizi sonucunda hesapla elde edilen  $d_v$  (Hacimsel ortalama çap) ve  $d_n$  (Sayısal ortalama çap) değerlerinden yararlanılarak, deneme materyali memelerin 500 mm meme yüksekliği ve seçilen basınç kademelerindeki  $r$  (homojenite katsayısı) katsayısı değerleri hesaplanmış, damlacık dağılımlarının tekdüzeliği hakkında bir sonuca varılmıştır.

### 3.2.10. Sonuçların değerlendirilmesi

#### 3.2.10.1. Yeknesaklık katsayılarının hesaplanması

Aşağıda örnek olarak KHM4 memesinin  $3.10^5$  Pa çalışma basıncı ve 400 mm meme yüksekliği şartı için meydana getirdiği dağılımı karakterize eden yeknesaklık katsayısı değeri ile, seçilen meme aralığı şartlarında girişimden sonraki dağılıma ait yeknesaklık katsayıları belirleme metodu verilmiştir. Kareler içinde ml cinsinden verilen rakamlar 60 saniyede ölçüm kaplarında toplanan sıvı miktarları olup, üç ölçümün ortalama değerleridir.

Meme Ekseni  
↓

5.5	9.5	19	32	45.5	58	65	64.5	47.5	42	35	22.5	14	6.5
-----	-----	----	----	------	----	----	------	------	----	----	------	----	-----

Ok işareti meme eksenini göstermektedir. Görüldüğü üzere sıvı 14 ölçüm kabı içinde toplanmıştır. Tek meme için yeknesaklık katsayısı hesaplanırsa;

$$\sum x = 466.5 \text{ ml}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{466.5}{14} = 33.32 \text{ ml}$$

$$\sum x^2 = 21314.75$$

$$(\sum x)^2 = 217622.25$$

$$\frac{(\sum x)^2}{n} = \frac{217622.25}{14} = 15544.44 \text{ olduğuna göre}$$

$$S^2 \text{ (standart sapma)} = \frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n-1} = \frac{21314.75 - 15544.44}{14-1}$$

$$S^2 = 443.87 \Rightarrow S = 21,06$$

$$\text{VK (Varyasyon Katsayısı)} = \frac{S}{\bar{x}} = \frac{21.06}{33.32} = 0,63$$

$$\text{YK (Yeknesaklık Katsayısı)} = (1-\text{VK}) \cdot 100 = (1-0.63) \cdot 100 = \%37 \text{ bulunur.}$$

Meme aralığı seçiminde (B) ıslatma alanı genişliği dikkate alındığına göre, seçilen meme aralıkları  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  ile gösterilirse;

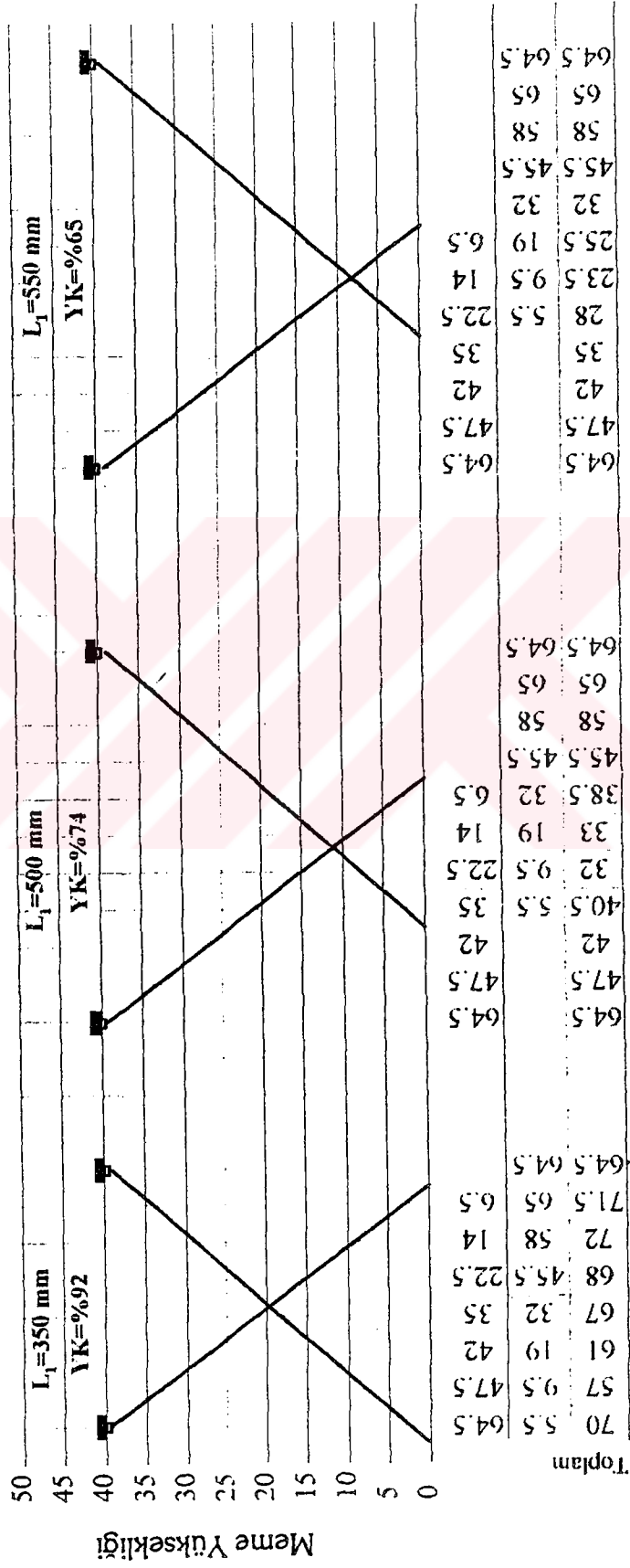
$$L_1 = \frac{B}{2} = \frac{14 \times 50}{2} = \frac{700}{2} = 350 \text{ mm}$$

$$L_2 = \frac{2B}{3} = \frac{2 \times 14 \times 50}{3} = \frac{1400}{3} = 466 \text{ mm}$$

$$L_3 = \frac{3B}{4} = \frac{3 \times 14 \times 50}{4} = \frac{2100}{4} = 525 \text{ mm}$$

Aralıklar 50 mm'lik basamaklarla değiştiği dikkate alınır  $L_2 = 500$  mm,  $L_3 = 550$  mm olarak yuvarlatılır. Bu şartlarda girişim Şekil 3.7'de görüldüğü gibi yapılarak, iki meme aralığı arasındaki dağılım alanı dikkate alınmıştır. Girişim yapıldıktan sonra yukarıda belirtildiği şekilde, seçilen her meme aralığı için, aynı çalışma basıncı ve meme yüksekliği şartlarındaki yeknesaklık katsayıları sırasıyla 92, 74 ve 65 olarak hesaplanmıştır.

Sonuçta KHM4 memesinin  $3 \cdot 10^5$  Pa çalışma basıncı ve 400 mm meme yüksekliğinde en iyi dağılımı  $L_1 = 350$  mm meme aralığında verdiği sonucuna varabiliriz.



Şekil 3.15. Girişimlerin kağıt üzerinde yapılması.

## 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

### 4.1. Hüzme Tipleri ve Hüzme Açıları

Araştırmaya konu olan konik hüzmeli memelerde girdap plakası veya deflektör bulunduğundan hüzme tipleri içi boş koniktir.

Konik hüzmeli memelerin  $3 \cdot 10^5$ ,  $5 \cdot 10^5$ ,  $7 \cdot 10^5$  Pa, yelpaze hüzmeli memelerin ise  $2 \cdot 10^5$ ,  $3 \cdot 10^5$  ve  $4 \cdot 10^5$  Pa çalışma basıncı kademelerinde hüzme açıları belirlenmiş ve memelere ait hüzme açısı değerleri Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Denemeye Alınan Memelerin Hüzme Açısı Değerleri.

Meme Anma Adı	Basınç ( $\cdot 10^5$ Pa)	Hüzme Açısı ( $^\circ$ )
KHM1	3	82
	5	86
	7	90
KHM2	3	97
	5	99
	7	101
KHM3	3	81
	5	83
	7	85
KHM4	3	79
	5	80
	7	82
YHM1	2	105
	3	106
	4	107
YHM2	2	98
	3	112
	4	118
YHM3	2	120
	3	121
	4	123
YHM4	2	98
	3	104
	4	110

Çizelge 4.1'de görüldüğü gibi konik hüzmeli memelerin hüzmeye açısı değerleri  $81^\circ \dots 101^\circ$ , yelpaze hüzmeli memelerin ise  $98^\circ \dots 118^\circ$  arasında değişmektedir.

Çizelge 4.1'de de görüldüğü üzere araştırma materyali konik ve yelpaze hüzmeli memelerde çalışma basıncı artışına paralel olarak hüzmeye açısı değerlerinde belli bir artış gözlenmiştir. Bunun sonucunda literatür bulguları ışığında, gerek konik hüzmeli, gerekse yelpaze hüzmeli tarla pülverizatörü memelerinde hüzmeye açısı değerleri ile çalışma basıncı artışı arasında doğrusal bir ilişkinin varolduğunu söyleyebiliriz. Yağcıoğlu (1993)'e göre meme deliği çapı ve çalışma basıncının artışına bağlı olarak hüzmeye açısı değerleri de artmaktadır.

Araştırma sonucunda, bütün basınç kademelerinde en büyük hüzmeye açısı değerlerini, konik hüzmeli memeler içerisinde KHM2 memesi, yelpaze hüzmeli memeler içerisinde ise YHM3 memesi göstermiştir. Bu durumu, KHM2 ve YHM3 memelerinin meme delik çaplarının diğer memelere kıyasla daha büyük bir değerde olmalarına bağlayabiliriz.

#### **4.2. Meme verdileri**

Denemeye alınan konik hüzmeli memelerin  $3 \cdot 10^5$ ,  $5 \cdot 10^5$  ve  $7 \cdot 10^5$  Pa, yelpaze hüzmeli memelerin ise  $2 \cdot 10^5$ ,  $3 \cdot 10^5$  ve  $4 \cdot 10^5$  Pa çalışma basıncı kademelerindeki meme verdileri Cetvel 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2'ye göre konik hüzmeli memelerin meme verdileri  $0.455 \dots 2.293$  lt/min, yelpaze hüzmeli memelerin ise  $1.571 \dots 2.594$  lt/min arasında değişmiştir.

Çizelge 4.2'nin incelenmesinden de görüleceği üzere gerek konik hüzmeli gerekse yelpaze hüzmeli tarla pülverizatörü memelerinde meme verdileri çalışma basıncına bağlı olarak artış göstermektedir. Yağcıoğlu (1993)'e göre meme deliği çapı ve çalışma basıncı arttırıldığında memenin verdisi artmaktadır.

Çizelge 4.2. Denemeye Alınan Memelerin Meme Verdisi Değerleri.

Meme Anma Adı	Basınç ( $\cdot 10^5$ Pa)	Meme Verdisi (lt/min)
KHM1	3	0.455
	5	0.582
	7	0.680
KHM2	3	1.565
	5	1.949
	7	2.293
KHM3	3	0.880
	5	1.121
	7	1.305
KHM4	3	0.474
	5	0.601
	7	0.710
YHM1	2	1.840
	3	2.207
	4	2.594
YHM2	2	1.756
	3	2.259
	4	2.753
YHM3	2	1.859
	3	2.143
	4	2.478
YHM4	2	1.571
	3	1.821
	4	2.049

Denemeye alınan konik hüzmeli memeler içerisinde bütün çalışma basıncı kademelerinde en büyük verdi değerlerini gösteren meme KHM2 memesidir. Bu durum, KHM2 memesinin meme delik çapı ölçüsünün diğer memelere kıyasla daha büyük bir değerde olmasına bağlayabiliriz. En küçük verdi değerleri ise, KHM1 ve KHM4 memelerinde olmuştur. Bunu da diğer memelere göre meme delik çaplarının daha küçük değerde olmasına bağlayabiliriz.

Yelpaze hüzmeli memelerden ise YHM2 memesi çift hüzmeli olduğundan bütün çalışma basıncı kademelerinde, diğer yelpaze hüzmeli memelere kıyasla daha büyük verdi değerleri göstermiştir.

### 4.3. Hacimsel Dağılım Düzgünlüğü

#### 4.3.1. Tek memede hacimsel dağılım düzgünlüğü

Araştırma materyali olarak seçilen konik ve yelpaze hüzmeli memelerde hacimsel dağılım masası (paternatör) ile tek meme için çalışma basıncı ve meme yüksekliklerine bağlı olarak belirlenen dağılımlara ait yeknesaklık katsayılarının büyüklük değerlerine göre sınıflandırılması Çizelge 4.3 ve 4.4'de, dağılımlar için yapılan varyans analizi ve Duncan testi sonuçları ise ek Çizelge 1...15 arasında verilmiştir.

Çizelge 4.3. Tek Meme İçin Seçilen Basınlara Göre Değişik Yükseklikler İçin Elde Edilen Dağılımlarda Yeknesaklık Katsayıları Değerlerinin % Dağılımları.

Meme Tipi	Basınç (.10 <sup>5</sup> Pa)	60≥YK>50	50≥YK>40	40≥YK>30	30≥YK>20
KHM	3	16.6	41.6	16.6	25.0
	5	25.0	50.0	—	25.0
	7	58.3	25.0	8.3	8.3
YHM	2	33.3	25.0	41.6	—
	3	25.0	41.6	33.3	—
	4	16.6	33.3	50.0	—



Çizelge 4.4. Tek Meme İçin Seçilen Yüksekliklere Göre Değişik Basınçlar İçin Elde Edilen Dağılımlarda Yeknesaklık Katsayıları Değerlerinin % Dağılımları.

Meme Tipi	Basınç (.10 <sup>5</sup> Pa)	60≥YK>50	50≥YK>40	40≥YK>30	30≥YK>20
KHM	400	25.0	33.3	16.6	25.0
	500	33.3	33.3	16.6	16.6
	600	33.3	50.0	—	16.6
YHM	400	—	41.6	58.3	—
	500	33.3	33.3	33.3	—
	600	41.6	33.3	16.6	8.3

Çizelge 4.3'de görüleceği üzere memelerde dikkate alınan herhangi bir çalışma basıncında seçilen bütün yükseklikler için dağılımlarda belirlenen yeknesaklık katsayısı değerleri, meme tipine bağlı olarak farklılıklar göstermektedir.

Konik hüzmeli memelerde tek memenin dağılım düzgünlüğü basınç arttıkça artmaktadır (Ek Çizelge 3). Ayrıca konik hüzmeli memelerde, çalışma basınçlarına yapılan duncan testi sonuçlarına göre, çalışma basınçları arasındaki fark istatistiki bakımdan önemli bulunmuştur (Ek Çizelge 1). Ölçülen yüksekliklerde, düşük basınçlarda daha düşük yeknesaklık katsayıları elde edilirken, basınç arttıkça yeknesaklık katsayıları değerleri daha büyük değerler almaktadır. Örneğin  $60 \geq YK > 50$  sınır değerinde  $3 \cdot 10^5$  Pa basınç için %16.6 oranında yeknesaklık katsayısı oranı elde edilirken, basıncın  $7 \cdot 10^5$  Pa'a yükseltilmesi durumunda bu oran %58.3 değerine ulaşmaktadır. Yine düşük yeknesaklık katsayılarının toplandığı  $30 \geq YK > 20$  sınırında  $3 \cdot 10^5$  Pa basınç için %25 oranında yeknesaklık katsayısı elde edilirken, basıncın artmasıyla bu sınır içerisine giren düşük değerli ve kötü dağılımı temsil eden yeknesaklık katsayısı oranı %8.3'e düşmektedir.

Bu durum yelpaze hüzmeli memelerde tamamen farklıdır. Yelpaze hüzmeli memelerde basınç artışına paralel olarak dağılım düzgünlüğü bozulmaktadır (Ek Çi-

zelge 11).  $40 \geq YK > 30$  sınırına giren ve kötü dağılımı niteleyen yeknesaklık katsayısı oranının basınçla birlikte bir miktar artması, dağılımın basınca bağlı olarak kısmen kötüleştiğini göstermektedir.

Çizelge 4.4'de ise konik ve yelpaze hüzmeli tek memede dikkate alınan herhangi bir meme yüksekliğinde seçilen bütün basınçlardaki dağılımı temsil eden yeknesaklık katsayılarının büyüklük değerlerine göre sınıflandırılması verilmiştir.

Konik hüzmeli memelerde yükseklik arttıkça dağılım kısmen de olsa iyileşmektedir (Ek Çizelge 4). Fakat bu iyileşme basınç artışıdaki iyileşme kadar değildir. Yüksek yeknesaklık katsayılarının toplandığı  $60 \geq YK > 50$  sınır değerinde, 400 mm meme yüksekliğinde %25 oranında yeknesaklık katsayısı kümelendiği halde, yükseklik arttıkça, konik hüzmeli memelerde bu oran %33.3 sınır değerine ulaşmaktadır. Bu durum bize konik hüzmeli tarla pülverizatörü memelerinde dağılım düzgünlüğünün yükseklik artışına bağlı olarak kısmen iyileştiğini göstermektedir. Zeren (1974)'de yaptığı araştırmada benzer sonuca varmıştır.

Yelpaze hüzmeli memelerde yükseklik artışına bağlı olarak bu tip memelerin hacimsel dağılım düzgünlüklerinde, konik hüzmeli memelerde olduğu gibi iyileşme görülmektedir (Ek Çizelge 12). Fakat bu iyileşme konik hüzmeli memelerden fazladır. Bunu da yapısal özellikteki farklılıklara bağlayabiliriz. Yüksek yeknesaklık katsayılarının toplandığı  $60 \geq YK > 50$  aralığında, 400 mm meme yüksekliğinde hiç yeknesaklık katsayısı kümelenmediği halde, yükseklik 600 mm'ye çıkarıldığında bu oran %41.6 değerine ulaşmaktadır.

Uygulamada kullanılan optimal çalışma basıncının konik hüzmeli tarla pülverizatörü memelerinde  $5 \cdot 10^5$  Pa ve yelpaze hüzmeli memelerde  $3 \cdot 10^5$  Pa olduğu varsayılırsa (Mutaf 1973 ve Zeren 1974) seçilen meme yüksekliklerine bağlı olarak her memeye ait yeknesaklık katsayıları değerleri Çizelge 4.5 ve 4.6'da verilmiştir. Daha öncede genel olarak açıklandığı gibi gerek konik hüzmeli memelerde, gerekse yelpaze hüzmeli memelerde yeknesaklık katsayıları değerlerinin meme yüksekliği artışına bağlı olarak yükselmesi Çizelge 4.5 ve 4.6'da görülmektedir.

Çizelge 4.5.  $5 \cdot 10^5$  Pa Çalışma Basıncı İçin Konik Hüzmeli Tek Memede Çeşitli Yüksekliklerde Elde Edilen Yeknesaklık Katsayıları Değerleri (%).

Meme Anma Adı	Basınç ( $\cdot 10^5$ Pa)	Meme Yükseklikleri (mm)		
		400	500	600
KHM1	5	50	55	47
KHM2	5	30	27	39
KHM3	5	52	48	56
KHM4	5	45	49	44

Çizelge 4.6.  $3 \cdot 10^5$  Pa Çalışma Basıncı İçin Yelpaze Hüzmeli Tek Memede Çeşitli Yüksekliklerde Elde Edilen Yeknesaklık Katsayıları Değerleri (%).

Meme Anma Adı	Basınç ( $\cdot 10^5$ Pa)	Meme Yükseklikleri (mm)		
		400	500	600
YHM1	3	42	45	51
YHM2	3	33	37	32
YHM3	3	35	45	43
YHM4	3	49	54	57

Optimal çalışma basıncı kademesinde KHM2 memesi bütün yüksekliklerde en düşük dağılım yeknesaklığı değerlerini vermektedir. Buna karşılık KHM1 memesinde diğer memelere kıyasla daha yüksek yeknesaklık katsayıları değerleri elde edilmektedir. Yelpaze hüzmeli memelerde ise yüksek değerler aynalı tipte olan YHM4 memesinde küçük değerler ise YHM2 memesinde elde edilmiştir.

Uygulamada meme yüksekliğinin her iki meme tipinde de 500 mm olduğu kabul edilirse (Zeren 1974), denemelerde dikkate alınan çalışma basınçlarına göre tek meme dağılımını temsil eden yeknesaklık katsayıları değerleri Çizelge 4.7 ve 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. 500 mm Meme Yüksekliği İçin Konik Hüzneli Tek Memede Çeşitli Basınlarda Elde Edilen Yeknesaklık Katsayıları Değerleri (%).

Meme Anma Adı	Optimal Yükseklik (mm)	Çalışma Basıncı ( $\cdot 10^5$ Pa)		
		3	5	7
KHM1	500	51	55	56
KHM2	500	27	27	35
KHM3	500	44	48	46
KHM4	500	33	49	55

Çizelge 4.8. 500 mm Meme Yüksekliği İçin Yelpaze Hüzneli Tek Memede Çeşitli Basınlarda Elde Edilen Yeknesaklık Katsayıları Değerleri (%).

Meme Anma Adı	Optimal Yükseklik (mm)	Çalışma Basıncı ( $\cdot 10^5$ Pa)		
		2	3	4
YHM1	500	52	45	46
YHM2	500	38	37	31
YHM3	500	47	45	36
YHM4	500	53	54	59

Daha öncede açıklandığı gibi konik hüzneli memelerde basıncın belli bir dereceye kadar artmasıyla yeknesaklık katsayıları değerlerinin büyümesi dağılımının iyileştiğini göstermektedir. Yelpaze hüzneli memelerde ise basınç artması yankılı tipte olan YHM1, YHM2 ve YHM3 memelerini olumsuz yönde, aynalı tipte olan YHM4 memesini olumlu yönde etkilediği yine Çizelge 4.7 ve 4.8'in incelenmesinden anlaşılmaktadır.

Materyal olarak seçile memelerin özellikle konik hüzneli memelerin yapısal özelliklerinin incelenmesi, bu tip memelerin, meme deliği ve helezon gövde yapılarının yeterli düzgünlükte olmadığını göstermiştir. Meme deliğinin pürüzlü olması, deliğin merkezden kaçık açılması, meme plakasının meme başlığı içinde sağa sola kayması ve helisel kanalların yeterli düzgünlükte işlenmemesi konik hüzneli memelerde dağılımı olumsuz yönde etkilemektedir.

Tek memede alınan sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir;

– Konik hüzmeli memelerden KHM1, yelpaze hüzmeli memelerden ise YHM4 memesi genel olarak diğer memelere kıyasla daha iyi bir dağılım göstermişlerdir (Ek Çizelge 2 ve 10).

– Konik hüzmeli memelerde tek meme için dağılım basınç arttıkça iyileşmekte, yelpaze hüzmeli memelerde ise kötüleşmektedir (Ek Çizelge 3 ve 11).

– Yükseklik artışı tek meme dağılımında gerek konik hüzmeli, gerekse yelpaze hüzmeli memelerde olumlu etki yapmıştır. Fakat bu olumlu etki yelpaze hüzmeli memelerde, konik hüzmeli memelere kıyasla daha fazladır (Ek Çizelge 4 ve 12).

– Meme tiplerine uygulanan farklı çalışma basıncı şartlarında en iyi dağılım  $7.10^5$  Pa çalışma basıncında KHM1 memesinde, yelpaze hüzmeli memelerden ise YHM4 memesiyle  $3.10^5$  Pa çalışma basıncında elde edilmiştir (Ek Çizelge 5 ve 13).

– Meme tiplerine uygulanan farklı meme yüksekliği şartlarında ise, konik hüzmeli memelerden KHM1 memesi 400 mm meme yüksekliğinde, yelpaze hüzmeli memelerden ise YHM4 memesi 600 mm meme yüksekliğinde en iyi sonucu vermişlerdir (Ek Çizelge 6 ve 14).

– Farklı çalışma basıncı ve meme yüksekliği durumunda ise konik hüzmeli memeler en iyi dağılımı  $7.10^5$  Pa çalışma basıncı ve 500 mm meme yüksekliğinde, yelpaze hüzmeli memeler ise  $2.10^5$  Pa çalışma basıncı ve 600 mm meme yüksekliğinde vermişlerdir (Ek Çizelge 7 ve 15).

– Meme tiplerine uygulanan farklı çalışma basıncı ve yükseklik şartlarında ise konik hüzmeli memelerden KHM3 memesi  $5.10^5$  Pa çalışma basıncı ve 600 mm meme yüksekliğinde diğer konik hüzmeli memelere kıyasla en iyi dağılımı vermiştir. En kötü dağılıma ise KHM2 memesinde rastlanmıştır (Ek Çizelge 8).

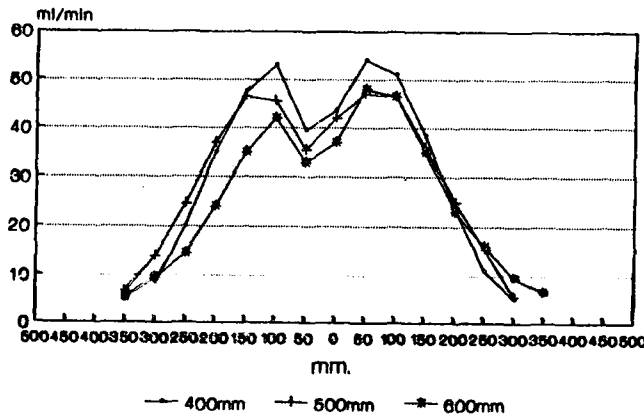
Yelpaze hüzmeli memelerde ise en iyi sonucu  $4.10^5$  Pa çalışma basıncı ve 500 mm meme yüksekliği şartlarında YHM4 memesi vermiştir. En kötü dağılıma ise YHM2 memesinde rastlanmıştır (Ek Çizelge 16).

#### 4.3.1.1. Memelere ait dağılım paternleri

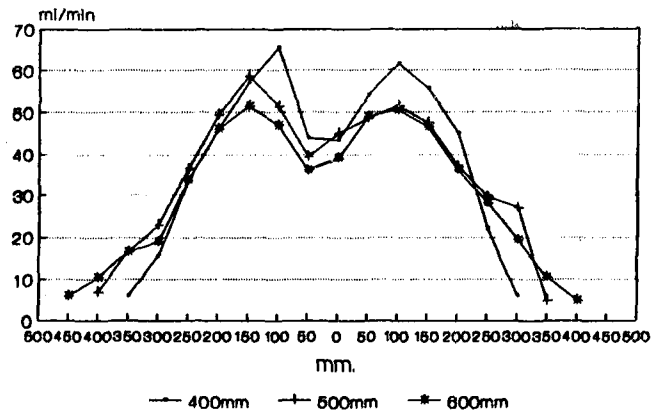
Araştırmaya konu olan konik hüzmeli tarla pülverizatör memelerinin dağılım paternleri  $3 \cdot 10^5$ ,  $5 \cdot 10^5$  ve  $7 \cdot 10^5$  Pa, yelpaze hüzmeli tarla pülverizatör memelerinin dağılım paternleri  $2 \cdot 10^5$ ,  $3 \cdot 10^5$  ve  $4 \cdot 10^5$  Pa çalışma basınçlarında ve 400, 500, 600 mm meme yüksekliklerinde belirlenmiş olup, elde olunan dağılım paternleri Şekil 4.1...4.24'de verilmiştir.

Elde edilen dağılım paternleri incelendiğinde, gerek konik hüzmeli gerekse yelpaze hüzmeli tarla pülverizatör memelerinin dağılım paternleri düşük basınçlarda genellikle üçgen şeklinde olmaktadır. Basınç yükseldikçe dağılım paternleri hüzmeye açısına bağlı olarak genişlemekte ve şekilleri de genellikle yamuk şeklini almaktadır.

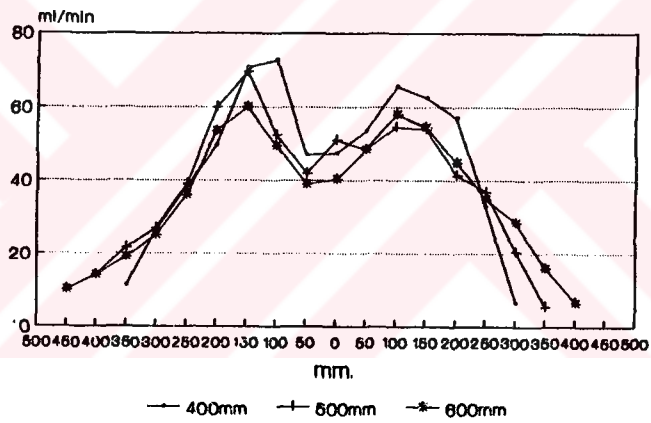
Meme yüksekliğinin dağılım paternine etkisinin az olduğu, çalışma basıncının ise dağılım paternine etkisinin çok olduğu yine şekillerde açık bir şekilde görülmektedir. Çalışma basıncı dağılım paterninin şekline etki ederek pülverizasyon alanını genişletmekte ve dağılımdaki değişim sınırı azalmaktadır.



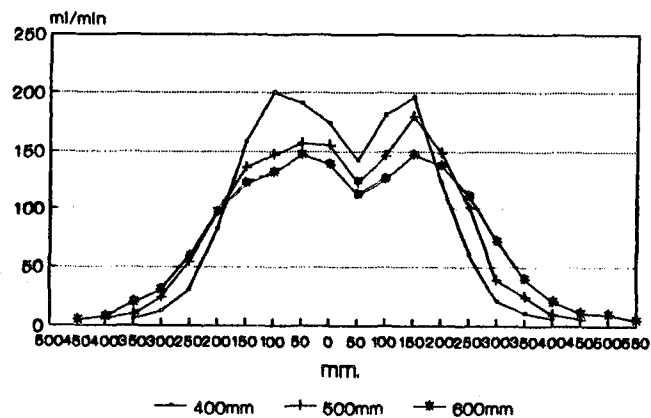
Şekil 4.1. KHM1 memesinin  $3 \cdot 10^5$  Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri .



Şekil 4.2. KHM1 memesinin  $5.10^5$  Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.

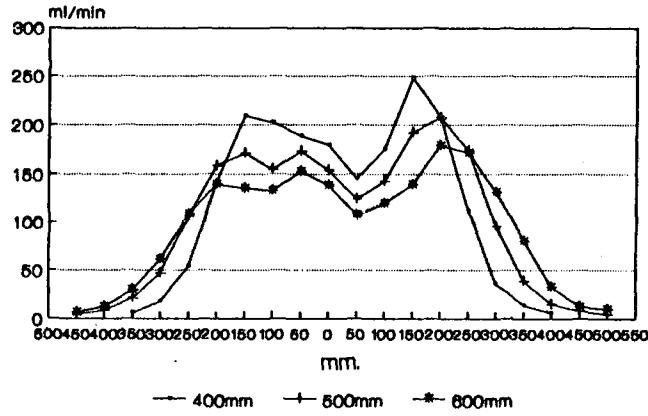


Şekil 4.3. KHM1 memesinin  $7.10^5$  Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.

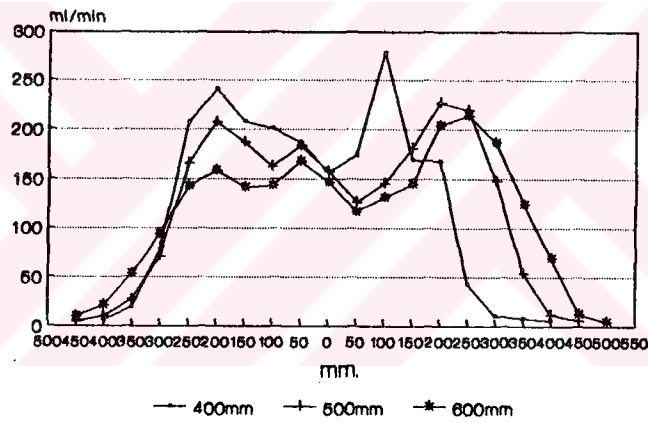


Şekil 4.4. KHM2 memesinin  $3.10^5$  Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.

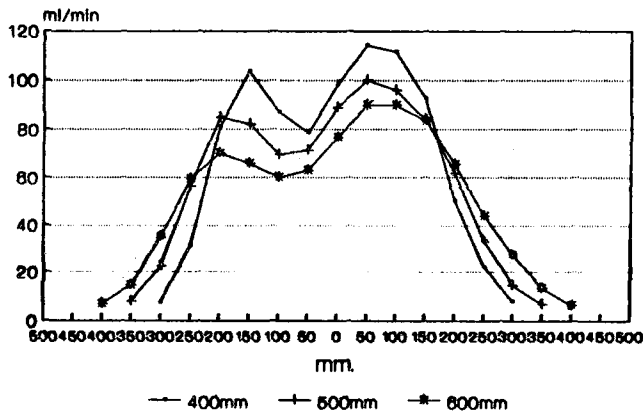




Şekil 4.5. KHM2 memesinin  $5.10^5$  Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.

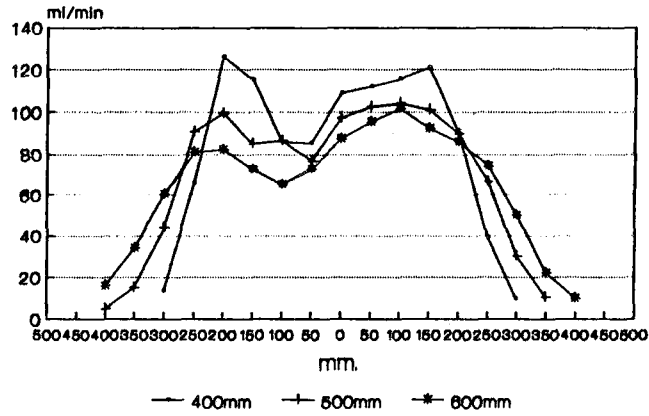


Şekil 4.6. KHM2 memesinin  $7.10^5$  Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.

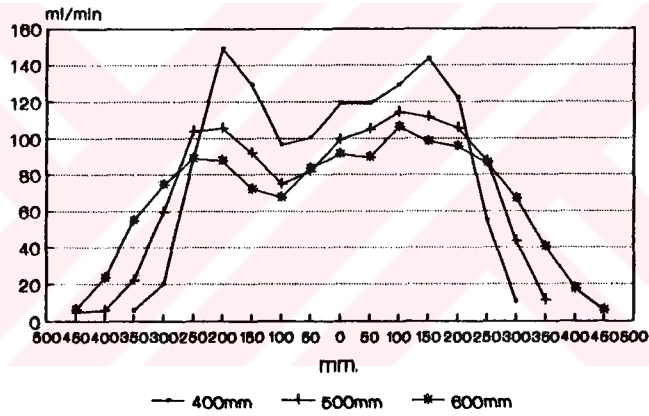


Şekil 4.7. KHM3 memesinin  $3.10^5$  Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.

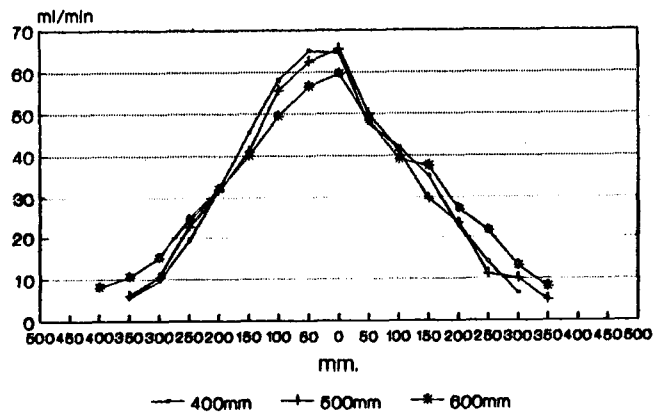




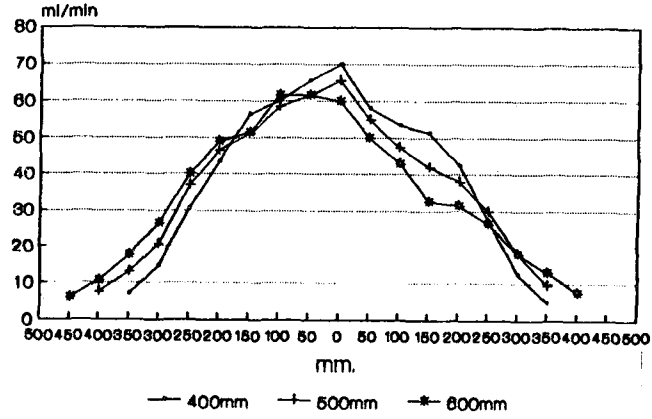
Şekil 4.8. KHM3 memesinin  $5.10^5$  Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.



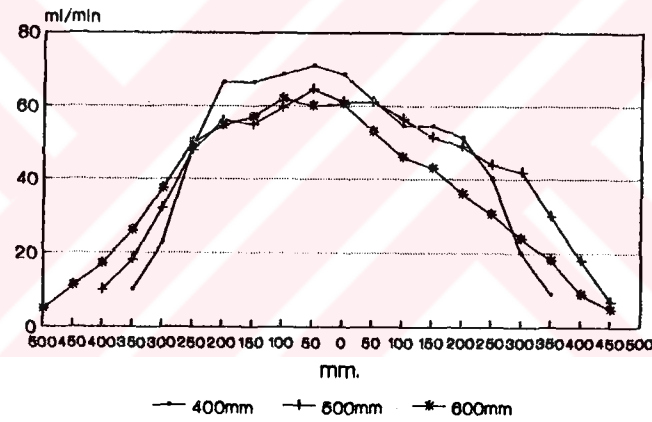
Şekil 4.9. KHM3 memesinin  $7.10^5$  Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.



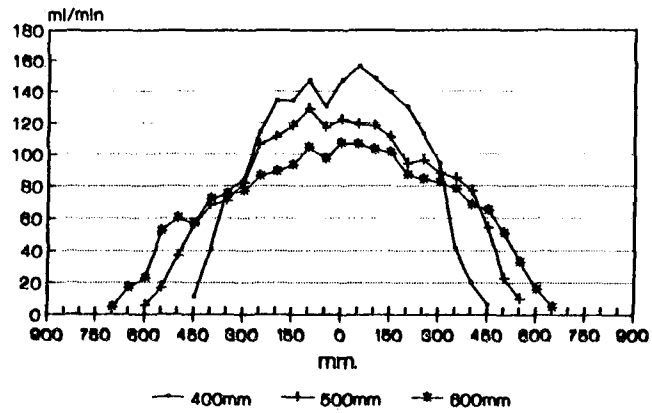
Şekil 4.10. KHM4 memesinin  $3.10^5$  Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.



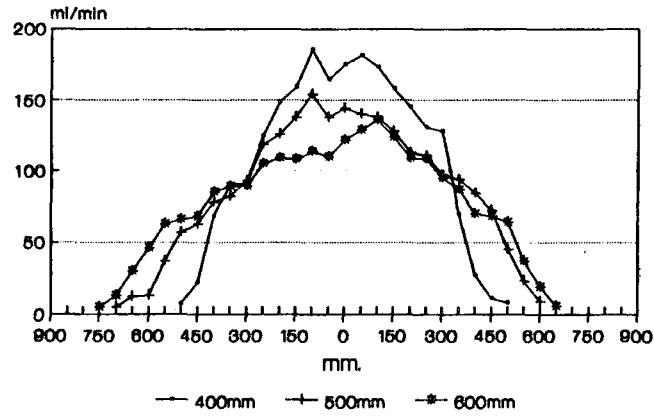
Şekil 4.11. KHM4 memesinin  $5.10^5$  Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.



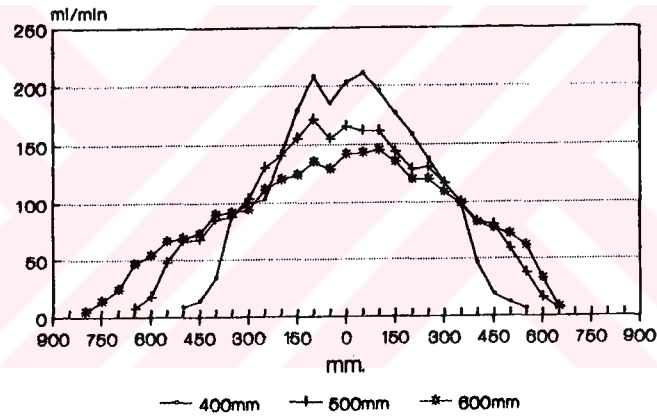
Şekil 4.12. KHM4 memesinin  $7.10^5$  Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.



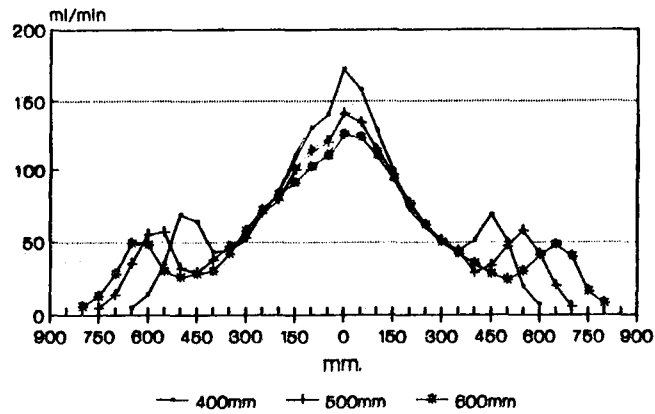
Şekil 4.13. YHM1 memesinin  $2.10^5$  Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.



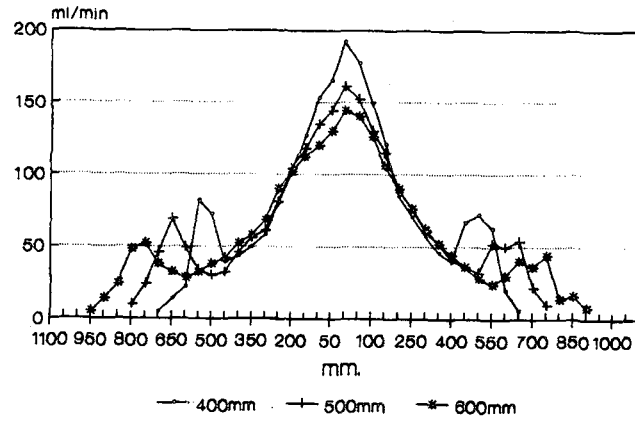
Şekil 4.14. YHM1 memesinin  $3.10^5$  Pa çalışma basıncındaki dağılım patemleri.



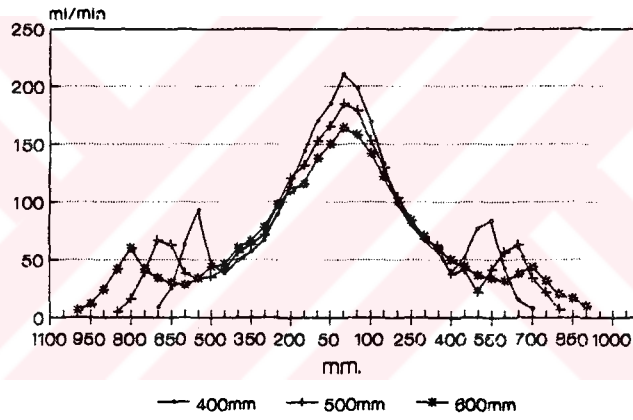
Şekil 4.15. YHM1 memesinin  $4.10^5$  Pa çalışma basıncındaki dağılım patemleri.



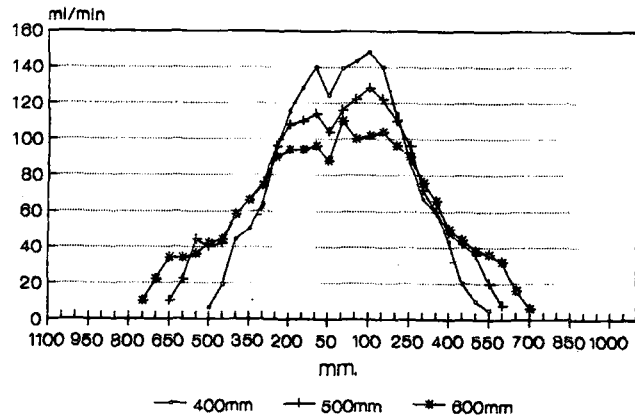
Şekil 4.16. YHM2 memesinin  $2.10^5$  Pa çalışma basıncındaki dağılım patemleri.



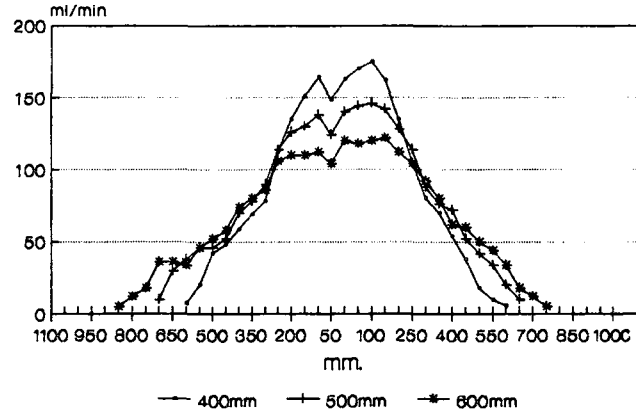
Şekil 4.17. YHM2 memesinin  $3.10^5$  Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.



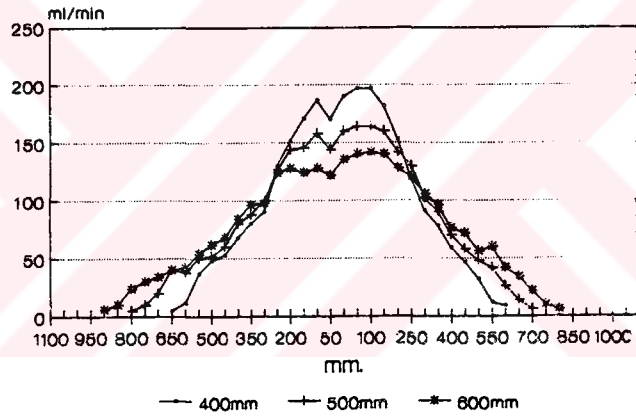
Şekil 4.18. YHM2 memesinin  $4.10^5$  Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.



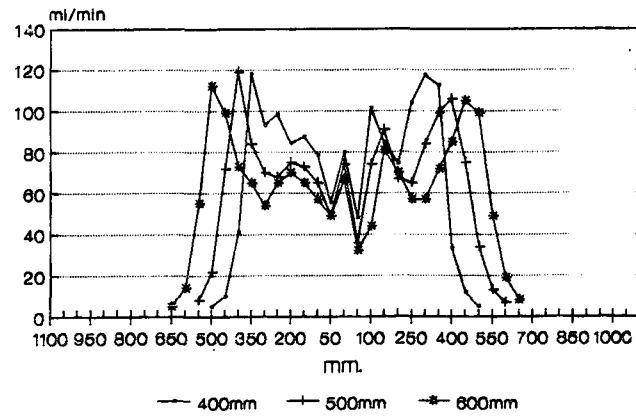
Şekil 4.19. YHM3 memesinin  $2.10^5$  Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.



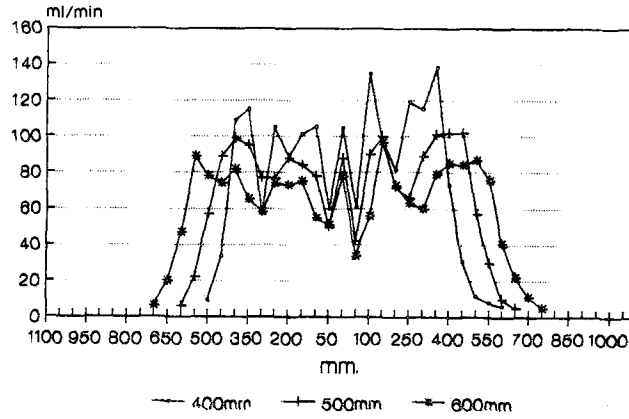
Şekil 4.20. YHM3 memesinin  $3.10^5$  Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.



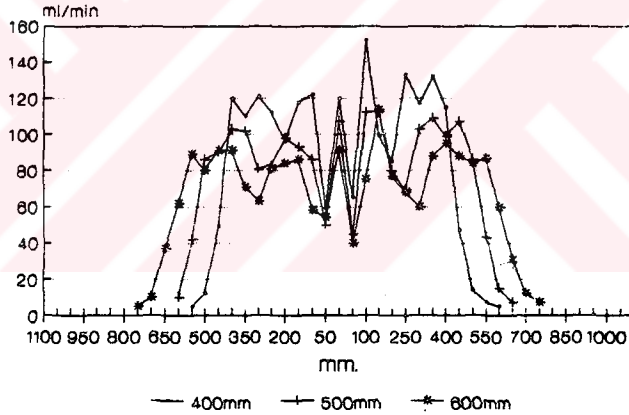
Şekil 4.21. YHM3 memesinin  $4.10^5$  Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.



Şekil 4.22. YHM4 memesinin  $2.10^5$  Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.



Şekil 4.23. YHM4 memesinin  $3.10^5$  Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.



Şekil 4.24. YHM4 memesinin  $4.10^5$  Pa çalışma basıncındaki dağılım paternleri.

#### 4.3.2. Seçilen meme aralıklarında elde edilen dağılım düzgünlükleri

Islatma alanı genişliğine bağlı olarak seçilen  $L_1 = B/2$ ,  $L_2 = 2B/3$  ve  $L_3 = 3B/4$  meme aralıklarında, öngörülen çalışma basınçlarında deneme materyali konik ve yelpaze hüzmeli memelerde değişik yükseklikler için elde edilen dağılımlara ait yeknesaklık katsayılarının büyüklük değerlerine göre sınıflandırılmaları Çizelge 4.9, 4.10 ve 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.9. B/2 Meme Aralığında Seçilen Basınlara Göre Değişik Yükseklikler İçin Elde Edilen Dağılımlarda Yeknesaklık Katsayıları Değerlerinin % Dağılımları.

Meme Tipi	Basınç ( $\cdot 10^5$ Pa)	$100 \geq YK > 90$	$90 \geq YK > 80$	$80 \geq YK > 70$	$70 \geq YK > 60$	$60 \geq YK > 50$	$50 \geq YK > 40$
KHM	3	25.0	33.3	41.6	—	—	—
	5	16.6	8.3	41.6	25.0	—	—
	7	8.3	8.3	33.3	50.0	—	—
YHM	2	16.6	33.3	25.0	8.3	16.6	—
	3	25.0	25.0	25.0	25.0	—	—
	4	41.6	8.3	25.0	25.0	—	—

Çizelge 4.10. 2B/3 Meme Aralığında Seçilen Basınlara Göre Değişik Yükseklikler İçin Elde Edilen Dağılımlarda Yeknesaklık Katsayıları Değerlerinin % Dağılımları.

Meme Tipi	Basınç ( $\cdot 10^5$ Pa)	$100 \geq YK > 90$	$90 \geq YK > 80$	$80 \geq YK > 70$	$70 \geq YK > 60$	$60 \geq YK > 50$	$50 \geq YK > 40$
KHM	3	8.3	50.0	33.3	8.3	—	—
	5	8.3	58.3	25.0	8.3	—	—
	7	8.3	66.6	16.6	8.3	—	—
YHM	2	25.0	25.0	16.6	8.3	8.3	16.6
	3	8.3	33.3	8.3	33.3	16.6	—
	4	8.3	25.0	16.6	50.0	—	—

Çizelge 4.11. 3B/4 Meme Aralığında Seçilen Basıncılara Göre Değişik Yükseklikler İçin Elde Edilen Dağılımlarda Yeknesaklık Katsayıları Değerlerinin % Dağılımları.

Meme Tipi	Basınç ( $\cdot 10^5$ Pa)	$100 \geq YK > 90$	$90 \geq YK > 80$	$80 \geq YK > 70$	$70 \geq YK > 60$	$60 \geq YK > 50$	$50 \geq YK > 40$
KHM	3	—	16.6	33.3	16.6	33.3	—
	5	—	50.0	33.3	16.6	—	—
	7	—	75.0	8.3	8.3	8.3	—
YHM	2	—	25.0	25.0	16.6	33.3	—
	3	—	8.3	58.3	8.3	16.6	8.3
	4	—	—	50.0	25.0	25.0	—

Çizelge 4.9'un incelenmesinden görüleceği üzere  $L_1 = B/2$  meme aralığında  $100 \geq YK > 90$  sınırında, konik hüzmeli memelerde basınç arttıkça, değişik yükseklikler için dağılım kısmen kötüleşmektedir. Örneğin  $3 \cdot 10^5$  Pa basınçta iyi dağılımı niteleyen  $100 \geq YK > 90$  sınırında yeknesaklık katsayıları oran %25.0 iken, bu oran basınç  $7 \cdot 10^5$  Pa'a çıkartıldığında %8.3'e düşmektedir. Bu durum dağılımın, basıncın artmasına paralel olarak kötüleştiğini ifade etmektedir. Zeren (1974)'de yaptığı araştırmada basınç artışının dağılım düzgünlüğünü kötüleştirdiğini bildirmektedir.

Yelpaze hüzmeli memelerde ise  $100 \geq YK > 90$  sınır değerinde basınç arttıkça dağılım düzgünlüğü hızla iyileşmektedir. Aynı zamanda iyi dağılımı niteleyen  $100 \geq YK > 90$  sınırında ve  $L_1 = B/2$  meme aralığında konik hüzmeli memelerde yeknesaklık katsayıları oranı en fazla %25 iken, yelpaze hüzmeli memelerde bu oran %41.6'ya kadar yükselmektedir.

Seçilen meme aralığı  $L_2 = 2B/3$  değerine yükseltirse, bu meme aralığında, konik hüzmeli memelerde basınç artışının dağılıma fazla etkisinin olmadığı, yelpaze



hüzmeli memelerde ise bu artışın kısmen de olsa dağılım düzgünlüğünü bozduğu Çizelge 4.10'da görülmektedir.

Meme aralığı  $L_3 = 3B/4$  mesafesine çıkartılırsa, Çizelge 4.11'den de görüleceği üzere, gerek konik, gerekse yelpaze hüzmeli memelerde, seçilen diğer meme aralıkları mesafelerine göre, dağılım düzgünlüğü daha da kötü bir durum kazanmaktadır. Dağılım düzgünlüklerinde görülen bu kötüleşme, yelpaze hüzmeli memelerde, konik hüzmeli memelere kıyasla daha fazladır. Özellikle yelpaze hüzmeli memelerde meme aralığının ıslatma alanı genişliğinin yarısı kadar seçilmesi, uygulama sırasında yükseklik ve basınç değişimlerinin etkisini yok ettiği gibi, her yükseklik şartlarında iyi bir dağılım düzgünlüğü elde edileceği sonucuna varılmaktadır.

Seçilen yüksekliklerde konik ve yelpaze hüzmeli memelerde değişik basınçlar için belirlenen dağılımlara ait yeknesaklık katsayılarının büyüklük değerlerine göre sınıflandırılmaları Çizelge 4.12, 4.13 ve 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. B/2 Meme Aralığında Seçilen Yüksekliklere Göre Değişik Basınçlar İçin Elde Edilen Dağılımlarda Yeknesaklık Katsayıları Değerlerinin % Dağılımları.

Meme Tipi	Meme Yüksekliği (mm)	Yeknesaklık Katsayıları Değerlerinin % Dağılımları					
		$100 \geq YK > 90$	$90 \geq YK > 80$	$80 \geq YK > 70$	$70 \geq YK > 60$	$60 \geq YK > 50$	$50 \geq YK > 40$
KHM	400	8.3	16.6	25.0	41.6	—	—
	500	8.3	25.0	41.6	25.0	—	—
	600	33.3	8.3	41.6	16.6	—	—
YHM	400	33.3	16.6	25.0	16.6	8.3	—
	500	33.3	16.6	25.0	25.0	—	—
	600	25.0	25.0	25.0	16.6	8.3	—

Çizelge 4.13. 2B/3 Meme Aralığında Seçilen Yüksekliklere Göre Değişik Basınçlar İçin Elde Edilen Dağılımlarda Yeknesaklık Katsayıları Değerlerinin % Dağılımları.

Meme Tipi	Meme Yüksekliği (mm)	$100 \geq YK > 90$	$90 \geq YK > 80$	$80 \geq YK > 70$	$70 \geq YK > 60$	$60 \geq YK > 50$	$50 \geq YK > 40$
KHM	400	8.3	33.3	41.6	16.6	—	—
	500	16.6	50.0	16.6	16.6	—	—
	600	—	91.6	8.3	—	—	—
YHM	400	8.3	16.6	25.0	33.3	16.6	—
	500	25.0	16.6	16.6	33.3	—	8.3
	600	—	50.0	8.3	25.0	8.3	8.3

Çizelge 4.14. 3B/4 Meme Aralığında Seçilen Yüksekliklere Göre Değişik Basınçlar İçin Elde Edilen Dağılımlarda Yeknesaklık Katsayıları Değerlerinin % Dağılımları.

Meme Tipi	Meme Yüksekliği (mm)	$100 \geq YK > 90$	$90 \geq YK > 80$	$80 \geq YK > 70$	$70 \geq YK > 60$	$60 \geq YK > 50$	$50 \geq YK > 40$
KHM	400	—	50.0	16.6	8.3	25.0	—
	500	—	58.3	8.3	25.0	8.3	—
	600	—	33.3	50.0	8.3	8.3	—
YHM	400	—	8.3	33.3	33.3	25.0	—
	500	—	8.3	50.0	16.6	25.0	—
	600	—	16.6	50.0	—	25.0	8.3

Çizelgelerin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, her iki meme tipinde de  $100 \geq YK > 90$  sınırı içerisindeki yeknesaklık katsayısı oranlarının azalması dağılım düzgünlüklerinin kötüleştiğini göstermektedir. Örneğin konik hüzmeli memelerde  $L_1 = B/2$  meme aralığında  $100 \geq YK > 90$  sınırında en yüksek orandaki yeknesaklık

katsayısı oranı %33.3 iken, bu oran  $L_2 = 2B/3$  meme aralığında %16.6'ya,  $L_3 = 3B/4$  meme aralığında ise %0'a kadar düşmektedir. Bu durum yelpaze hüzmeli memeler içinde geçerlidir. Fakat yelpaze hüzmeli memelerde, meme aralığı artışının dağılım düzgünlüğüne olan olumsuz etkisi konik hüzmeli memelere oranla daha fazladır.

Konik ve yelpaze hüzmeli çift memelerde alınan sonuçları şu şekilde özetleyebiliriz;

- Konik hüzmeli memelerden KHM4, yelpaze hüzmeli memelerden ise YHM1 memesi genel olarak diğer memelere kıyasla daha iyi bir dağılım göstermiştir (Ek Çizelge 18 ve 33).

- Gerek konik hüzmeli gerekse yelpaze hüzmeli memelerde çift meme için en iyi dağılımlar optimal çalışma basınçlarında rastlanmıştır (Ek Çizelge 19 ve 34).

- Yükseklik artışı konik hüzmeli memelerde olumlu bir etki yapmıştır. Yelpaze hüzmeli memelerde ise genel olarak en iyi dağılıma 500 mm meme yüksekliğinde rastlanmıştır (Ek Çizelge 20 ve 35).

- Seçilen meme aralıkları içerisinde, konik hüzmeli memeler için en uygun meme aralığı  $2B/3$ , yelpaze hüzmeli memeler için ise  $B/2$ 'dir (Ek Çizelge 21 ve 36).

- Meme tiplerine uygulanan farklı çalışma basıncı şartlarında en iyi dağılıma  $7.10^5$  Pa çalışma basıncında KHM4 memesinde, yelpaze hüzmeli memelerde ise YHM1 memesiyle  $2.10^5$  Pa çalışma basıncında elde edilmiştir (Ek Çizelge 22 ve 37).

- Meme tiplerine uygulanan farklı meme yüksekliği şartlarında ise konik hüzmeli memelerden yine KHM4 memesi 700 mm meme yüksekliğinde, yelpaze hüzmeli memelerden ise YHM1 memesi 500 mm meme yüksekliğinde en iyi sonucu vermişlerdir (Ek Çizelge 23 ve 38).

- Meme tiplerine uygulanan farklı meme aralığı şartlarında en iyi dağılımı konik hüzmeli memelerde KHM4 memesi, yelpaze hüzmeli memelerde ise YHM3 memesi  $B/2$  meme aralığında vermişlerdir (Ek Çizelge 24 ve 39).

– Farklı çalışma basıncı ve meme yüksekliği şartlarında, konik hüzmeli memelerde en yeknesak dağılıma  $5 \cdot 10^5$  çalışma basıncı ve 600 mm meme yüksekliğinde, yelpaze hüzmeli memelerde ise  $3 \cdot 10^5$  çalışma basıncı ve 500 mm meme yüksekliğinde rastlanmıştır (Ek Çizelge 25 ve 40).

– Farklı çalışma basıncı ve meme aralığı durumunda en iyi dağılıma, konik hüzmeli memelerde  $3 \cdot 10^5$  Pa çalışma basıncı ve B/2 meme aralığında, yelpaze hüzmeli memelerde ise  $4 \cdot 10^5$  Pa ve B/2 meme aralığında rastlanmıştır (Ek Çizelge 26 ve 41).

– Farklı meme yüksekliği ve meme aralığı şartlarında konik hüzmeli memelerde en iyi dağılıma 500 mm meme yüksekliği ve 2B/3 meme aralığında, yelpaze hüzmeli memelerde ise en iyi dağılıma 500 mm meme yüksekliği ve B/2 meme aralığında rastlanmıştır (Ek Çizelge 27 ve 42).

– Meme tiplerine uygulanan farklı çalışma basıncı ve meme yüksekliği şartlarında, konik hüzmeli memelerden KHM4 memesi  $7 \cdot 10^5$  Pa çalışma basıncı ve 500 mm yüksekliğinde, yelpaze hüzmeli memelerden ise YHM1 memesi  $3 \cdot 10^5$  Pa çalışma basıncı ve 500 ve 600 mm meme yüksekliklerinde en iyi dağılımları vermişlerdir (Ek Çizelge 28 ve 43).

– Meme tiplerine uygulanan farklı çalışma basıncı ve meme aralıklarında ise, konik hüzmeli memelerden KHM4 memesi  $3 \cdot 10^5$  Pa çalışma basıncı ve B/2 meme aralığında, yelpaze hüzmeli memelerden ise YHM1 memesi  $4 \cdot 10^5$  Pa çalışma basıncı ve B/2 meme aralığında en iyi yeknesak dağılımları vermiştir (Ek Çizelge 29 ve 44).

– Meme tiplerine uygulanan farklı yükseklik ve meme aralığı durumunda en iyi dağılıma konik hüzmeli memelerden KHM4 memesinde, 600 mm meme yüksekliği ve B/2 meme aralığında, yelpaze hüzmeli memelerden ise YHM3 memesinde 400 mm meme yüksekliği ve B/2 meme aralığında rastlanmıştır (Ek Çizelge 30 ve 45).

– Farklı çalışma basıncı, yükseklik ve meme aralığı şartlarında meme tiplerinden, konik hüzmeli memeler en iyi dağılımı  $3 \cdot 10^5$  Pa çalışma basıncı, 600 mm me-

me yüksekliği ve B/2 meme aralığında, yelpaze hüzmeli memeler ise  $4 \cdot 10^5$  Pa alışma basıncı 500 mm meme yüksekliği ve B/2 meme aralığında vermişlerdir (Ek izelge 31 ve 46).

– Farklı yükseklik ve meme aralığı şartlarında, konik hüzmeli memelerde en iyi dağılımları 500 mm meme yüksekliği ve 2B/3 meme aralığında, yelpaze hüzmeli memeler ise B/2 meme aralığında ve 500 mm meme yüksekliğinde rastlanmıştır (Ek izelge 32 ve 47).

#### 4.4. Damlacık apı Dağılımları

Araştırmaya konu olan konik ve yelpaze hüzmeli tarla pülverizatörü memelerine ait karakteristik damla çapları ve damlacık dağılımlarının homojenitesi izelge 4.15 ve 4.16'de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Denemeye Alınan Konik Hüzmeli Memelerin Karakteristik Damla çapları ve Homojenite Katsayısı Değerleri.

Meme An- ma Adı	Yükseklik (mm)	Basıncı ( $\cdot 10^5$ Pa)	$d_v$ ( $\mu$ m)	$d_n$ ( $\mu$ m)	$d_s$ ( $\mu$ m)	r
KHM1	500	3	252	148	224	1.70
		5	246	149	218	1.65
		7	259	163	236	1.58
KHM2	500	3	257	86	213	2.97
		5	321	155	289	2.07
		7	254	86	180	2.94
KHM3	500	3	267	157	180	1.70
		5	268	157	239	1.70
		7	246	145	220	1.69
KHM4	500	3	278	124	250	2.23
		5	294	149	258	1.97
		7	273	149	250	1.83

Çizelge 4.16. Denemeye Alınan Yelpaze Hüzmelî Memelerin Karakteristik Damla Çapları ve Homojenite Katsayısı Değerleri.

Meme An- ma Adı	Yükseklik (mm)	Basınç (.10 <sup>5</sup> Pa)	d <sub>v</sub> (µm)	d <sub>n</sub> (µm)	d <sub>s</sub> (µm)	r
YHM1	500	2	316	149	245	2.12
		3	301	197	279	1.53
		4	334	212	314	1.57
YHM2	500	3	323	179	294	1.80
		4	303	178	294	1.69
		2	324	154	294	2.10
YHM3	500	4	279	162	270	1.72
		3	275	145	270	1.89
		2	298	155	270	1.92
YHM4	500	4	284	149	250	1.90
		2	267	112	210	2.28
		3	234	96	193	2.48

Çizelge 4.15 ve 4.16 incelendiğinde gerek konik hüzmelî gerekse yelpaze hüzmelî tarla pülverizatör memelerinin karakteristik damla çapları ile homojenitelerinin aynı meme yüksekliğinde, çalışma basıncına bağlı olarak değişim gösterdiği görülmektedir.

Yapılan pülverizasyonda meydana gelen damlacık çapları arasındaki sapma miktarı homojenite katsayısı ile ifade edilmektedir (Tunalıgil 1974). Homojenite katsayısı değeri küçüldükçe, diğer bir ifadeyle bire yaklaştıkça pülverizasyon sırasında meydana gelen damlacık çaplarının büyüklüğü birbirine eşit olmaktadır. Pülverizasyon düzgünlüğün bir ifadesi olan homojenite katsayısı (r) değeri, değerlendirmelerde bu açıdan ele alınmıştır.

Çizelge 4.15 ve 4.16'nın incelenmesinden de görüleceği üzere genelde, aynı meme yüksekliğinde çalışma basıncı artarken karakteristik damla çapları küçülmekte ve dağılımların homojenitesi iyileşmektedir. Bu durum, tarla pülverizatörü memelerinde çalışma basıncı arttıkça daha yeknesak bir yüzey örtüsü ile daha iyi bir ilaçlama yapılabileceğini ortaya koymaktadır. Tunalıgil (1974)'e göre, sabit meme yük-

sekliğinde çalışma basıncı arttırıldığında damla çapı dağılımlarının homojenitesi iyileşmektedir.

Konik hüzmeli memeler içerisinde en yüksek homojeniteye KHM1 memesinde rastlanmıştır. KHM1 memesinin girdap hücreesindeki delik sayısı daha fazla ve deliklerin kesit alanları diğer memelere kıyasla daha küçük olduğundan, girdap hücreesindeki sıvının girdap hareketi sırasındaki hızı daha fazla olmakta, dolayısıyla damla büyüklükleri arasındaki sapma azalmaktadır. Bu durum KHM1 memesinin meme deliği çapının diğer memelere kıyasla daha küçük olmasına da bağlanabilir. Meme deliği çapı küçüldükçe, damla büyüklükleri arasındaki sapma azalmaktadır (Yağcıoğlu 1993). Aynı durum yelpaze hüzmeli memelerden YHM1 memesi içinde geçerlidir.

Araştırmaya konu olan memeler içerisinde KHM2 memesi en kötü damlacık dağılımını vermiştir (Çizelge 4.15). Bu durum, bu memeye ait meme deliği çapı ve girdap odası yüksekliğinin diğer memelere kıyasla daha büyük bir değerde olmasına bağlanabilir.

Yapılan değerlendirmeler neticesinde alınan sonuçlar şöyle özetlenebilir:

- Konik hüzmeli memelerin homojeniteleri 1.58...2.97 arasında değişmektedir (Çizelge 4.15).
- Yelpaze hüzmeli memelerin homojeniteleri 1.53...2.48 arasında değişmektedir (Çizelge 4.16).
- Gerek konik hüzmeli gerekse yelpaze hüzmeli memelerde aynı meme yüksekliğinde, çalışma basıncı arttıkça, genelde karakteristik damla çapları küçülmekte ve dağılımların homojenitesi iyileşmektedir.
- Konik hüzmeli memelerde en yüksek homojenite 1.58 ile KHM1 memesinde, en düşük homojenite ise 2.97 ile KHM2 memesinde rastlanmıştır (Çizelge 4.15).
- Yelpaze hüzmeli memelerde en yüksek homojenite 1.53 ile YHM1 memesinde, en yüksek homojenite ise 2.48 ile YHM4 memesinde rastlanmıştır.



## ÖZET

Bu çalışma, ülkemizde mekanik tarla pülverizatörlerinde kullanılan yerli ve yabancı yapımı bazı konik ve yelpaze hüzmeli memelerin hacimsel dağılım düzgünlükleri ve pülverizasyon karakteristiklerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Tesadüfi olarak seçilen yerli ve yabancı yapımı 8 adet meme araştırma materyali olarak alınmıştır.

Denemeye alınan konik ve yelpaze hüzmeli memelerde hacimsel dağılım düzgünlüğüne ve pülverizasyon karakteristiklerine, meme tipi, çalışma basıncı, meme yüksekliği ve meme aralığının etkilerinin belirlenmesi için varyans analizleri yapılmıştır. Varyans analizlerinin önemli çıktığı durumda, bunun hangi seviyeden ileri geldiğini bulmak için de Duncan testi yapılmıştır. Ayrıca denemeye alınan her kombinasyon için (%) yeknesaklık katsayıları hesaplanarak, deneme materyali memelere ait hacimsel dağılım düzgünlükleri değerlendirilmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

- Hüzme açıları, konik hüzmeli memelerde  $79^{\circ}$ ... $101^{\circ}$ , yelpaze hüzmeli memelerde ise  $98^{\circ}$ ... $123^{\circ}$  arasında değişmiştir.
- Meme verimleri, konik hüzmeli memelerde 0.455...2.293 lt/min, yelpaze hüzmeli memelerde 1.571...2.594 lt/min arasında bulunmuştur.
- Pülverizasyon düzgünlüğünün bir ifadesi olan homojenite katsayısı değerleri konik hüzmeli memelerde 1.58..2.97, yelpaze hüzmeli memelerde ise 1.53...2.48 arasında değişmiştir.
- En yüksek homojenite 1.57 ile YHM1 memesinde, en düşük homojenite ise 2.97 ile KHM2 memesinde saptanmıştır. Pülverizasyonun homojenitesi iyileştikçe ortalama çapların değeri birbirine yaklaşmaktadır.
- Hacimsel dağılım düzgünlüğünü ifade eden yeknesaklık katsayıları değerleri, konik hüzmeli memelerde, tek meme de %21..56, çift memede %57...94 arasında, yelpaze hüzmeli memelerde, tek memede %30...58, çift memede ise %44...92 arasında değişmiştir.



– Konik hüzmeli memelerde tek meme için dağılım basınç arttıkça iyileşmekte, yelpaze hüzmeli memelerde ise, dağılım basınç arttıkça yeknesaklıktan uzaklaşmaktadır.

– Yükseklik artışı, tek meme dağılımında her iki meme tipi içinde olumlu etki yapmaktadır. Bu olumlu etki yelpaze hüzmeli memelerde daha fazladır.

– Uygulamadaki optimum basınç ve yükseklik şartlarında konik hüzmeli memelerden KHM1, yelpaze hüzmeli memelerden YHM4 memesi yüksek yeknesaklık katsayısı veren memelerdir. Buna karşılık KHM2, YHM2 memeleri en düşük yeknesak dağılım katsayıları vermektedir.



## 5. KAYNAKLAR

- AKKUŞ, Ş., BAYAT, A., 1994. Mikroneks Püskürtme Başlıklı Sırt Atomizörünün İşletme Karakteristiklerinin Saptanması Üzerine Bir Araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 15. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, 249-260, Antalya.
- AMBERG, A., BUTLER, J., 1969. High Speed Photography as a Tool For Spray Droplet Analysis. ASAE Paper 140.
- ANONYMOUS, 1985. Hidrolik Basıncılı Pülverizatör Memeleri. TS 4280, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- ANONYMOUS, 1986a. Pülverizatörler. Traktöre Asılı TS 4807, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- ANONYMOUS, 1986b. Pülverizatörler. Traktörle Çekilen Kuyruk Milinden Hareket Alan. TS 4808, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- ANONYMOUS, 1992. Tarım İstatistikleri Özeti. Devlet İstatistik Enstitüsü Yayınları, Ankara.
- ANONYMOUS, 1993a. Hektaş Ticaret T.A.Ş. Kataloğu, Antalya.
- ANONYMOUS, 1993b. Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Test Merkezi Deney Raporları, Ankara.
- ARPACI, M., 1971. Ziraatte Kullanılan Püskürtücülerin Damla Çaplarının Tayini. Ziraat Tekniğinin Esasları, Ziraat Makinaları Test ve Araştırma Merkezi Yayın Organı, Sayı: 3, İstanbul.
- BALCI, Y., YAĞCIOĞLU, A., 1994. Sırt Pülverizatörlerinde Kullanılan Bazı Hidrolik Memelerin Volümetrik Dağılım Karakteristikleri. Tarımsal Mekanizasyon 15. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, 231-240, Antalya.
- BAYAT, A., ZEREN, Y., 1991. Hava Akımlı Bahçe Pülverizatörlerinde Düşey Dağılımın Saptanması ve Dağılım Üzerine Etkili Faktörler. Tarımsal Mekanizasyon 13. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, 283-291, Konya.

- BODE, L.E., ve Ark., 1968. Spray Deposit Patterns and Droplet Sizes Obtained From Nozzles Used For Low Volume Application. Transactions of the ASA-E, Vol. 11, No: 6.
- ÇİLİNGİR, T., 1983. Şeker Pancarı Tarımsal Savaşında Turbo Atomizörlerin İlaçlama Karakteristikleri ve İş Başarıları Üzerinde Bir Araştırma Basılmamış Doktora Tezi, Ankara.
- DAVIS, P.F., 1971. The Best Basic Distribution Pattern for A Spray Nozzle or Fertilizer Distributor. Journal of Agricultural Engineering Research, Vol. 16, No: 3, London.
- DELİGÖNÜL, F., SAĞLAM, S., 1991. Klasik Uçak Püskürtme Düzenlerinde Meme Konum Açılarının Dağılıma Olan Etkilerinin Araştırılması. Tarımsal Mekanizasyon 10. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, 292-297, Konya.
- DOĞUŞ, R., TUNALIGİL, B., ÇİLİNGİR, İ., 1984. Tarımsal Savaş Mekanizasyonu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 98, Ders Kitabı: 258, Ankara.
- DURSUN, E., ÇİLİNGİR, İ., 1991a. Pülverizasyon Karakteristikleri ve Buna Etkili Faktörler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1206, Derlemeler: 49, Ankara.
- DURSUN, E., ÇİLİNGİR, İ., 1991b. Tarla Pülverizatörlerinde Elektrostatik Yüklemenin Pülverizasyon Karakteristikleri Üzerine Etkileri. Tarımsal Mekanizasyon 10. Ulusal Kongresi, 312-322, Konya.
- DURSUN, E., ÇİLİNGİR, İ., GÜNER, M., 1994. Tarla Pülverizatörlerinde Koruyuculu Bum Sisteminin İlaç Kayıpları ve İlaç Dağılım Düzgünlüğüne Etkilerinin Belirlenmesi. Tarımsal Mekanizasyon 15. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, 241-248, Antalya.

- DÜZGÜNEŞ, O., KESİCİ, İ., GÜRBÜZ, F., 1983. İstatistik Metodları. Cilt 1. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 861. Ankara.
- DİNLER, T., KARAASLAN, S., 1981. Bitki Koruma Alet ve Makinaları. Zirai Üretim İşletmesi Ziraat Teknik Lisesi ve Mekanizasyon Eğitim Merkezi Müdürlüğü Yayınları, Söke.
- GABRIILIDES, S. Th., 1964. Distribution Patterns in Low Pressure Hydraulic Sprays. Journal of Agricultural Engineering Research, Vol. 9, No: 2.
- GÖHLICH, H., ZASKE, J., 1968. Beeinflussung der Spritzverteilung Durch Düsenart und Düsenanordnung beim Feldspritzen. Landtechnik Heft (6), Lehrte.
- HAMAN, J., NORDBY, A., 1965. Influence of the Eccentric Nozzle Orifice Position on the Spray Pattern and Droplet Size. Journal of Agricultural Engineering Research, Vol. 10, No: 4, London.
- HEBBLETWAITE, P., RICHARDSON, P., 1961. Procedures for Sprayer Testing. A Paper Reprinted from the Journal of the Institution of Agricultural Engineers.
- HEDDEN, O.K., 1961. Spray Drop Sizes and Size Distribution in Pesticide Spray. Transactions of the ASAE, Vol. 4 No: 2, Michigan.
- LILJEDAHL, L.A., STRAIT, J., 1959. Spray Deposits Measured Rapidly. Agricultural Engineering, Vol. 40, No: 6.
- LÜDERS, W., 1970. Pflanzenschutz-Gerätefibel. Aflansenschutzdienst, Baden-Württemberg.
- MATTHEWS, G.A., 1992. Pesticide Application Methods, Longman Scientific and Technical, USA.
- MUSILLAMI, S., 1973. Buses a Fente En Pülverisation Agricole. Etude du CNEE-MA, No: 376, Antony-France.

- MUTAF, E., 1973. Bitki Koruma Makinaları Ders Notları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü Teksir, Bornova-İzmir.
- NORDBY, A., HAMAN, J., 1965. The Effect of the Liquid Cone Form on Spray Distribution of Hollow Cone Nozzles. Journal of Agricultural Engineering Research. Vol. 10, No: 4, London.
- ÖNCÜER, C., 1990. Tarımsal Zararlılarla Savaş Yöntemleri ve İlaçları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Teksir No: 13, Bornova-İzmir.
- ÖZTÜRK, S., 1990. Tarım İlaçları. İstanbul
- RICE, B., CONNOLLY, J., 1969. Quality-Control Limits for the Distribution Patterns of Ground -Crop Sprayer Nozzles- Journal of Agricultural Engineering Research, Vol. 14, No: 4. London.
- SHAHATHA, H.H., 1985. Konik Hüzmeleli Pülverizatör Memelerinin Çeşitli Kullanma Koşullarında Uygunluklarının Belirlenmesi. Basılmamış Doktora Tezi, Ankara.
- TATE, W., JANSSEN, F., 1966. Droplet Size Data for Agricultural Spray Nozzles. Transactions of Agricultural Engineering Vol. 9, No: 3.
- TEZER, E., 1975. Tarla Pülverizatörleri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 106, Derlemeler: 14, Adana.
- TUNALIGİL, B.S., 1974. Çeşitli Tip Yerli Pülverizatör Memelerinin Pülverizasyon Değerleri Üzerinde Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 568, Ankara.
- YAĞCIOĞLU, A., 1993. Bitki Koruma Makinaları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 508, Bornova-İzmir.
- ZASKE, J., 1968. Düsen für die Flüssigkeitzerstaubung. KTL-Arbeitsblatt für Landtechnik, Frankfurt am Main.
- ZEREN, Y., 1974. Mekanik Pülverizatörlerde Kullanılan Konik ve Yelpaze Hüzmeleli Memelerde Dağılım ve Pülverizasyon Karakteristikleri Üzerinde Bir Araştırma. Doktora Tezi, Adana.

- ZEREN, Y., 1978. Konik Hüzmele Meme Tasarımı İçin Gerekli Temel Parametreler ve Bu Parametrelerin Deneysel Yollardan Yararlanılarak Saptanması Üzerinde Bir Araştırma. Doçentlik Tezi. Adana.
- ZEREN, Y., 1985. Yerden Yapılan İlaçlamada Kullanılan Techoma Yapımı Döner Diskli Meme Üzerinde Bir Araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 9. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, 150-165, Adana.
- ZEREN, Y., BAYAT, A., 1986. Elektrostatik Yüklemede Bitki Üzerinde İlaç Tutunma Etkinliğinin Belirlenmesi. Tarımsal Mekanizasyon 10. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, 280-294, Adana.
- ZEREN, Y., 1992. Tarımsal Savaş Mekanizasyonu. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 16, Adana.

## EKLER

Ek Çizelge 1. Konik Hüzmelı Tek Memede Yeknesaklık Katsayısı Değerlerinin  
Çeşitli Parametreler için Varyans Analiz Sonuçları.

Varyans Kaynakları	S.D.	K.T.	K.O.	F
Genel	71	6834.88	—	—
Meme Tipi (M)	3	4415.26	1471.75	821.44**
Basınç (B)	2	1145.08	572.54	319.56**
Yükseklik (Y)	2	13.00	6.50	3.63*
MxB	6	128.03	21.34	11.91**
MxY	6	511.44	85.24	47.58**
BxY	4	9.17	2.29	1.28
MxBxY	12	548.39	45.70	25.51**
Hata	36	64.50	1.79	—

Ek Çizelge 2. Konik Hüzmelı Tek Memede Meme Tiplerine Yapılan Duncan  
Testi Sonuçları.

Meme Tipi	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>
Y.K. (%)	50.39 <sub>a</sub>	30.56 <sub>d</sub>	48.78 <sub>b</sub>	45.11 <sub>c</sub>

Ek Çizelge 3. Konik Hüzmelı Tek Memede Çalışma Basınçlarına Yapılan Duncan  
Testi Sonuçları

Basınç	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>
Y.K. (%)	38.25 <sub>c</sub>	45.21 <sub>b</sub>	47.67 <sub>a</sub>

Ek Çizelge 4. Konik Hüzmeleli Tek Meme Yüksekliklerine Yapılan Duncan Testi Sonuçları.

Yükseklik	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
Y.K. (%)	43.13 <sub>b</sub>	43.88 <sub>ab</sub>	44.13 <sub>a</sub>

Ek Çizelge 5. Konik Hüzmeleli Tek Memede Meme Tipi x Basınç İnteraksiyonuna Yapılan Duncan Testi Sonuçları.

Basınc	Meme Tipi			
	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>
B <sub>1</sub>	46.67 <sub>d</sub>	25.00 <sub>l</sub>	43.33 <sub>e</sub>	38.00 <sub>f</sub>
B <sub>2</sub>	50.33 <sub>c</sub>	32.00 <sub>h</sub>	52.33 <sub>b</sub>	46.17 <sub>d</sub>
B <sub>3</sub>	54.17 <sub>a</sub>	34.67 <sub>g</sub>	50.67 <sub>c</sub>	51.17 <sub>bc</sub>

Ek Çizelge 6. Konik Hüzmeleli Tek Memede Meme Tipi x Yükseklik İnteraksiyonuna Yapılan Duncan Testi Sonuçları.

Yükseklik	Meme Tipi			
	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>
Y <sub>1</sub>	51.00 <sub>b</sub>	26.00 <sub>g</sub>	50.17 <sub>b</sub>	45.33 <sub>cd</sub>
Y <sub>2</sub>	53.50 <sub>a</sub>	29.83 <sub>f</sub>	46.00 <sub>c</sub>	46.17 <sub>c</sub>
Y <sub>3</sub>	46.67 <sub>c</sub>	35.83 <sub>e</sub>	50.17 <sub>b</sub>	43.83 <sub>d</sub>



Ek Çizelge 7. Konik Hüzmelili Tek Memede Basınç x Yükseklik İnteraksiyonuna Yapılan Duncan Testi Sonuçları.

Yükseklik	Basınç		
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>
Y <sub>1</sub>	37.50 <sub>e</sub>	44.38 <sub>d</sub>	47.50 <sub>ab</sub>
Y <sub>2</sub>	38.75 <sub>e</sub>	45.00 <sub>cd</sub>	47.88 <sub>a</sub>
Y <sub>3</sub>	38.50 <sub>e</sub>	46.25 <sub>bc</sub>	47.63 <sub>ab</sub>

Ek Çizelge 8. Konik Hüzmelili Tek Memede Meme Tipi x Basınç x Yükseklik İnteraksiyonuna Yapılan Duncan Testi Sonuçları.

		Meme Tipi			
		M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>
B <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	47.50 <sub>ghi</sub>	22.50 <sub>r</sub>	43.00 <sub>kl</sub>	37.00 <sub>mn</sub>
	Y <sub>2</sub>	50.50 <sub>efg</sub>	27.00 <sub>q</sub>	44.00 <sub>jk/</sub>	33.50 <sub>o</sub>
	Y <sub>3</sub>	42.00 <sub>l</sub>	25.50 <sub>q</sub>	43.00 <sub>kl</sub>	43.50 <sub>jk/</sub>
B <sub>2</sub>	Y <sub>1</sub>	50.00 <sub>efg</sub>	30.00 <sub>p</sub>	52.50 <sub>bcde</sub>	45.00 <sub>ijk/</sub>
	Y <sub>2</sub>	54.50 <sub>abc</sub>	27.50 <sub>pq</sub>	48.50 <sub>fgh</sub>	49.50 <sub>efg</sub>
	Y <sub>3</sub>	46.50 <sub>hij</sub>	38.50 <sub>m</sub>	56.00 <sub>a</sub>	44.00 <sub>jk/</sub>
B <sub>3</sub>	Y <sub>1</sub>	55.50 <sub>ab</sub>	25.50 <sub>q</sub>	55.00 <sub>ab</sub>	54.00 <sub>abcd</sub>
	Y <sub>2</sub>	55.50 <sub>ab</sub>	35.00 <sub>no</sub>	45.50 <sub>ijk</sub>	55.50 <sub>ab</sub>
	Y <sub>3</sub>	51.50 <sub>def</sub>	43.50 <sub>jk/</sub>	51.50 <sub>cdef</sub>	44.00 <sub>jk/</sub>

Ek Çizelge 9. Yalpaze Hüzmeli Tek Memede Yeknesaklık Katsayısı Değerlerinin Çeşitli Parametreler için Varyans Analiz Sonuçları.

Varyans Kaynakları	S.D.	K.T.	K.O.	F
Genel	71	4998.87	—	—
Meme Tipi (M)	3	3348.04	1116.01	2976.04**
Basınç (B)	2	296.58	148.29	395.44**
Yükseklik (Y)	2	653.25	326.63	871.00**
MxB	6	237.75	39.63	105.67**
MxY	6	260.08	43.35	115.59**
BxY	4	4.17	1.04	2.78*
MxBxY	12	185.50	15.46	41.22**
Hata	36	13.50	0.38	—

Ek Çizelge 10. Yalpaze Hüzmeli Tek Memede Meme Tipine Yapılan Duncan Testi Sonuçları.

Meme Tipi	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>
Y.K. (%)	46.61 <sub>b</sub>	33.94 <sub>d</sub>	40.67 <sub>c</sub>	52.28 <sub>a</sub>

Ek Çizelge 11. Yalpaze Hüzmeli Tek Memede Basınlara Yapılan Duncan Testi Sonuçları.

Basınç	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>
Y.K. (%)	45.75 <sub>a</sub>	43.58 <sub>b</sub>	40.79 <sub>c</sub>

Ek Çizelge 12. Yalpaze Hüzmelı Tek Memede Yüksekliğe Yapılan Duncan Testi Sonuçları.

Yükseklik	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
Y.K. (%)	39.13 <sub>c</sub>	45.25 <sub>b</sub>	45.75 <sub>a</sub>

Ek Çizelge 13. Yalpaze Hüzmelı Tek Memede Meme Tipi x Basınc İnteraksiyonuna Yapılan Duncan Testi Sonuçları.

Basınc	Meme Tipi			
	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>
B <sub>1</sub>	51.33 <sub>c</sub>	36.83 <sub>i</sub>	44.33 <sub>f</sub>	50.50 <sub>d</sub>
B <sub>2</sub>	46.00 <sub>e</sub>	33.83 <sub>j</sub>	40.83 <sub>h</sub>	53.67 <sub>a</sub>
B <sub>3</sub>	42.50 <sub>g</sub>	31.17 <sub>k</sub>	36.83 <sub>i</sub>	52.67 <sub>b</sub>

Ek Çizelge 14. Yalpaze Hüzmelı Tek Memede Meme Tipi x Yükseklik İnteraksiyonuna Yapılan Duncan Testi Sonuçları.

Yükseklik	Meme Tipi			
	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>
Y <sub>1</sub>	41.67 <sub>g</sub>	33.83 <sub>i</sub>	35.00 <sub>h</sub>	46.00 <sub>d</sub>
Y <sub>2</sub>	47.50 <sub>c</sub>	35.17 <sub>h</sub>	43.00 <sub>f</sub>	55.33 <sub>a</sub>
Y <sub>3</sub>	50.67 <sub>b</sub>	32.83 <sub>j</sub>	44.00 <sub>e</sub>	55.50 <sub>a</sub>

Ek Çizelge 15. Yalpaze Hüzmelî Tek Memede Basınç x Yükseklik İnteraksiyonuna Yapılan Duncan Testi Sonuçları.

Yükseklik	Basınç		
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>
Y <sub>1</sub>	41.63 <sub>f</sub>	39.63 <sub>g</sub>	36.13 <sub>h</sub>
Y <sub>2</sub>	47.50 <sub>b</sub>	45.50 <sub>c</sub>	42.75 <sub>e</sub>
Y <sub>3</sub>	48.13 <sub>a</sub>	45.63 <sub>c</sub>	43.50 <sub>d</sub>

Ek Çizelge 16. Yalpaze Hüzmelî Tek Memede Meme Tipi x Basınç x Yükseklik İnteraksiyonuna Yapılan Duncan Testi Sonuçları.

		Meme Tipi			
		M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>
B <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	48.50 <sub>gh</sub>	36.00 <sub>n</sub>	37.00 <sub>no</sub>	45.00 <sub>j</sub>
	Y <sub>2</sub>	52.00 <sub>ef</sub>	38.00 <sub>o</sub>	47.00 <sub>i</sub>	53.00 <sub>de</sub>
	Y <sub>3</sub>	53.50 <sub>cd</sub>	36.50 <sub>o</sub>	49.00 <sub>g</sub>	53.50 <sub>cd</sub>
B <sub>2</sub>	Y <sub>1</sub>	42.00 <sub>l</sub>	32.50 <sub>gr</sub>	34.50 <sub>p</sub>	49.50 <sub>g</sub>
	Y <sub>2</sub>	45.00 <sub>j</sub>	37.00 <sub>no</sub>	45.50 <sub>j</sub>	54.50 <sub>c</sub>
	Y <sub>3</sub>	51.00 <sub>f</sub>	32.00 <sub>r</sub>	42.50 <sub>kl</sub>	57.00 <sub>b</sub>
B <sub>3</sub>	Y <sub>1</sub>	34.50 <sub>p</sub>	33.00 <sub>gr</sub>	33.50 <sub>pq</sub>	43.50 <sub>k</sub>
	Y <sub>2</sub>	45.50 <sub>j</sub>	30.50 <sub>s</sub>	36.50 <sub>o</sub>	58.50 <sub>a</sub>
	Y <sub>3</sub>	47.50 <sub>hi</sub>	30.00 <sub>s</sub>	40.50 <sub>m</sub>	56.00 <sub>b</sub>

Ek Çizelge 17. Konik Hüzmelî Çift Memelerde Yeknesaklık Katsayısı Değerlerinin Çeşitli Parametreler için Varyans Analiz Sonuçları.

Varyans Kaynakları	S.D.	K.T.	K.O.	F
Genel	215	19533.54	—	—
Meme Tipi (M)	3	3922.17	1307.39	1988.70**
Basınç (B)	2	126.45	63.23	96.18**
Yükseklik (Y)	2	536.95	268.48	408.39**
Meme Aralığı (L)	2	1424.93	712.46	1083.75**
MxB	6	989.69	164.95	250.91**
MxY	6	275.53	45.92	69.85**
MxL	6	4673.22	778.87	1184.76**
BxY	4	149.55	37.39	56.87**
BxL	4	3451.07	862.77	1312.38**
YxL	4	134.74	33.69	51.24**
MxBxY	12	704.86	58.74	89.35**
MxBxL	12	974.67	81.22	123.55**
MxYxL	12	852.67	71.06	108.08**
BxYxL	8	157.34	19.67	29.92**
Hata	215	71.00	0.66	

Ek Çizelge 18. Konik Hüzmelî Çift Memelerde Meme Tiplerine Yapılan Duncan Testi Sonuçları.

Meme Tipi	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>
Y.K. (%)	80.74 <sub>b</sub>	71.32 <sub>d</sub>	79.35 <sub>c</sub>	82.41 <sub>a</sub>

Ek Çizelge 19. Konik Hüzmeli Çift Memelerde Çalışma Basınçlarına Yapılan Duncan Testi Sonuçları

Basınç	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>
Y.K. (%)	78.11 <sub>b</sub>	79.51 <sub>a</sub>	77.74 <sub>c</sub>

Ek Çizelge 20. Konik Hüzmeli Çift Memelerde Meme Yüksekliklerine Yapılan Duncan Testi Sonuçları.

Yükseklik	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
Y.K. (%)	76.24 <sub>c</sub>	79.36 <sub>b</sub>	79.76 <sub>a</sub>

Ek Çizelge 21. Konik Hüzmeli Çift Memelerde Meme Aralıklarına Yapılan Duncan Testi Sonuçları.

Meme Aralığı	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>
Y.K. (%)	77.36 <sub>b</sub>	82.00 <sub>a</sub>	76.00 <sub>c</sub>

Ek Çizelge 22. Konik Hüzmeli Çift Memelerde Meme Tipi x Basınç İnteraksiyonuna Yapılan Duncan Testi Sonuçları.

Basınc	Meme Tipi			
	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>
B <sub>1</sub>	82.22 <sub>c</sub>	72.72 <sub>h</sub>	80.44 <sub>e</sub>	77.06 <sub>g</sub>
B <sub>2</sub>	81.22 <sub>d</sub>	71.83 <sub>i</sub>	80.33 <sub>e</sub>	84.67 <sub>b</sub>
B <sub>3</sub>	78.78 <sub>f</sub>	69.39 <sub>j</sub>	77.28 <sub>g</sub>	85.50 <sub>a</sub>

Ek Çizelge 23. Konik Hüzmeli Çift Memelerde Meme Tipi x Yükseklik İnteraksiyonuna Yapılan Duncan Testi Sonuçları.

Yükseklik	Meme Tipi			
	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>
Y <sub>1</sub>	79.11 <sub>d</sub>	68.00 <sub>h</sub>	76.94 <sub>e</sub>	80.89 <sub>b</sub>
Y <sub>2</sub>	83.06 <sub>a</sub>	71.06 <sub>g</sub>	80.00 <sub>c</sub>	83.33 <sub>a</sub>
Y <sub>3</sub>	80.06 <sub>c</sub>	74.89 <sub>f</sub>	81.11 <sub>b</sub>	83.00 <sub>a</sub>

Ek Çizelge 24. Konik Hüzmeli Çift Memelerde Meme Tipi x Meme Aralığı İnteraksiyonuna Yapılan Duncan Testi Sonuçları.

Meme Aralığı	Meme Tipi			
	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>
L <sub>1</sub>	74.50 <sub>f</sub>	74.56 <sub>f</sub>	71.28 <sub>g</sub>	89.11 <sub>a</sub>
L <sub>2</sub>	86.28 <sub>b</sub>	74.33 <sub>f</sub>	83.61 <sub>cd</sub>	83.78 <sub>c</sub>
L <sub>3</sub>	81.44 <sub>e</sub>	65.06 <sub>h</sub>	83.17 <sub>d</sub>	74.33 <sub>f</sub>

Ek Çizelge 25. Konik Hüzmeli Çift Memelerde Basınç x Yükseklik İnteraksiyonuna Yapılan Duncan Testi Sonuçları.

Yükseklik	Basınç		
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>
Y <sub>1</sub>	76.75 <sub>e</sub>	78.08 <sub>d</sub>	73.88 <sub>f</sub>
Y <sub>2</sub>	78.38 <sub>d</sub>	80.08 <sub>ab</sub>	79.63 <sub>bc</sub>
Y <sub>3</sub>	79.21 <sub>c</sub>	80.38 <sub>a</sub>	79.71 <sub>b</sub>

Ek Çizelge 26. Konik Hüzneli Çift Memelerde Basınç x Meme Aralığı İnteraksiyonuna Yapılan Duncan Testi Sonuçları.

Meme Aralığı	Basınç		
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>
L <sub>1</sub>	84.04 <sub>a</sub>	76.58 <sub>h</sub>	71.46 <sub>h</sub>
L <sub>2</sub>	80.88 <sub>d</sub>	83.33 <sub>b</sub>	81.79 <sub>c</sub>
L <sub>3</sub>	69.42 <sub>i</sub>	78.63 <sub>f</sub>	79.96 <sub>e</sub>

Ek Çizelge 27. Konik Hüzneli Çift Memelerde Yükseklik x Meme Aralığı İnteraksiyonuna Yapılan Duncan Testi Sonuçları.

Meme Aralığı	Yükseklik		
	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
L <sub>1</sub>	75.13 <sub>g</sub>	77.00 <sub>ef</sub>	79.96 <sub>c</sub>
L <sub>2</sub>	79.33 <sub>d</sub>	83.92 <sub>a</sub>	82.75 <sub>b</sub>
L <sub>3</sub>	74.25 <sub>h</sub>	77.17 <sub>e</sub>	76.58 <sub>f</sub>

Ek Çizelge 28. Konik Hüzneli Çift Memelerde Meme Tipi x Basınç x Yükseklik İnteraksiyonuna Yapılan Duncan Testi Sonuçları.

		Meme Tipi			
		M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>
B <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	83.00 <sub>efg</sub>	69.67 <sub>tv</sub>	80.00 <sub>k</sub>	74.33 <sub>pq</sub>
	Y <sub>2</sub>	84.00 <sub>cde</sub>	75.33 <sub>o</sub>	80.17 <sub>jk</sub>	74.00 <sub>qr</sub>
	Y <sub>3</sub>	79.67 <sub>k</sub>	73.17 <sub>rs</sub>	81.17 <sub>ij</sub>	82.83 <sub>fg</sub>
B <sub>2</sub>	Y <sub>1</sub>	78.50 <sub>fm</sub>	70.50 <sub>t</sub>	78.50 <sub>m</sub>	84.83 <sub>c</sub>
	Y <sub>2</sub>	84.00 <sub>cde</sub>	68.67 <sub>v</sub>	80.33 <sub>jk</sub>	87.33 <sub>b</sub>
	Y <sub>3</sub>	81.17 <sub>hij</sub>	76.33 <sub>n</sub>	82.17 <sub>gh</sub>	81.83 <sub>hi</sub>
B <sub>3</sub>	Y <sub>1</sub>	75.83 <sub>no</sub>	63.83 <sub>w</sub>	72.33 <sub>s</sub>	83.50 <sub>def</sub>
	Y <sub>2</sub>	81.17 <sub>hij</sub>	69.17 <sub>uv</sub>	79.50 <sub>kl</sub>	88.67 <sub>a</sub>
	Y <sub>3</sub>	79.33 <sub>kfm</sub>	75.17 <sub>op</sub>	80.00 <sub>k</sub>	84.33 <sub>cd</sub>



Ek Çizelge 29. Konik Hüzmeli Çift Memelerde Meme Tipi x Basınç x Meme Aralığı İnteraksiyonuna Yapılan Duncan Testi Sonuçları.

		Meme Tipi			
		M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>
B <sub>1</sub>	L <sub>1</sub>	80.00 <sub>h</sub>	88.00 <sub>cd</sub>	76.50 <sub>j</sub>	91.67 <sub>a</sub>
	L <sub>2</sub>	88.83 <sub>c</sub>	70.33 <sub>m</sub>	87.83 <sub>d</sub>	76.50 <sub>j</sub>
	L <sub>3</sub>	77.83 <sub>i</sub>	59.83 <sub>r</sub>	77.00 <sub>ij</sub>	63.00 <sub>q</sub>
B <sub>2</sub>	L <sub>1</sub>	73.17 <sub>k</sub>	71.50 <sub>l</sub>	71.00 <sub>im</sub>	90.67 <sub>b</sub>
	L <sub>2</sub>	87.33 <sub>d</sub>	76.00 <sub>j</sub>	82.67 <sub>g</sub>	87.33 <sub>d</sub>
	L <sub>3</sub>	83.17 <sub>fg</sub>	68.00 <sub>n</sub>	87.33 <sub>d</sub>	76.00 <sub>j</sub>
B <sub>3</sub>	L <sub>1</sub>	70.33 <sub>m</sub>	64.17 <sub>p</sub>	66.33 <sub>o</sub>	85.00 <sub>e</sub>
	L <sub>2</sub>	82.67 <sub>g</sub>	76.67 <sub>j</sub>	80.33 <sub>h</sub>	87.50 <sub>d</sub>
	L <sub>3</sub>	83.33 <sub>fg</sub>	67.33 <sub>n</sub>	85.17 <sub>e</sub>	84.00 <sub>f</sub>

Ek Çizelge 30. Konik Hüzmeli Çift Memelerde Meme Tipi x Yükseklik x Meme Aralığı İnteraksiyonuna Yapılan Duncan Testi Sonuçları.

		Meme Tipi			
		M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>
Y <sub>1</sub>	L <sub>1</sub>	69.83 <sub>q</sub>	74.83 <sub>n</sub>	68.67 <sub>r</sub>	87.17 <sub>bc</sub>
	L <sub>2</sub>	85.33 <sub>e</sub>	69.50 <sub>qr</sub>	79.00 <sub>k</sub>	83.50 <sub>gh</sub>
	L <sub>3</sub>	82.17 <sub>ij</sub>	59.67 <sub>t</sub>	83.17 <sub>h</sub>	72.00 <sub>o</sub>
Y <sub>2</sub>	L <sub>1</sub>	74.83 <sub>n</sub>	74.17 <sub>n</sub>	70.83 <sub>p</sub>	88.17 <sub>b</sub>
	L <sub>2</sub>	88.00 <sub>b</sub>	74.83 <sub>mn</sub>	87.67 <sub>b</sub>	85.17 <sub>e</sub>
	L <sub>3</sub>	86.33 <sub>cd</sub>	64.17 <sub>s</sub>	81.50 <sub>j</sub>	76.67 <sub>l</sub>
Y <sub>3</sub>	L <sub>1</sub>	78.83 <sub>k</sub>	74.67 <sub>n</sub>	74.33 <sub>n</sub>	92.00 <sub>a</sub>
	L <sub>2</sub>	85.50 <sub>de</sub>	78.67 <sub>k</sub>	84.17 <sub>fg</sub>	82.67 <sub>hi</sub>
	L <sub>3</sub>	75.83 <sub>km</sub>	71.33 <sub>op</sub>	84.83 <sub>ef</sub>	74.33 <sub>n</sub>

Ek Çizelge 31. Konik Hüzmele Çift Memelerde Basınç x Yükseklik x Meme Aralığı İnteraksiyonuna Yapılan Duncan Testi Sonuçları.

		Basınç		
		B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>
Y <sub>1</sub>	L <sub>1</sub>	82.75 <sub>c</sub>	74.50 <sub>k</sub>	68.13 <sub>n</sub>
	L <sub>2</sub>	79.25 <sub>f</sub>	82.63 <sub>c</sub>	76.13 <sub>j</sub>
	L <sub>3</sub>	68.25 <sub>n</sub>	77.13 <sub>i</sub>	77.38 <sub>hi</sub>
Y <sub>2</sub>	L <sub>1</sub>	82.38 <sub>c</sub>	77.25 <sub>hi</sub>	71.38 <sub>i</sub>
	L <sub>2</sub>	82.63 <sub>c</sub>	82.75 <sub>c</sub>	86.38 <sub>a</sub>
	L <sub>3</sub>	70.13 <sub>m</sub>	82.25 <sub>e</sub>	81.13 <sub>d</sub>
Y <sub>3</sub>	L <sub>1</sub>	87.00 <sub>a</sub>	78.00 <sub>gh</sub>	74.88 <sub>k</sub>
	L <sub>2</sub>	80.75 <sub>de</sub>	84.63 <sub>b</sub>	82.88 <sub>c</sub>
	L <sub>3</sub>	69.88 <sub>m</sub>	78.50 <sub>fg</sub>	81.38 <sub>d</sub>

Ek Çizelge 32. Yelpeze Hüzmele Çift Memelerde Yeknesaklık Katsayısı Değerlerinin Çeşitli Parametreler için Varyans Analiz Sonuçları.

Varyans Kaynakları	S.D.	K.T.	K.O.	F
Genel	215	35012.11	—	—
Meme Tipi (M)	3	19719.38	6573.13	18780.30**
Basınç (B)	2	82.68	41.34	119.05**
Yükseklik (Y)	2	154.29	77.14	222.17**
Meme Aralığı (L)	2	3670.40	1835.20	5285.37**
MxB	6	1713.66	285.61	822.56**
MxY	6	637.71	106.29	306.10**
MxL	6	6724.49	1120.75	3227.76**
BxY	4	55.60	13.90	40.03**
BxL	4	308.16	77.04	221.87**
YxL	4	44.55	11.14	32.07**
MxBxY	12	242.95	20.25	58.31**
MxBxL	12	465.18	38.76	111.64**
MxYxL	12	667.45	55.62	160.19**
BxYxL	8	82.56	10.32	29.72**
Hata	108	37.50	0.35	

Ek Çizelge 33. Yelpaze Hüzmesi Çift Memelerde Meme Tiplerine Yapılan Duncan Testi Sonuçları.

Meme Tipi	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>
Y.K. (%)	85.33 <sub>a</sub>	65.02 <sub>c</sub>	81.32 <sub>b</sub>	63.87 <sub>d</sub>

Ek Çizelge 34. Yelpaze Hüzmesi Çift Memelerde Çalışma Basınçlarına Yapılan Duncan Testi Sonuçları.

Basınç	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>
Y.K. (%)	74.06 <sub>b</sub>	74.54 <sub>a</sub>	73.06 <sub>c</sub>

Ek Çizelge 35. Yelpaze Hüzmesi Çift Memelerde Meme Yüksekliklerine Yapılan Duncan Testi Sonuçları.

Yükseklik	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
Y.K. (%)	72.75 <sub>c</sub>	74.78 <sub>a</sub>	74.13 <sub>b</sub>

Ek Çizelge 36. Yelpaze Hüzmesi Çift Memelerde Meme Yüksekliklerine Yapılan Duncan Testi Sonuçları.

Meme Aralığı	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>
Y.K. (%)	78.94 <sub>a</sub>	73.86 <sub>b</sub>	68.85 <sub>c</sub>

Ek Çizelge 37. Yelpaze Hüzmesi Çift Memelerde Meme Tipi x Basınç İnteraksiyonuna Yapılan Duncan Testi Sonuçları.

Basınç	Meme Tipi			
	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>
B <sub>1</sub>	86.89 <sub>a</sub>	67.89 <sub>f</sub>	84.00 <sub>c</sub>	57.44 <sub>j</sub>
B <sub>2</sub>	85.33 <sub>b</sub>	64.50 <sub>h</sub>	81.89 <sub>d</sub>	66.44 <sub>g</sub>
B <sub>3</sub>	83.78 <sub>c</sub>	62.67 <sub>i</sub>	78.06 <sub>e</sub>	67.72 <sub>f</sub>

Ek Çizelge 38. Yalpaze Hüzmelî Çift Memelerde Meme Tipi x Yükseklik İnteraksiyonuna Yapılan Duncan Testi Sonuçları.

Yükseklik	Meme Tipi			
	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>
Y <sub>1</sub>	82.72 <sub>c</sub>	65.00 <sub>f</sub>	77.39 <sub>d</sub>	65.89 <sub>e</sub>
Y <sub>2</sub>	86.61 <sub>a</sub>	65.94 <sub>e</sub>	82.67 <sub>c</sub>	63.89 <sub>g</sub>
Y <sub>3</sub>	86.67 <sub>a</sub>	64.11 <sub>g</sub>	83.89 <sub>b</sub>	61.83 <sub>h</sub>

Ek Çizelge 39. Yalpaze Hüzmelî Çift Memelerde Meme Tipi x Meme Aralığı İnteraksiyonuna Yapılan Duncan Testi Sonuçları.

Meme Aralığı	Meme Tipi			
	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>
L <sub>1</sub>	88.00 <sub>b</sub>	74.78 <sub>e</sub>	90.67 <sub>a</sub>	62.33 <sub>i</sub>
L <sub>2</sub>	88.39 <sub>b</sub>	66.67 <sub>h</sub>	82.61 <sub>c</sub>	57.78 <sub>j</sub>
L <sub>3</sub>	79.66 <sub>d</sub>	53.61 <sub>k</sub>	70.67 <sub>g</sub>	71.50 <sub>f</sub>

Ek Çizelge 40. Yalpaze Hüzmelî Çift Memelerde Basınç x Yükseklik İnteraksiyonuna Yapılan Duncan Testi Sonuçları.

Yükseklik	Basınç		
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>
Y <sub>1</sub>	73.21 <sub>e</sub>	73.21 <sub>e</sub>	71.83 <sub>f</sub>
Y <sub>2</sub>	75.08 <sub>b</sub>	76.08 <sub>a</sub>	73.17 <sub>e</sub>
Y <sub>3</sub>	73.88 <sub>d</sub>	74.33 <sub>c</sub>	74.17 <sub>cd</sub>

Ek Çizelge 41. Yelpaze Hüzmelili Çift Memelerde Basınç x Meme Aralığı İnteraksiyonuna Yapılan Duncan Testi Sonuçları.

Meme Aralığı	Basınç		
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>
L <sub>1</sub>	77.29 <sub>c</sub>	79.38 <sub>b</sub>	80.17 <sub>a</sub>
L <sub>2</sub>	74.42 <sub>d</sub>	74.50 <sub>d</sub>	72.67 <sub>e</sub>
L <sub>3</sub>	70.46 <sub>f</sub>	69.75 <sub>g</sub>	66.33 <sub>h</sub>

Ek Çizelge 42. Yelpaze Hüzmelili Çift Memelerde Yükseklik x Meme Aralığı İnteraksiyonuna Yapılan Duncan Testi Sonuçları.

Meme Aralığı	Yükseklik		
	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
L <sub>1</sub>	78.67 <sub>b</sub>	79.29 <sub>a</sub>	78.88 <sub>b</sub>
L <sub>2</sub>	72.13 <sub>e</sub>	75.25 <sub>c</sub>	74.21 <sub>d</sub>
L <sub>3</sub>	67.46 <sub>h</sub>	69.79 <sub>f</sub>	69.29 <sub>g</sub>

Ek Çizelge 43. Yelpaze Hüzmelili Çift Memelerde Meme Tipi x Basınç x Yükseklik İnteraksiyonuna Yapılan Duncan Testi Sonuçları.

		Meme Tipi			
		M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>
B <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	84.33 <sub>c</sub>	66.83 <sub>kl</sub>	80.00 <sub>f</sub>	61.17 <sub>q</sub>
	Y <sub>2</sub>	87.83 <sub>a</sub>	68.83 <sub>i</sub>	85.50 <sub>c</sub>	58.17 <sub>r</sub>
	Y <sub>3</sub>	88.00 <sub>a</sub>	68.00 <sub>j</sub>	86.50 <sub>b</sub>	53.00 <sub>s</sub>
B <sub>2</sub>	Y <sub>1</sub>	84.00 <sub>d</sub>	64.83 <sub>m</sub>	77.00 <sub>g</sub>	67.00 <sub>k</sub>
	Y <sub>2</sub>	85.17 <sub>c</sub>	67.00 <sub>k</sub>	84.83 <sub>c</sub>	67.33 <sub>jk</sub>
	Y <sub>3</sub>	86.83 <sub>b</sub>	61.67 <sub>pq</sub>	83.83 <sub>d</sub>	65.00 <sub>m</sub>
B <sub>3</sub>	Y <sub>1</sub>	79.33 <sub>f</sub>	63.33 <sub>n</sub>	75.17 <sub>h</sub>	69.50 <sub>i</sub>
	Y <sub>2</sub>	86.83 <sub>b</sub>	62.00 <sub>op</sub>	77.67 <sub>g</sub>	66.17 <sub>j</sub>
	Y <sub>3</sub>	85.17 <sub>c</sub>	62.67 <sub>no</sub>	81.33 <sub>e</sub>	67.50 <sub>jk</sub>

Ek Çizelge 44. Yelpaze Hüzmeleli Çift Memelerde Meme Tipi x Basınç x Meme Aralığı İnteraksiyonuna Yapılan Duncan Testi Sonuçları.

		Meme Tipi			
		M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>
B <sub>1</sub>	L <sub>1</sub>	84.67 <sub>f</sub>	77.17 <sub>i</sub>	90.33 <sub>b</sub>	57.00 <sub>u</sub>
	L <sub>2</sub>	90.50 <sub>b</sub>	69.83 <sub>n</sub>	87.17 <sub>d</sub>	50.17 <sub>x</sub>
	L <sub>3</sub>	85.50 <sub>e</sub>	56.67 <sub>u</sub>	74.50 <sub>jk</sub>	65.17 <sub>pq</sub>
B <sub>2</sub>	L <sub>1</sub>	87.67 <sub>d</sub>	74.50 <sub>jk</sub>	90.83 <sub>b</sub>	64.50 <sub>qr</sub>
	L <sub>2</sub>	88.83 <sub>c</sub>	66.00 <sub>o</sub>	83.17 <sub>g</sub>	60.00 <sub>t</sub>
	L <sub>3</sub>	79.50 <sub>h</sub>	53.00 <sub>v</sub>	71.67 <sub>m</sub>	74.83 <sub>j</sub>
B <sub>3</sub>	L <sub>1</sub>	91.67 <sub>a</sub>	72.67 <sub>i</sub>	90.83 <sub>b</sub>	65.50 <sub>op</sub>
	L <sub>2</sub>	85.83 <sub>e</sub>	64.17 <sub>r</sub>	77.50 <sub>i</sub>	63.17 <sub>s</sub>
	L <sub>3</sub>	73.83 <sub>k</sub>	51.17 <sub>w</sub>	65.83 <sub>op</sub>	74.50 <sub>jk</sub>

Ek Çizelge 45. Yelpaze Hüzmeleli Çift Memelerde Meme Tipi x Yükseklik x Meme Aralığı İnteraksiyonuna Yapılan Duncan Testi Sonuçları.

		Meme Tipi			
		M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>
Y <sub>1</sub>	L <sub>1</sub>	86.67 <sub>e</sub>	76.67 <sub>i</sub>	91.00 <sub>a</sub>	60.33 <sub>t</sub>
	L <sub>2</sub>	86.50 <sub>e</sub>	64.17 <sub>i</sub>	76.67 <sub>i</sub>	61.17 <sub>s</sub>
	L <sub>3</sub>	75.00 <sub>j</sub>	54.17 <sub>q</sub>	64.50 <sub>q</sub>	76.17 <sub>i</sub>
Y <sub>2</sub>	L <sub>1</sub>	89.83 <sub>b</sub>	73.67 <sub>m</sub>	89.83 <sub>b</sub>	63.83 <sub>q</sub>
	L <sub>2</sub>	89.83 <sub>b</sub>	68.67 <sub>o</sub>	85.17 <sub>f</sub>	57.33 <sub>u</sub>
	L <sub>3</sub>	80.17 <sub>h</sub>	55.50 <sub>v</sub>	73.00 <sub>m</sub>	70.50 <sub>n</sub>
Y <sub>3</sub>	L <sub>1</sub>	87.50 <sub>d</sub>	74.00 <sub>kl</sub>	91.17 <sub>a</sub>	62.83 <sub>r</sub>
	L <sub>2</sub>	88.83 <sub>c</sub>	67.17 <sub>p</sub>	86.00 <sub>e</sub>	54.83 <sub>vw</sub>
	L <sub>3</sub>	83.67 <sub>g</sub>	51.17 <sub>x</sub>	74.50 <sub>jk</sub>	67.83 <sub>p</sub>

Ek Çizelge 46. Yelpaze Hüzmele Çift Memelerde Basınç x Yükseklik x Meme Aralığı İnteraksiyonuna Yapılan Duncan Testi Sonuçları.

		Meme Tipi		
		B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>
Y <sub>1</sub>	L <sub>1</sub>	77.13 <sub>e</sub>	79.63 <sub>ab</sub>	80.25 <sub>q</sub>
	L <sub>2</sub>	73.38 <sub>g</sub>	72.13 <sub>h</sub>	70.88 <sub>i</sub>
	L <sub>3</sub>	70.13 <sub>j</sub>	67.88 <sub>j</sub>	64.38 <sub>n</sub>
Y <sub>2</sub>	L <sub>1</sub>	78.13 <sub>d</sub>	79.50 <sub>bc</sub>	80.25 <sub>a</sub>
	L <sub>2</sub>	76.00 <sub>e</sub>	76.38 <sub>e</sub>	73.38 <sub>g</sub>
	L <sub>3</sub>	71.13 <sub>i</sub>	72.38 <sub>h</sub>	65.88 <sub>m</sub>
Y <sub>3</sub>	L <sub>1</sub>	77.63 <sub>d</sub>	79.00 <sub>c</sub>	80.00 <sub>ab</sub>
	L <sub>2</sub>	73.88 <sub>g</sub>	75.00 <sub>f</sub>	73.75 <sub>g</sub>
	L <sub>3</sub>	70.13 <sub>s</sub>	69.00 <sub>k</sub>	68.75 <sub>k</sub>

F.G. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ