

Ankara Üniversitesi
ZİRAAT FAKÜLTESİ

Yayın No: 1531
Ders Kitabı: 494

BİTKİ KORUMA MAKİNALARI

*Prof. Dr. İbrahim ÇİLİNGİR
Doç. Dr. Ergin DURSUN*

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Tarm Makinaları Bölümü

ANKARA
2002

Ankara Üniversitesi
ZİRAAT FAKÜLTESİ

Yayın No: 1531
Ders Kitabı: 484

BİTKİ KORUMA MAKİNALARI

*Prof. Dr. İbrahim ÇİLİNGİR
Doç. Dr. Ergin DURSUN*

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Tarım Makineleri Bölümü

ANKARA

2002

ÖNSÖZ

Tanımsal üretimde, birim standan alınan ürün miktarının ve kalitesinin artırılmasında; ıslah çalışmaları, sulama, gübreleme gibi temel üretim girdilerinden başka hastalık, zararlı ve yabancı otlarla tanımsal savasım oldukça önemli bir yere sahiptir.

Hastalık, zararlı ve yabancı otlarda savasında kültürel savaş, fizikal savas, biyolojik savas, biyoteknik savas gibi yöntemler kullanılmasına karşın hem uygulama kolaylığı, hem de etkisini kısa sürede göstermesi nedeniyle günümüzde en yaygın kullanılan yöntem kimyasal savastır.

Kimyasal savaş bilincsiz olarak kullanıldığımda beklenen yarar sağlanamamakta, ilaç kayıpları nedeniyle çevre kiriliği oluşmaktadır ve buna bağlı olarak hem ekosistem içindeki doğal denge bozulmaktadır, hem de insan sağlığı tehlikeye atılmaktadır. Ayrıca, hedef yüzeylerde yeterli miktarda ilaç toplanamaması ve ilaç kayıplarından dolayı biyolojik etkinlik düşüğü için ilaç uygulama sayısı artmakda ve böylece oluşan aşırı ilaç tüketimi ürün maliyetlerini artırarak ekonomik olmayan bir ilaçlamaya neden olmaktadır.

Başarılı bir kimyasal savaş, en az ilaç kullanarak en yüksek biyolojik etkinliğin sağlanması, çevre kiriliğinin en aza indirilmesi ve ekonomik bir ilaç uygulamasıyla mümkündür. Bu amacın gerçekleştirilebilmesi; savasım yapılacak hedef çeşidine uygun ilaçın seçilmesi, seçilen ilaçın zamanında ve uygun dozlarında hedef yüzeylere yerleştirilmesi ve bu işlemlerin yapılmasında en doğru ekipmanın seçilmesine bağlıdır. Hatta uygun ilaçlama ekipmanın seçilmesi yeterli olmamakta, aynı zamanda bu ekipmanların ayar ve bakımılarının doğru yapılarak en uygun işletme koşullarında çalıştırılmasını gerektmektedir. Bu nedenle kitapta, diğer yöntemlere degenirmekle beraber, özellikle kimyasal tanım ilaçlarının uygulanmasında kullanılan makinalara ağırlıklı olarak yer verilmiştir.

Bu kitap, Tanım Makinaları Bölümü öğrencilerinin ders notu gereksinimlerini karşılamak amacıyla hazırlanmış olmakla birlikte konuya ilgilenen diğer araştırmacı, uygulayıcı ve imalatçılara da yararlı olacağı kanısındayız.

Kitabın yazımındaki yardımlanndan dolayı Uzman Mücahit ŞAR' a ve Erdoğan ALBAYRAK' a teşekkür ederiz.

SAYFA

ÖNSÖZ

İÇİNDEKİLER.....I

ŞEKİLLER DİZİNİ.....VII

ÇİZELGELER DİZİNİ.....XII

1. GİRİŞ.....1

2. TARIMSAL SAVAŞ YÖNTEMLERİ.....4

 2. 1. Kültürel Savaş Yöntemi.....5

 2.2. Biyolojik Savaş Yöntemi.....5

 2.3. Biyoteknik Savaş Yöntemi.....6

 2.4. Fiziko-Mekanik Savaş.....6

 2.5. Kimyasal Savaş.....7

 2.5.1. Tanımsal savaş ilaçlarının sınıflandırılması.....9

 2.5.2. Kimyasal tanımsal savaşın sorunları.....11

 2.5.3. Tanımsal savaş ilaçlarının güvenli ve etkili kullanımı
 için öneriler.....14

3. BITKİ KORUMA MAKİNALARI.....16

 3.1. Bitki Koruma Makinalının Sınıflandırılması.....16

 3.2. Pülverizasyon Tekniği.....16

 3.2.1. İlaç normu, damla çapı, damla sıklığı ve kaplama
 oranı ilişkileri.....17

 3.2.2. Damla değme açısı ve kaplama oranı ilişkisi.....22

 3.2.3. Pülverizasyonda karakteristik damla çapları
 ve tekdüzelik (homojenlik) katsayısı.....25

 3.2.4. Damla büyütüğünne etkili faktörler.....31

 3.2.4.1. Sıvının fizikalî özelliklerinin etkisi.....31

 3.2.4.2. Meme tipinin ve büyütüğünün etkisi.....34

 3.2.4.3. Çalışma (ışietme) basıncının etkisi.....36

 3.2.4.4. Pülverizasyon şéklinin etkisi.....37

3.2.5. Damla çapı ölçüm yöntemleri.....	37
3.2.5.1. Direk olmayan darnla çapı ölçüm yöntemleri.....	37
3.2.5.1.1. Kaplamalı tamlar.....	38
3.2.5.1.2. Kaplamalı filmler.....	39
3.2.5.1.3. Cılıtlı kağıtlar.....	39
3.2.5.1.4. Duyarlı kağıtlar.....	39
3.2.5.1.5. Yaprak yüzeyleri.....	40
3.2.5.1.6. Damlaların bir sıvı içine düşürerek ölçme.....	40
3.2.5.1.7. Lifi ortamlar.....	41
3.2.5.2. Toplanan damla ömeklerinin analizi.....	42
3.2.5.3. Direk damla çapı ölçüm yöntemleri.....	44
3.2.5.3.1. Fotoğrafik ölçüm yöntemleri.....	44
3.2.5.3.2. Lazerli ölçüm yöntemleri.....	44
3.2.6. Damlaların hedefte tutunması.....	47
3.2.7. İlaç sürüklənməsi (drift) ve etkili faktörler.....	49
4. PÜLVERİZATÖRLER.....	59
4.1. Pülverizatörlerin Ana Parçaları.....	59
4.1.1. İlaç Deposu.....	59
4.1.2. Kanıştırıcı.....	61
4.1.3. Pompa.....	64
4.1.3.1. Alternatif hərəketli pompalar.....	66
4.1.3.1.1. Pistonlu pompalar.....	66
4.1.3.1.2. Plungerli pompalar.....	70
4.1.3.1.3. Membranlı pompalar.....	70
4.1.3.1.4. Piston - membranlı pompalar.....	71

4.1.3.2. Döner hareketli pompalar.....	72
4.1.3.2.1. Dişli pompalar.....	73
4.1.3.2.2. Rulolu pompalar.....	74
4.1.3.2.3. Paletli pompalar.....	76
4.1.3.2.4. Santrifüj pompalar.....	77
4.1.3.2.5. Türbin pompalar.....	78
4.1.3.3. Pülverizatörlerde pompa seçimi.....	79
4.1.3.4. Pülverizatör pompalarının güç gereklisini.....	82
4.1.3.5. Pülverizatör pompalarının karşılaştırılması.....	83
4.1.4. Hava deposu.....	85
4.1.5. Basınç regülatörü ve manometre.....	87
4.1.6. Pülverizatörlerde kullanılan boru ve hortumlar.....	89
4.1.7. Filtreler (Süzgeçler).....	90
4.1.8. Vanalar (Ağış kontrol valfleri).....	92
4.1.9. Püskürtme boruları ve askı sistemleri.....	93
4.1.10. Pülverizatör depo doldurma sistemleri.....	101
4.1.11. Verdi ve doz ayar sistemleri.....	103
4.1.11.1. Sabit basınçlı verdi ayar sistemi.....	103
4.1.11.2. İlerleme hızıyla orantılı verdi sağlayan ayar sistemi.....	104
4.1.11.3. Doz (konsantrasyon) ayar sistemleri.....	105
4.1.12. Pülverizatörlerde kullanılan memeler.....	108
4.1.12.1. Basınç enerjisiyle çalışan (hidrolik) memeler.....	109
4.1.12.1.1. Konik hüzmeli memeler.....	112
4.1.12.1.2. Yelpaze hüzmeli memeler.....	117
4.1.12.1.3. Düşük sürüklendirme sağlayan memeler.....	122
4.1.12.1.4. İğne tipi hidrolik memeler.....	126
4.1.12.1.5. Basınçlı kutu (sprey) memeleri.....	127
4.1.12.1.6. Hava emişli hidrolik memeler (Köpük memeler).....	129
4.1.12.2. Gaz enerjisi ile çalışan pnömatik memeler.....	130

4.1.12.3. Merkezkaç kuvvetiyle çalışan santrifüj memeler.....	135
4.1.12.3.1. Döner diskli memelerde disk yapısı ve çalışma özellikler.....	141
4.1.12.3.2. Döner diskli memelerde çalışmada iş genişliği ve ilaçlama teknigi.....	144
4.1.12.4. Isı enerjisiyle çalışan memeler.....	146
4.1.12.5. Kinetik enerjili memeler.....	147
4.1.12.6. Elektrik enerjili memeler.....	148
4.1.12.7. Konik ve yelpaze hüznelli memelerin bazı karakteristik özelliklerinin karşılaştırılması.....	149
4.1.12.8. Hidrolik memelerin kodlanması.....	149
4.1.12.9. Pülverizatör memelerinde aşırıma.....	151
4.1.12.9.1. Memelerde aşırıma etkili faktörler	151
4.1.12.9.2. Memelerde aşırımanın pülverizasyon karakteristiklerine etkisi.....	153
4.1.12.9.3. Memelerde aşırıma karşı alınabilecek önlemler.....	156
4.2. Pülverizatör Tipleri ve Çalışma İlkeleri.....	157
4.2.1. Hidrolik pülverizatörler.....	158
4.2.2. Hava akımı hidrolik pülverizatörler.....	161
4.2.2.1. Yardımcı hava akımı tarla pülverizatörleri.....	161
4.2.2.2. Yardımcı hava akımı bahçe pülverizatörleri.....	164
4.2.2.3. Yardımcı hava akımı tarla ve bahçe pülverizatörlerinde kullanılan fanlar.....	168
4.2.2.4. Yardımcı hava akımı pülverizatörlerde damla taşıma enerjisi.....	171
4.2.2.5. Yardımcı hava akımı bahçe pülverizatörlerinde hava verdisine etkili faktörler.....	173

4.2.2.6. Yardımcı hava akımı uygulama tekniginin yararları.....	177
4.2.3. Hava akımı (pnömatik) pülverizatörler.....	179
4.2.4. Santrifüj (döner diskli) ve hava akımı santrifüj etkili pülverizatörler.....	180
4.2.5. Elle çalıştırılan mekanik sırt pülverizatörleri.....	180
4.2.6. Otomatik sırt pülverizatörleri.....	186
4.2.7. Motorlu sırt pülverizatörleri.....	188
4.2.8. Motorlu sırt atomizörleri.....	189
4.2.9. El pülverizatörleri.....	191
5.SİSLEYİCİLER (SİSLEME MAKİNALARI).....	192
5.1. Sisleyici Tipleri.....	192
5.1.1. Termik sisleyiciler.....	192
5.1.2. Motor egzozlu sisleyiciler.....	194
5.1.3. Büyük tip sisleyiciler.....	194
5.1.4. Elektrikli sisleyiciler.....	196
5.2. Sislemenin yararları.....	197
5.3. Sislemde dikkat edilecek hususlar.....	197
6. ELEKTROSTATİK YÜKLEME TEKNİĞİ.....	199
6.1. Sıvı Tanım İlaçının Elektrostatik Yüklenmesi.....	199
6.2. Elektrostatik Yüklemenin Esası.....	200
6.3. Elektrostatik yükleme yöntemleri.....	200
6.3.1. Korona yükleme yöntemi.....	201
6.3.2. İndüksiyon yükleme yöntemi.....	202
6.3.3. Kontak yükleme yöntemi.....	203
6.4. Elektrodinamik Meme.....	203
6.5. Damla Yüklemenin Fiziksel Esasları.....	205

7. TOZLAYICILAR VE MİKROGRANÜL UYGULAYICILARI.....	210
7.1. Tozlayıcılar.....	210
7.1.1. Tozlayıcıların parçaları.....	212
7.1.2. Tozlayıcıların sınıflandırılması.....	216
7.2. Mikrogranül Uygulayıcıları.....	219
8. FÜMİGASYON VE TOPRAK STERİLİZASYONU.....	222
8.1. Filmigasyon Tekniği.....	222
8.1.2. Çadır altında fumigasyon.....	223
8.1.3. Vakum fumigasyonu.....	223
8.2. Toprak Sterilizasyonu.....	223
8.2.1. Buharla toprak sterilizasyon yöntemi.....	223
8.2.2. Kimyasal toprak sterilizasyonu.....	226
9. İLAÇLAMA EKİPMANLARININ KALİBRASYONU.....	228
9.1. Sıvı Uygulama Ekipmanlarının Kalibrasyonu.....	229
9.2. Granül Herbisit Uygulama Ekipmanlarının Kalibrasyonu.....	231
9.3. Depoya Konulacak ilaç miktarının Belirlenmesi.....	232
9.4. Yararlı Eşitlikler.....	233
KAYNAKLAR.....	234
İNDEKS.....	244

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Bitki zararlarına karşı tüm (entegre) savasında kullanılabilen yöntemler.....	4
Şekil 2.2. Bazı organofosfat ve karbonatlı ilaçların toksiteleri.....	13
Şekil 3.1. Damla sıklığı, damla çapı ve ilaç nomu arasındaki ilişki.....	20
Şekil 3.2. Damla dejme açısı.....	22
Şekil 3.3. 10 L'da ikinci ilaç normundan farklı dejme açılarının kaplama oranına etkisi.....	24
Şekil 3.4. Pülverizasyonda damla spektrumu.....	25
Şekil 3.5. VMD çapının şematik gösterimi.....	26
Şekil 3.6. VMD ve NMD değerlerinin grafiksel açıklaması.....	27
Şekil 3.7. Çizelge 3.1.2'de verilen pülverizasyon ölçümlerinin sayısal ve hacimsel dağılım grafiği.....	30
Şekil 3.8. Viskoziteye göre damla çapı değişimi.....	32
Şekil 3.9. Hızımla açısının damla çapına etkisi.....	33
Şekil 3.10. Farklı yüzey genimindeki sıvılarda hızımla şekilleri (a: Etli asetat, b: 55°C'de su, c: Izobutil alkol, d: % 47.5 glicerin - su).....	33
Şekil 3.11. Disk devir sayısı ve disk çapının damla çapına etkisi.....	36
Şekil 3.12. Çalışma basıncının damla büyüklüğüne etkisi.....	36
Şekil 3.13. Hava akımı hızının damla büyüklüğüne etkisi.....	37
Şekil 3.14. Suya duyarlı kağıt.....	40
Şekil 3.15. Harp ömekçisi.....	41
Şekil 3.16. Sıcak telli damlacık sensörü.....	42
Şekil 3.17. Quantimet görüntü analizi sistemi.....	43
Şekil 3.18. Malvern damla ölçüm sisteminin şematik diyagramı.....	45
Şekil 3.19. Lazer Doppler damla ölçüm yönteminin ilkesi.....	46
Şekil 3.20. Yüzey alanı/birim hacim oranına damla çapının etkisi.....	55
Şekil 3.21. Rüzgar hızı ve damlacık çapının su damlacıklarının sürüklendirme mesafelerine etkileri (Damlacık hızı, 20 m/s; membe yüksekliği, 0,5 m; sıcaklık, 20°C; nisbi nem, %50).....	56
Şekil 3.22. Pülverizatör ileterme hızının püskürtülen damlaların yatay ve düşey yöndeki yönlendirmelerine etkisi.....	58
Şekil 4.1. Depo içi perdeleri.....	61
Şekil 4.2. Bazı kanıştırıcı tipleri.....	62
Şekil 4.3. Geriye dönüşlü hidrolik karıştırıcı.....	63
Şekil 4.4. Özel pompalı ve geriye dönüşlü hidrolik karıştırıcı.....	63
Şekil 4.5. Mekanik ve hidrolik karıştırıcı kombinasyonu.....	64
Şekil 4.6. Basıncı ayartamabilen hidrolik karıştırıcı.....	64
Şekil 4.7. Pistonlu pompa.....	67
Şekil 4.8. Tek etkili pistonlu pompalarda silindir sayısına göre ortalama verdi.....	69
Şekil 4.9. Tek silindirli çift etkili pülverizatör pompa.....	69
Şekil 4.10. Tek etkili planceri pompa.....	70

Şekil 4.11. Membranlı püverzatör pompaşı.....	71
Şekil 4.12. Piston-membranlı pompa.....	72
Şekil 4.13. Dış pompalar (a. Dıştan dışlı ; b. İçten dışlı).....	73
Şekil 4.14. Rulolu pompa.....	75
Şekil 4.15. Paletli pompa.....	77
Şekil 4.16. Santrifüj pompa.....	78
Şekil 4.17. Türbin pompa.....	79
Şekil 4.18. Türbin ve santrifüj pompalarında salyangoz İçindeki basınç değişimleri.....	79
Şekil 4.19. Pistonlu, rulolu ve santrifüj pompaların basınç-verdi ilişkisi.....	81
Şekil 4.20. Pistonlu pompalararda devir sayı-verdi ilişkisi.....	81
Şekil 4.21. Hava deposu tipleri.....	85
Şekil 4.22. Basınç regulatörü tipleri.....	87
Şekil 4.23. Basınç regulatörü çalışma prensibi.....	87
Şekil 4.24. Çeşitli manometre tipleri.....	88
Şekil 4.25. Bum akış kontrol valfleri.....	92
Şekil 4.26. Elektronik akış kontrol valfi.....	93
Şekil 4.27. Oestek çubuklu püskürme borusu.....	94
Şekil 4.28. Tarla ve bahçe püverzatörlerinde püskürme borusu düzenlemeleri.....	95
Şekil 4.29. Memelé yükseliği, memeler arası mesafe, hüzme açısı ve örtme mesafesinin şematik görünümü.....	96
Şekil 4.30. Memelé yükseliğinin ilaç örtme miktarına etkisi.....	97
Şekil 4.31. Farklı hüzme açılı, farklı hüzme doğnultulu ve fikali memelerde tarla yüzeyinde oluşan ilaç dağılımı.....	97
Şekil 4.32. Püskürme borusunda salınınm ve titreşimlere neden olan hareketler.....	98
Şekil 4.33. Sabit bağantılı püskürme borusu askı sistemi.....	99
Şekil 4.34. Akâfî kontrollü bum askı sistemi.....	99
Şekil 4.35. Çeşitli tip pasif dengeleme sistemleri.....	100
Şekil 4.36. Üstten doldurma yapan enjektör sistemi.....	102
Şekil 4.37. Sabit basınçlı ayar sistemleri (a. Basınç regulatörü, b. Ayarlanabilir oriñsi).....	104
Şekil 4.38. Stroku ayarlanabilen pistonlu pompa ile çalışan verdi ayar sistemi.....	105
Şekil 4.39. Elektronik yöntemle konsantrasyon ayarı.....	106
Şekil 4.40. Dose 2000 kapalı püskürme sistemi.....	106
Şekil 4.41. Etkili madde enjeksiyon sistemi.....	107
Şekil 4.42. İçî dolu konik hûzmeli memede kenar parçalanması ile damia oluşumu.....	110
Şekil 4.43. Sıvı zannındaki delinmeler.....	111
Şekil 4.44. Sıvı zannındaki dalgalanmalar sonucu damia oluşumu.....	111
Şekil 4.45. Damia parçalanması.....	112
Şekil 4.46. Konik hûzmeli bir memenin parçaları.....	113
Şekil 4.47. Konik hûzmeli memelerde hûzme şekilleri ve hacimsel ilaç dağılım desenleri.....	114
Şekil 4.48. Püskürme tabancası.....	115
Şekil 4.49. Çift girdap odaklı konik hûzmeli meme.....	116

Şekil 4.50. Normal ve meme plakası eksinden kaçık yerleştirilmiş memelerde hüzme şeklinin değişimi.....	115
Şekil 4.51. Yankı tip yelpaze hüzmeli meme.....	117
Şekil 4.52. Bayonet tutucuya sahip yankı tip meme.....	118
Şekil 4.53. Diyaframlı çek valf.....	118
Şekil 4.54. Normal ve düz yelpaze hüzmeli yankı memelerde ilaç dağılımı düzgünluğu.....	119
Şekil 4.55. Yelpaze hüzmeli memelerin bum üzerine yerleştirilmesi.....	120
Şekil 4.56. Aynalı tip yelpaze hüzmeli memeler.....	120
Şekil 4.57. Çift yanık yelpaze hüzmeli meme başlığı.....	121
Şekil 4.58. Yana hüzmeli (merkezi kaçık) yelpaze memeler (a. Tek taraflı, b. Çift taraflı).....	122
Şekil 4.59. Yana hüzmeli memelerle bant ilaçlama.....	122
Şekil 4.60. DriitGuard meme.....	123
Şekil 4.61. Turbo TeeJet meme.....	124
Şekil 4.62. Turbo Flood meme.....	124
Şekil 4.63. TurboDrop meme.....	125
Şekil 4.64. AI TeeJet hava emişli meme.....	126
Şekil 4.65. İğne tipi meme.....	127
Şekil 4.66. Basınçlı kutunun yapısı.....	128
Şekil 4.67. Basınçlı kutularda kullanılan subabin kapağı ve açık konumları.....	128
Şekil 4.68. Basınçlı kulu memelerinde sıvı çıkış kartalı (orifis) tipleri.....	129
Şekil 4.69. Köpük memesinin yapısı.....	130
Şekil 4.70. Filit pompası.....	130
Şekil 4.71. Pnömatik memelerde sıvının hava kanalına verilmesi şekilleri.....	131
Şekil 4.72. Motorlu sırt atomizöründe kullanılan içten karışmalı pnömatik meme.....	132
Şekil 4.73. Dairesel bir kesitten çıkan hava hüzmesi hızının üfleme mesafesine bağlı olarak azalması.....	133
Şekil 4.74. Pnömatik memeden çıkan hava hüzmesinin eş hız eğrileri.....	133
Şekil 4.75. Girdaplı meme.....	134
Şekil 4.76. Elle taşınır tip döner diskli pülverizatör.....	135
Şekil 4.77. Döner diskli memelerde damla oluşum şekilleri.....	136
Şekil 4.78. Hava akımlı döner diskli meme örneği.....	139
Şekil 4.79. Döner diskli motorlu sırt atomizörü.....	140
Şekil 4.80. Verdi deşiminin pil ömrüne etkisi.....	142
Şekil 4.81. Farklı verdillerde çalışmada pil volajının disk devir sayısına etkisi.....	142
Şekil 4.82. Döner disk memeli bir tarafa pülverizatörünün prensip şeması.....	143
Şekil 4.83. Tara pülverizatörlerinde kullanılan çok diskli döner tip meme ve sistem şeması.....	144
Şekil 4.84. Döner diskli memeye sahip el pülverizatörleri ile ilaçlama teknigi.....	145
Şekil 4.85. Döner diskli el pülverizatörünün ilaçlayıcı klşinin arkasında olma durumu.....	146

Şekil 4.86. Döner diskli el pülverizatörünün ilaçlayıcı kişinin önünde olma durumu.....	146
Şekil 4.87. Titreşimli bir memenin ana parçaların ve çalışma prensibi.....	147
Şekil 4.88. Elektrodinamik memede pülverizasyonun oluşumu.....	148
Şekil 4.89. Meme orifisinde aşırıma ve zedelenme durumu.....	151
Şekil 4.90. Farklı malzemelerden yapılmış memelerin aşırıma oranları.....	154
Şekil 4.91. Farklı malzemelerden yapılmış yeni ve aşırıma memelerin ilaç dağılımları.....	154
Şekil 4.92. Hidrolik bir tara pülverizatörünün gemitik olarak görünümü.....	159
Şekil 4.93. Çeşitli tip hidrolik tara pülverizatörleri.....	160
Şekil 4.94. Yardımcı hava akımı tara pülverizatöründe hava kanalı ve memelerin durumu.....	162
Şekil 4.95. Degania pülverizatörü çalışma ilkesi (Sleeve boom).....	163
Şekil 4.96. Hardi pülverizatörü çalışma ilkesi (Twin sistem).....	163
Şekil 4.97. Vakumlu sistemin çalışma ilkesi.....	184
Şekil 4.98. Asılır tip yardımcı hava akımı bahçe pülverizatörü.....	165
Şekil 4.99. Çekilir tip yardımcı hava akımı bahçe pülverizatörü.....	166
Şekil 4.100. Değişik tip yardımcı hava akımı bahçe pülverizatörleri.....	166
Şekil 4.101. Yardımcı hava akımı bahçe pülverizatörlerinde püskürtülen ilaç miktarının oransal dağılımı.....	167
Şekil 4.102. Tepé aparatlı yardımcı hava akımı bahçe pülverizatörü.....	168
Şekil 4.103. Tek tarafa yönlendirilmiş püskürtme beslikleri.....	169
Şekil 4.104. Pülverizatörlerde kullanılan aksiyal ve radyal fanlar.....	170
Şekil 4.105. Radyal ve aksiyal fanlarda uzaklığa bağlı olarak hava hızı değişimi.....	171
Şekil 4.106. Teorik hava verdisinin hesaplanması etkili parametreler.....	174
Şekil 4.107. Teorik hava verdisinin ağaç yüksekliği ve sıra arası mesafeye bağlı olarak değişimi.....	175
Şekil 4.108. Teorik hava verdisinin ilerleme hızı ve sıra arası mesafeye bağlı olarak değişimi.....	175
Şekil 4.109. Narenciye ağaçlarının ilaçlamada gereklili olan hava verdisi.....	176
Şekil 4.110. Şeftali ağaçlarının ilaçlamada gereklili olan hava verdisi.....	176
Şekil 4.111. Elma ağaçlarının ilaçlamada gereklili olan hava verdisi.....	176
Şekil 4.112. Hava akımının damlayı hedefe yöneltme ve sürükleşmeyi (drift) azaltma etkisi.....	178
Şekil 4.113. Yardımcı hava akımının drift miktarına etkisi.....	179
Şekil 4.114. Pnömatik pülverizatör (a. Genel , b. Meme).....	180
Şekil 4.115. Piston pompalı sırt pülverizatörü.....	182
Şekil 4.116. Membranlı sırt pülverizatörü.....	182
Şekil 4.117. Püskürtme sistemi arkada olan sırt pülverizatörü.....	184
Şekil 4.118. Yatay bırmalı mekanik sırt pülverizatörü.....	184
Şekil 4.119. Pamuk ilaçlamasında kullanılan dikey püskürtme çubuklu sırt pülverizatörü (a: Genel görünüm, b: Baskı yüksekliği ile meme sayılarındaki değişim).....	185
Şekil 4.120. Herbosit uygulamada kullanılan koruyucu örtülü meme sistemi.....	186
Şekil 4.121. Otomatik sırt pülverizatörü.....	187
Şekil 4.122. Otomatik sırt pülverizatörlerinde hava basincına bağlı olarak verdinin değişim.....	188

Şekil 4.123. Motorlu sırt pülverizatörü.....	189
Şekil 4.124. Motorlu sırt atomizörü.....	190
Şekil 4.125. Sırt atomizörlerinde kullanılan püskürme başlıklar ve bunların püskürme şekilleri.....	190
Şekil 4.126. El pülverizatörü.....	191
Şekil 5.1. Termik sisleyici (a: karışım bölmesi, b: hava pompası, c: ilaç deposu, d: yakıt deposu, e: karbüratör, f: yanma bölmesi, g: egzos).....	193
Şekil 5.2. Motor egzoslu termik sisleyici.....	194
Şekil 5.3. TIFA sisteme makinası.....	195
Şekil 5.4. Sivilastırılmış petrol gazıyla çalışan el sisleyicisi.....	196
Şekil 5.5. Rüzgarlı koşulda siserme tekniği.....	198
Şekil 6.1. Elektrostatik yüklemenin esası.....	200
Şekil 6.2. Korona yükleme yönteminin esası.....	201
Şekil 6.3. Indüksiyon yükleme yöntemlerinin esası.....	202
Şekil 6.4. Kontak yükleme yönteminin esası.....	203
Şekil 6.5. Elektrodinamik memeden çalışma ilkesi.....	204
Şekil 6.6. Elektrodinamik memede yükleme gerilimi ile damla çapının değişimi.....	205
Şekil 7.1. Tozlayıcılar (a. Kuru tozlayıcı, b. Nemlendirici tozlayıcı).....	211
Şekil 7.2. Tozlayıcı depo şekilleri.....	212
Şekil 7.3. Tozlayıcılarında kullanılan bazı karıştırıcı ve ayar düzenleri.....	213
Şekil 7.4. Tozlayıcılarında hava akımı sağlamaada kullanılan paletli, körükülü ve vantilatörlü sistemler.....	214
Şekil 7.5. Bumlu dağıtma başlığının çalışması.....	215
Şekil 7.6. Bumlu dağıtma başlığına sahip motorlu sırt tozlayıcı.....	215
Şekil 7.7. Tozlayıcılerde kullanılan bazı deflektör şekilleri.....	216
Şekil 7.8. Elle çalıştırılan göğüs ve sırt tipi tozlayıcılar.....	217
Şekil 7.9. Sedyeli tozlayıcı.....	217
Şekil 7.10. Çeşitli tip arabalı tozlayıcılar.....	218
Şekil 7.11. Traktöre asma tip tozlayıcı.....	219
Şekil 7.12. Pnömatik granül dağıticıları.....	220
Şekil 7.13. Mikrogranül uygulayıcı.....	221
Şekil 8.1. Seyyar tip buharlı toprak sterilizatörü.....	224
Şekil 8.2. Taşınabilir buhar jeneratörü.....	225
Şekil 8.3. Buhar uygulama süresine göre toprak sıcaklığının değişimi (Toprak normi % 47; toprak yüzeyi örtülü).....	226
Şekil 8.4. Elle kullanılan toprak enjektörü.....	227
Şekil 8.5. Traktöre kullanılan sıvı fümgant enjeksiyon makineleri.....	227

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Bazı zararlılara ait EZE değerleri.....	3
Çizelge 2.1. İlaçların kalıcılık durumuna göre sınıflandırılması.....	13
Çizelge 3.1. Farklı ürünler için ilaç normları (L/ha).....	17
Çizelge 3.2. İlaçlama yapılacak hedeflere göre optimum damla çapları.....	18
Çizelge 3.3. Farklı hedef yüzeyler için gerekli olan en az damla sayıları.....	19
Çizelge 3.4. Damla çapına bağlı olarak 1 adet/mm ² damla sıklığı için gerekli en düşük ilaç normu.....	20
Çizelge 3.5. İlaç normu ve damla çapına bağlı olarak sağlanan biyolojik etkinlik.....	21
Çizelge 3.6. Damla sıklığı sabit iken ilaç normu – damla çapı – kaplama oranı ilişkisi.....	21
Çizelge 3.7. Kaplama oranı sabit iken ilaç normu – damla çapı – damla sıklığı ilişkisi.....	21
Çizelge 3.8. Damla dejme açısı – yayılma katsayısı ilişkisi.....	23
Çizelge 3.9. Çeşitli yabancı ot yapraklarında su için ölçülen dejme açıları.....	23
Çizelge 3.10. Damla çapına göre pülverizasyonların sınıflandırılması.....	25
Çizelge 3.11. Çeşitli membe tiplerinde (CH) değerleri.....	28
Çizelge 3.12. Karakteristik çaplarda ilgili ömek hesaplamalar.....	29
Çizelge 3.13. Viskozite ile hüzme açısının değişimi.....	32
Çizelge 3.14. Bazı sıvı ve bitki koruma ilaçlarının fiziksel özellikleri.....	34
Çizelge 3.15. SS yapımı bazı yelpaze hüzmeli memelerin pülverizasyon karakteristikleri.....	35
Çizelge 3.16. Suya duyarlı kağıtlarda leke çapı, yayılma katsayısı ve gerçek damla çapı değerleri.....	38
Çizelge 3.17. Küresel damlaların terminal hızlan ve düşme süreleri.....	51
Çizelge 3.18. Damla çapının damla çıkış hızı ve yatay sürüklendirme mesafesine etkisi.....	52
Çizelge 3.19. Yelpaze hüzmeli memelerde 100 µm'den daha küçük damlacıkların içerdiği ilaç hacmi yüzdesi.....	53
Çizelge 4.1. Kullanım alanı ve tiplerine göre depo hacimleri.....	60
Çizelge 4.2. Traktörle çalıştıran pülverizatör depolarında bazı yapım malzemelerinin et kalınlıkları.....	61
Çizelge 4.3. Pülverizatör pompalarının basınç ve verdiye göre sınıflandırılması.....	66
Çizelge 4.4. Pistonlu pülverizatör pompalarında silindir sayısına göre çalışma basınçları.....	67

Çizelge 4.5. Rulolu pompalarda çalışma basıncı ve rotor devri sayısına bağlı olarak verdi (L/min) değişimi.....	75
Çizelge 4.6. Paletli pompalarda palet sayısına bağlı olarak K katsayıları değerleri.....	77
Çizelge 4.7. Tari pülverizatörlerinde membe verdisine bağlı olarak gerekli pompa basıncı değerleri.....	80
Çizelge 4.8. Pülverizatör pompalarının karşılaştırılması.....	84
Çizelge 4.9. Membranlı tip hava deposunda çalışma basıncında göre sağlanması gereken hava basıncı değerleri.....	86
Çizelge 4.10. Çeşitli pompa verdileri için önerilen hortum ölçütleri.....	90
Çizelge 4.11. Hortum çapı ve sıvı debisine bağlı olarak 10 m düz hortum boyu için basınç düşümü değerleri.....	91
Çizelge 4.12. Hızme açısı ve membe aralığının büm yüksekliğine etkisi.....	97
Çizelge 4.13. Pnömatik memede sıvı verdisinin damla büyüklüğüne etkisi.....	132
Çizelge 4.14. Disk devir sayısına bağlı olarak damla çapının değişimi (Besleme verdisi= 36 mL/min).....	137
Çizelge 4.15. "Mini ULVA" Döner diskli memede devir sayısı, verdi, damla büyülüklüğü ve tekdüzelik arasındaki ilişkiler.....	138
Çizelge 4.16. Döner diskli memelerde sıvı orifis çapını belirten renk kodları.....	143
Çizelge 4.17. Konik ve yelpaze hüzmeli memelerin bazı karakteristik özelliklerinin karşılaştırılması.....	149
Çizelge 4.18. ISO 10625'e göre renk ve membe koduna bağlı olarak membe verdileri.....	151
Çizelge 4.19. Memelerde (%) olarak verdi artışlarının aşınmanın etkisi	153
Çizelge 4.20. Yeni ve aşınmış memelerin hacimsel ortalama çapları (μm).....	155
Çizelge 4.21. Hava akımsız ve yardımcı hava akımı tari pülverizatöründe memenin 0.5 m altındaki damla hızları.....	177
Çizelge 5.1. Damla çapına bağlı olarak maksimum yük miktarları ve elektromekaniksel kuvvetlerin büyülüklüğü.....	209

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun sürekli artışı, buna karşın dünya üzerindeki tarıma uygun alanların sınırlı oluşu, özellikle genetik kalıcı ve gelişmekte olan ülkelerde yetersiz beslenme ve ciddi bir açlık sorununa neden olmaktadır. Ayrıca erozyon, yeni yerleşim yerlerinin açılması, yeni fabrikalar kurulması, yeni yollar açılması gibi nedenlerle mevcut tarıma elverişli alanlar giderek azalmaktadır. Bunlardan başka dünyada her yıl alınan ürünün yaklaşık 1/3'ünün hastalık ve zararlar nedeniyle kaybolması, beslenme problemine önemli bir boyut kazandırmaktadır. Dünya'da olduğu gibi ülkemizde de tarıma uygun alanlar sınırlı olduğundan tarımsal üretimin artırılması büyük bir önem kazanmaktadır.

Modern tarımda; birim alandan alınan ürün mikdannı artırmak ve ürün kalitesini yükseltmek için makine, gübre, enerji ve su gibi temel üretim girdilerinin kullanımı yanında hastalık ve zararlılarla savaşım çok önemli bir yer tutmaktadır. Örneğin; tarımsal savaş ilaçları kullanılmaksızın yapılan üretimde belli hastalıkların, zararlıların ve yabancı otların neden olduğu üretim kayipları dünya ortalaması olarak % 35' i bulmaktadır. Ülkemizde yetişirilen kültür bitkilerinde ürün kaybına neden olan hastalık etmenleri yaklaşık olarak 300 kadarıdır. Buna göre 50' ye yakın türü ekonomik önem taşımaktadır. Bunun yanında ülkemizde yetişirilen yaklaşık 60 kültür bitkisinde ve bunlardan elde edilen ürünlerde zarar yapan böcek ve hayvan türleri 500 kadar olup 80-100 türünün ekonomik önem taşıdığı bilinmektedir. Dünya genelinde toplam % 35'lik genel kayıp değeri içerisinde zararlılar % 13.8; hastalıklar % 11.6 ve yabancı otlar % 9.5 oranında yer almaktadır.

İnsanlar beslenmek, giymek ve barınmak zorunda olduklarından ekosistemin sağlayacağı olanaklılarından daha fazla zararlanma yolunu aramaya başlamışlardır. Artan nüfusa birlikte tarımsal çalışmalar da gelişmiş, insanlar ekosisteme müdahale etmeye başlamışlardır. Bozulan doğal denge nedeniyle hızla artış gösteren zararlı böcek, hastalık etmenleri ve yabancı otlarla çeşitli yöntemlerden yararlanarak mücadele etmek, bir zorunluluk haline gelmiştir.

Tarih boyunca başvurulan mücadele yolları arasında sığır, büyüğ ve çeşitli ilkel tuzaklardan, günümüzde uygulanan son tekniklere kadar çok çeşitli yöntemler saymak mümkündür.

Tarımsal savaşın ana amacı; bitkisel ürünü hastalıkların, zararlıların ve yabancı otların etkilerinden ekonomik ölçüler içinde korumak, ürün kayiplarını en aza indirmek ve kaliteyi yükseltmektir. Bu amaca ulaşmak için ise kültürel, fiziksel, biyolojik, karantina ve kimyasal yöntemlere başvurulmaktadır. Her ne kadar modern bitki korumada, entegre (tüm) savaşım görüşüyle yukarıda sözü edilen yöntemler dengeli ve bilinci bir biçimde beraberce uygulanmaktaysa da ülkemizde tarımsal savaşın karşılığı kimyasal yöntemlerdir. Kimyasal yöntemlerin temelini ise kısaca pestisit adını verdığımız bitki koruma ilaçlarının uygulanması oluşturmaktadır.

Ancak bitki koruma ilaçları bilinçli olarak kullanıldığında ürünü garantileye alan etkili bir silah olduğu gibi gelişgüzellik kullanıldığı ise beklenen yarar sağlanamamaktır, ekosistem içindeki doğal denge bozulmaktadır, insan sağlığı tehlikeye sokulmaktadır ve üretim maliyetleri de artmaktadır. Bu nedenle, bitki koruma ilaçlarının beklenen faydayı gerçekleştirebilmesi için bitkidein uygun yüzeylerine etkili dozarda dağıtılması yanında, bu işlemlerin en az çevre kirletmesi ile en ekonomik şekilde uygulanması gerekmektedir.

Tanımsal savaşında kayıp ilaç artıklarının neden olduğu etkilerin azaltılması, kullanılan ilaçın amaca uygun ve daha etkin şekilde hedef yüzeylere yerleştirilmesi kuşkusuz daha duyarlı teknikler gereklidir. Günümüz teknolojisindeki hızlı gelişmelerle paralel olarak kimyasal savaş yönteminde önemli gelişmeler olmuştur. Bu gelişmeler, hem çok sayıda yeni ve etkili ilaç formülasyonlarının bulunmasına, hem de bu formülasyonların bitkiye uygulanmasında kullanılan tanımsal savaş makinalarının ilaç uygulama etkinliklerinin iyileştirilmesine neden olmuştur.

Hastalık, zararı ve yabancı ortaça yapılmak üzere tanımsal savaş, bitkisel üretim zinciri içine yeni bir teknoloji, enerji ve masraf sıkıcağından, çok lityum bir planlama yapılmıştır. Yapılan tanımsal savaş ile kurtarılan ürünün değeri, yapılan masrafi karşılamalıdır. Her hastalık ve zararı her zaman problem olmayıpabilir. Burada yapılacak olan en önemli iş, ürün kaybına neden olan etkenlerin hangi seviyede iken zarar meydana getirebileceklerinin saptanmasıdır. Her zararı ve hastalık için önce zarar yapma seviyesi belirlenir. Bu nedenle zararlılara ilişkin doğal denge düzeyi, ekonomik zarar düzeyi ve ekonomik zarar eşiğinin belirlenmesi gerekmektedir.

Doğal denge durumu (DDD): Çevre koşullarının önemli derecede değişmemesi halinde bir zararı popülasyonunun uzun yıllar ortaçması olarak sahip olduğu nüfustur.

Ekonominik zarar düzeyi (EZD): Üründe ekonomik boyutta zarara yol açabilecek en düşük popülasyon düzeyi (yoğunluğu) dir. Zararı nüfusu bu düzeye ulaşmadan herhangi bir tanımsal savaş yöntemi ile azaltılmalıdır. Aksi halde, mücadele sonunda elde edilecek yarar, yapılacak masraftan daha az olacaktır.

Ekonominik zarar düzeyi; zararlı türüne, kültür bitkisinin çeşit ve gelişim durumuna, bölgeye, mevsime, yıla ve ürünün ticari değerine bağlı olarak değişildik gösterebilir.

Ekonominik zarar esisi (EZE): Herhangi bir zararının ekonomik zarar düzeyine (EZD) erişmesine engel olmak için tanımsal savaşın başlatılmasını gerektiren zararı popülasyonu yoğunluğudur. Zararı nüfusu EZE düzeyinde iken yapılan tanımsal savaş harcamaları, uğranılan zarardan daha azdır.

EZE, kültür bitkisi üzerinde bulunmasına izin verilen en üst zararı popülasyonu seviyesidir. Zararının bu sınıra kadar çoğalmasına izin vermek,

hem tarımsal savaşının ekonomik olmasını sağlar hem de ekosistem içindeki canlı türlerinin korunmasına yardım eder.

EZE değerleri aşağıda sıralanan faktörlere bağlı olarak değişiklikler gösterebilmektedir. Bunlar;

- Bitkinin gelişme durumu,
- Zararının biyolojik gelişme dönemi,
- Mevsim ve yıl,
- Ürünün değerlendirilme şekli,
- Ürünün ticari değeri,
- Tarımsal savaşın maliyeti'dir.

Çeşitli zararlılar için EZE değerlerine ilişkin bilgiler Ziraat Mücadele Araştırma Enstitüsü'nden yayınlanan teknik bildirilerde bulunabilir. Bazı zararlara ait EZE değerleri Çizelge 1.1' de verilmiştir.

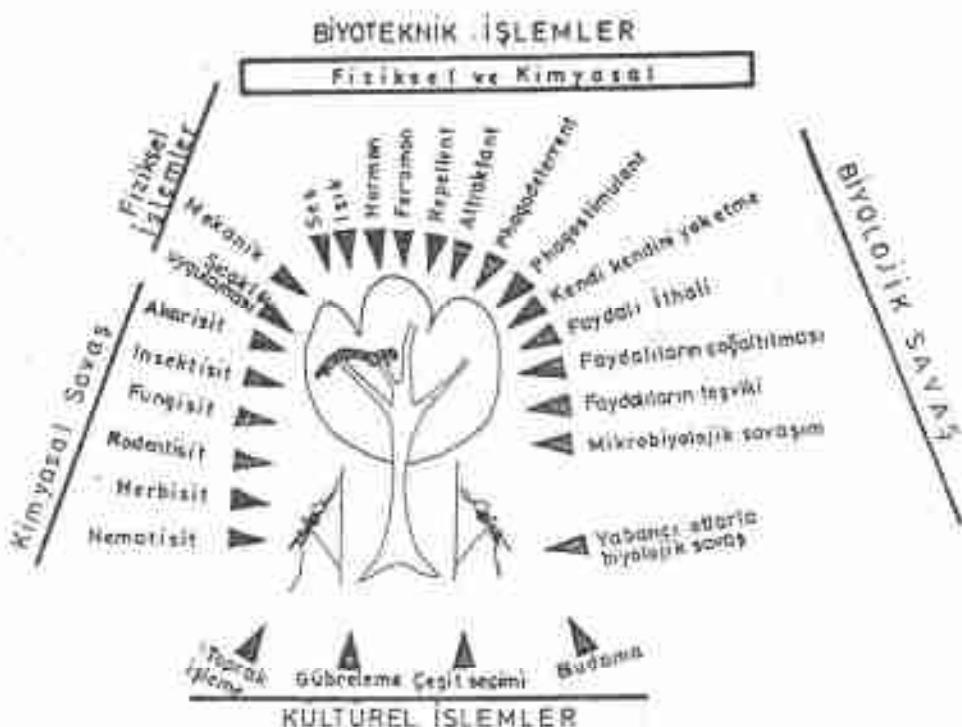
Çizelge 1.1. Bazı zararlara ait EZE değerleri.

Zararlı	Bitki	Bitki dönemi	EZE
<i>Anthonomus pomorum</i>	Elma ağacı	Çiçeklenme öncesi	10-40 ergin/100 dai
<i>Dacus oleae</i>	Zeytin	Meyve oluşumu	Sofralık: % 2-3 vuruk Yağılık : % 10 vuruk
<i>Heliothis zea</i>	Mısır	Koçan oluşumu	1 larva/kоçan
Krmil	Tahıl	Sıt olumu	2 nimf veya ergin
Bağ göz kurdu	Bağ	Göz kabartması	1-2 larva/omca

2. TARIMSAL SAVAŞ YÖNTEMLERİ

Günümüzde tanımsal savaş denilince ilk akla gelen yöntem kimyasal savastır. Ancak modern tarımda, tarımsal savaş tüm (entegre) savaş kavramı içinde düşünülebilir ve ekosistem içindeki doğal dengeyi bozmayacak şekilde kullanılması gereklidir. Tüm savaş, türlerin ekosistemde tamamen elmine edilmesi değil, zararının ekonomik zarar meydana getirmeyecek düzeyde tutulması için uygulanmaktadır.

Tüm savaş yönteminde, bir çok farklı yöntem, olabildiğince birbiriniyle uyumlu, etkili ve uzun süren zararı savasımı sağlayabilecek şekilde kullanılmaktadır (Şekil 2.1). Şekilde görüldüğü gibi tüm yöntemler içerisinde ağırlıklı olarak biyolojik savaş, kültürel yöntemlerden özellikle hastalık ve zararlılara karşı dayanıklı bitki çeşitlerinin kullanılması, fiziko mekanik savaş, genetik savaş (kendi kendini yoketme), biyoteknik savaş uygulamaları ve kimyasal savastırımlarıdır.



Şekil 2.1. Biyolojik zararlılara karşı tüm(entegre) savaşında kullanılabilen yöntemler

2. 1. Kültürel Savaş Yöntemi

Kültürel savaşın amacı, zararlı ve hastalıklann içinde bulundukdan ortamı uygun olmayacak şekilde değiştirmek suretiyle çoğalma hızlarını ve zararını azaltmaktadır. Kültürel önlemler aşağıdaki şekilde sıralanabilir;

- Hastalık ve zararlılara dayanıklı çeşitler kullanma,
- Ekim ve hasat zamanlarının, zararlıların etkili olmadıkları mevsim dömlerinin dikkate alınarak planlanması,
- Çift kali ve derin sırüm gibi değişik toprak işleme yöntemlerinin uygulanması,
- Bitki rotasyonu (münavebe) yapılması,
- Kültür bitkileri arasına zararlıların çok sevdigi tuzak bitkilerin ekilmesi,
- Uygun gübre çeşidinin seçimi,
- Sıradağı mesafelerin artırılması,
- Zararlılardan etkilenmiş bitki artıklarının yok edilmesi,
- Sağlıklı tohum ve fidelerin kullanılmasıdır.

Kültürel savaş, diğer yöntemlere göre daha ucuz bir savaş yöntemidir. Ancak diğer savaş yöntemleri ile birlikte ele alındığında daha etkili olmaktadır. Diğer yöntemler gibi direkt ve ani etkili değildir.

2.2. Biyolojik Savaş Yöntemi

Çevrede mevcut ve etkili olan doğal biyolojik etmenlerin, insan faktörünün yardımıyla zararlı ve hastalıklar üzerinde etkinliklerinin artırılması için yapılan her türlü girişimlere "biyolojik savaş" adı verilmektedir. Bu doğal biyotik etmenler şu şekilde sınıflandırılabilir;

- Doğal düşman böcekler,
- Faydalı akarlar,
- Faydalı nematodlar,
- Protozoalar,
- Bakteriler,
- Virüsler,
- Funguslar,
- Diğer etmenler.

Biyolojik savaş yöntemlerinin bazı yararları vardır. Bunlar arasında en önemlileri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Doğal dengeyi korurlar,
- Çevre kirliliği yaratmazlar,
- Etkileri uzun süreli dir,
- Zararının direnç kazanma olasığı yoktur,
- Diğer savaş yöntemlerine göre daha ucuzdur.

Yukarıda sıralanarı yaralarına karşılık, diğer savaş yöntemlerine göre, etkilerini gösterebilmesi için daha uzun süreye gereksinim duymayan bu yöntemin tek sakıncası yöneldür.

2.3. Biyoteknik Savaş Yöntemi

Zararlann özellikle biyoloji, fizyoloji ve davranışın üzerinde etkili olabilen bazı yapay ve doğal maddeler kullanarak zararlara karşı yapılan uygulamalar "Biyoteknik savaş" olarak tanımlanmaktadır. Bu yöntemde yararılanan unsurlar:

- Dış salgılar (feromonlar),
- İç salgılar (hormonlar),
- Uzaklaştıncılar (repellent),
- Beslemeyi durdurucular (feeding deterrents),
- Kısırlaştıncılar (kemostriant),
- Kanşık bileşenler (kemoterant) dir.

2.4. Fiziko-Mekanik Savaş

Diğer savaşım yöntemleri içerisinde zararlara karşı uygulanan en eski bir yöntemdir. Bu yöntemdeki bütün işlemler zararlının ekolojisi, biyolojisi, sıcaklık, nem ve sese karşı fiziksel dayanıklılık eşiği gibi bilgilere dayanılarak yapılmaktadır.

Bu savaşta zararlann direkt olarak toplanması ya da fizyolojik davranışlarının bozulması, çevrelerinin bir dereceye kadar kendileri için uygun olmayacak koşullara çevrilmesi gibi işlemler yapılır. Fiziksel uygulamalar arasında en yaygın kullanım alanı bulanlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Yüksek veya düşük sıcaklık etkisinde bırakma,
- Yakma,
- Ortamın bağıl nem düzeyini düşürme,
- Suyla boğma,
- Atmosfer gazlarıyla boğma,
- Sert mineral tozları kullanma,
- Gürültü çırpmama,
- Korkuluk kullanma,
- Elektriksel ışık kullanma,
- Manyetik alan etkisinde bırakma,
- Yüksek frekanslı akım etkisinde bırakma,
- Yüksek frekanslı ses dalgaları etkisinde bırakma,
- Radyasyonla öldürme ve kısırlaştırmadır.

Bu yöntemde yer alan mekanik uygulamalar:

- Elle toplama ve ezme;
- Kapan ve tuzaklar kullanma,
- Engel ve örtüler kullanma,
- Ateşli silahlarla avlanmadır.

Mekanik yöntemler arasında yer alan tuzaklar çok çeşitlidir. En çok kullanılan tuzak tipleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Yapıksız malzemeler,
- Zararının hoşuna giden besinlerden yapılan yemler,
- Zararının kişi geçincen aradığı şartları belirli yerlerde yaratarak bir araya toplanmasını sağlamak,
- Sürüler halinde hareket etmelerini engelleyen set ve çukurlar,
- Çağınca ışık yayan ışık kaynakları,
- Zararıyı çeken renge (genellikle sarı) sahip levha veya kablar.

2.5. Kimyasal Savaş

Bileşimlerinde bulunan zehirli kimyasal maddelerle hastalık ve zararları yok etmek için yapılan savaşa kimyasal savaş denir. Kimyasal öldürücülerin uygulanmasındaki kolaylık ve kısa sürede yüksek etkinlik göstermesi ile zararlılara karşı savaşta kimyasal savaş tek silah haline gelmiştir. İlaçların bilincsiz ve yoğun şekilde kullanımı, çevrenin ve özellikle insanın geleceğini tehdilkeye sokan sorunların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Diğer savaş yöntemlerinin geliştirilebilimeleri uzun zamana ihtiyaç göstermekle ve daha ileri seviyede planlama, uygulama veya koordineli çalışmayı gerektirmektedir.

Kimyasal savaşın iki temel unsunu vardır. Bunlar:

- Tanımsal savaş ilaçları (pestisitler) ve
- Tarımsal savaş makineleridir.

Ayrıca eğitimi ve deneyimi olan da uygulamanın amacına ulaşması, çevre kirliliğine yol açılmaması için 3. unsur olarak öncelikle dikkate alınmalıdır.

Tarımsal savaş ilaçları; hastalık, zararlı ve yabancı otlara çeşitli şekillerde etki ederek öldürür veya gelişimlerini engelleyen, içinde biyolojik etkinliği olan bir etkili maddé ve bazı yardımcı maddeleri taşıyan fiziksel bir karışımındır. Bu karışma ilaç, preparat veya formülasyon da denilmektedir. İlaçlar katı (toz veya granül), sıvı veya gaz halinde bulunabilirler.

Tanımsal savaş ilaçlarının içerdiği elementler aşağıdaki şekilde sıralanabilmektedir:

- **Etkili (aktif) madde:**
Zarar yapan organizmanın öldürülmesinde birinci derecede etkili olan maddedir.
- **Dolgu ve seyrelticili maddeler:**
Etkili maddenin konsantrasyonunu düşümede ve homojen dağılımında yardımcı olan maddelerdir.
- **Dispersiyon maddeleri:**
Sıvı ortamda olacak granülleşme ve sedimentasyonu (lacın çökelmesini) önleyen yardımcı maddelerdir.
- **Stabilizatörler:**
Etkili maddenin kısa zamanda parçalanmasını (dekompozisyonu) azaltan maddelerdir. Özellikle havanın oksijeni ve güneş ışınları ilaçın aşınmasını hızlandırmır.
- **Emülgatörler:**
Sıvı ilaçın bir başka sıvı içinde çok küçük damlacıklar şeklinde karışarak emülsiyon yapmasını sağlayan maddelerdir.
- **Solventler (çözücüler):**
Etkili maddenin çözülmesini veya sıvı içerisinde homojen dağılımını sağlayan maddelerdir.
- **Yapıştırcı maddeler:**
Uygulanan ilaçın uygulama yapılan yüzeye tutunmasını, dış etkilerle (yağmur, rüzgar vb.) kolejce yıkanmasını veya sürüklenebilmesini sağlayan maddelerdir.
- **Renk maddeleri:**
Formülasyonda zehirliliğe dikkat çekenek şekilde ikaz maddesi olarak kullanılan renk maddeleridir. Özellikle tohum ilaçlarında ya da çeşitli zararlılara karşı hazırlanan zehirli yemlerde kullanılmaktadır.
- **Köpüklenmeyi önleyen maddeler:**
İlacın su ile karıştırılması sırasında aşırı köpürmesini önerler.
- **Yüzey gerilimini azaltan maddeler:**
İlacın yüzey üzerinde yayılmasını ve hedef yüzeyi daha iyi kaplamasını sağlarlar.
- **Antikorlar:**
İlacın bitkiye olumsuz etki yapmasını önerler.

- **Antijenler:**
İlaçın soğukta kahlaşmasını önleyen maddelendir.
- **Buharlaşmayı Önleyiciler:**
İlaç damalarının buharlaşmasını yavaşlatırlar.

2.5.1. Tanımsal savaş ilaçlarının sınıflandırılması

Tanımsal savaş ilaçları formülasyon sekillerine göre aşağıdaki gibi sınıflandırılabilirler:

- Toz ilaçlar,
- islanabilir toz ilaçlar(WP veya IT),
- Suda çözünen toz ilaçlar(Soluble powder-SP),
- Emülsyon konsantre ilaçlar(EC),
- Solüsyon konsantre ilaçlar,
- Yağlar,
- Pelletler, tablet ve macunlar,
- Granüller,
- Aerosol,
- Tohum ilaçları,
- Zehidi yemler,
- Gübre karışımları,
- Akıcı konsantreler,
- Yağ solüsyon ve konsantreleri,
- Sulandırılmadan kullanılan sıvı ilaç formülasyonları (ULV formülasyonu),
- Duvar boyalı karışımı,
- Kuru akışkanlar,
- Mikro kapsüller.

İlaçın kullanımına şekline göre:

- Doğrudan kullanılmaya hazır ilaçlar (toz ilaçlar, ULV formülasyonları, granüller ve bazı nematisitler),
- Su veya organik çözücü içinde seyreltilerek kullanılan ilaçlar (emülsyon konsantre ilaçlar, islanabilir toz ilaçlar, solüsyonlar ve yağlar).

İlaçın fizik haline göre:

- Kah ilaçlar (toz, islanabilir toz, granül ve pelletler),
- Sıvı ilaçlar (emülsyon konsantreler, yağlar ve solüsyonlar),
- Gaz ilaçlar.

Kullanıldığına göre:

- Insektisitler (böcekler etkiler),
- Fungisitler (mantarları etkiler),
- Herbisitler (zaranlı bitkileri etkiler),
- Bakterisitler (bakterileri etkiler),
- Akarsıt (=mitisit, akarları etkiler),
- Nematisit (nematodları etkiler),
- Mollussisit (yumuşakçaları etkiler),
- Rodentisit (kemirgenleri etkiler).
- Avisit (kuşları etkiler).

Zararlıyı etkileme yoluna göre:

- Sistemik (bitki özsuyuna geçerek etkili olurlar),
- Yarı sistemik,
- Mide zehirleri (sindirim sistemi yoluyla etkili olurlar),
- Gaz zehirleri (solunum yoluyla etkili olurlar),
- Değme (kontakt) zehirler (vücut gözeneklerinden geçerek etkili olurlar),

Zararlıların biyolojik dönemine göre:

- Larvisitler (larvaları öldürenler),
- Ovisitler (yumurtaları öldürenler),
- Ovilarvisitler (hem yumurtaları hem de larvaları öldürenler),
- Erginlerini öldürenler.

Etkili maddelerine göre:

- İnorganik maddeler,
- Doğal organik maddeler,
- Bitkisel maddeler,
- Petrol yağıları,
- Sentetik organik maddeler,
- Klorlanılmış hidrokarbonlar,
- Organik fosfatlılar,
- Diğer sentetik organik maddeler.

Zenitleyici özelliklerine göre:

- Solunum ve kan zehirleri,
- Yakıcı zehirler,
- Hücre zehirleri,
- Sinir zehirleri,
- Karışık etkili zehirler.

Yapılan bu sınıflandırmalar içerisinde en çok fiziksel özelliklerine göre yapılan sınıflandırma kullanılmaktadır.

Katı ilaçlar, genel olarak doğrudan doğruya toz veya granül halinde kullanılır. Etkili madde oranları % 1-25 arasında değişir. Sıvı veya katı etkili maddeden yapılabılır. Etkili madde sıvısa, bu madde emiciliği yüksek katı dolgu maddelerine emdirilir.

Toz ilaçların seçimi sırasında zerre şekli, zerre büyüklüğü, sertliği, hacim ağırlığı, yoğunluğu, akıcılığı, nern çekme özelliği, statik elektriklenmesi gibi özellikleri dikkate alınmalıdır.

Günümüzde en fazla kullanılanlar sıvı ilaçlardır. Bu ilaçlar, etkili maddenin enticiler içinde entilmesiyle elde edilir. Oluşturulan karışım çözelti, süspansiyon veya emülsiyon şeklinde olabilir.

Cözeltilerde, taşıyıcı sıvuya çözüçülük sunan aşılmayacak miktarlarda etkili madde katılması durumunda, başka bir ek işlem gereklilik olmada (karıştırma vb.) ilaçın konsantrasyonu korunur.

Süspansiyonlarda etkili madde katıdır. Taşıyıcı sıvı içinde zerreçikler halinde askıda dururlar. Çökelme cıktaması için uygulama sırasında ilaç sürekli karıştırılmalıdır. Konsantrasyonun sabit tutulması bu yolla sağlanmaktadır.

Emülsiyon ilaçlar sıvı halindedir. Taşıyıcı sıvı içinde 1.5-2 μm büyüklüğünde çok küçük zerreçikler halinde askıda dururlar. İlaçlama işlemi boyunca karıştırma işlemi uygulanarak konsantrasyon sabit tutulmalıdır.

Gaz halindeki ilaçlar, kapalı hacimlerin dezenfeksiyonu için kullanılır. Bunlar, ya doğrudan gaz halinde ya da kullanılma sırasında kimyasal bıçak sonucu gaz haline geçen katı veya sıvı maddeler şeklinde imal edilirler.

2.5.2. Kimyasal tarımsal savaşın sorunları

Bütün hastalık ve zararlılığıyla savaşında Dünya'da en yaygın kullanılan yöntem kimyasal savaştır. Ancak kimyasal savaşın sorunları oldukça fazladır. Bu sorunlardan en önemli ilaçlara karşı dayanıklılık olmasıdır. Dayanıklılık pratik olarak açıklanacak olursa, hastalık ya da zararlarının daha önce kendilerine karşı başarıyla uygulanan toksik maddelerden artık etkilenmemeleridir.

Bu nedenle sürekli yeni ilaçların bulunması ve uygulamaya aktarılması gerekmektedir. Oysa, günümüz teknolojisiyle dahi bir etkili maddenin ilaç haline getirilmesi yaklaşık olarak 8-10 yıl gerekmektedir. Bu uzun ve masraflı çalışmalar nedeniley ilaçlar pahalı olmaktadır. İlaçların, zararlılarda direnç yaratmayacak ya da direnç kazanma hızını azaltacak şekilde bilinci olarak uygulanması, kullanım ömrülerini uzatacak ve ucuza satılmasına neden olacaktır.

Zararlıların ilaçlara karşı direnç kazanmasını hızlandıran uygulamadan kaynaklanan etkenlerin arasında, ilaçların sık sık ve yüksek dozlu olarak kullanılmaları sayılabilir. Bu tür uygulamaların, zararının direnç kazanmasını hızlandırmayan yanı sıra çevre kiriliğini artırıcı yönü de vardır.

Tarimsal savaş ilaçlarının (pestisitlerin) en önemli sorunları ise insan ve çevreye olan olumsuz etkileridir. İlaçların hepsi sahip oldukları fiziksel, kimyasal özellikleri ve farklı sahalarda uygulanmaların nedeniyle hedef alanından farklı diğer ekosistemde de etkili olmakta, insan ve çevre üzerinde olumsuz etkiler görülmektedir. Pestisitlerin çevrede yayılma olan hava, toprak ve su yoluyla olmakta, doğada besin zincirine katılmakta ve sonuçta doğrudan veya dolaylı yollarla insan ve çevresine olumsuz etki yapmaktadır.

Pestisitlerin insan vücutuna girişi:

- Ağız yoluyla,
- Deri yoluyla,
- Solunum yoluyla

olmak üzere 3 değişik yoldan olmaktadır. Pestisitlerin insan vücutuna girişi yukarıda belirtilen yollardan hangisiyle olursa olsun, sonuçta insanlarda bir zarar etkisi gösterebilmektedir. Bu durum o ilaçın toksisitesini (zehirliliğini) ortaya koymaktadır. Kullanma sırasında ilaçın ağız yoluyla alınması çok azdır. Daha çok deri ve solunum yoluyla girebilir. Ancak, bilgisizlik, dalgınlık, kazaya ya da çocukların ulaşabileceği ortamda tutulan ilaçlar ağız yoluyla vücuta girebilmektedir.

Pestisitlerin zehirlilik durumları akut ve kronik olarak 2 farklı şekilde ortaya çıkar;

Akut zehirlilik (akut toksite), tek dozun bir defada alınması sonucu birdenbire ortaya çıkan zehirlilikdir.

Kronik zehirlilik (kronik toksite), belirli bir sürede az dozların devamlı olarak alımı ile ortaya çıkan zehirlilikdir.

Toksite, doğrudan doz ile ilgili olup sayısal ifade ile LD₅₀ (Letal doza) olarak kabul edilen index ile açıklanmaktadır.

LD₅₀, ağız ya da deri yoluyla uygulandığında, popülasyonda % 50 ölüm meydana getiren dozdur. Deney hayvanı vücut ağırlığının her bir kilogramına milligram olarak düşen dozu (mg/kg) belirtmektedir.

LC₅₀ ise solunum yoluyla etkili ilaçlar için kullanılır. 4 saatlik bir solunum süresinde deney hayvanlarının % 50' sini öldürmen doz olup (m³) havâ içinde (mg) olarak ifade edilir.

Bir bitti koruma ilaçının LD₅₀ değeri ne denli küçükse, ilaç o kadar zehirli ve tehlikeaddir. Şekil 2.2' de bazı organofosfat ve karbomatk ilacıların (dermal) ve ağız (oral) yolla alımındaki toksiteleri verilmiştir.



Şekil 2.2. Bazı organofosfat ve karbonattı ilaçların toksitesi.

İlaç kullanımından kaynaklanan bir diğer sorun ise kalıcılıklandır. Bitki üzerindeki ilaç kalıntıları, kullanılan ilaçın cinsine, ilaçın uygulama zamanına, çevre koşullarına, ilaçın zıyma süresine, uygulamanın yapıldığı bitki çeşidine ve bu bitkiler tarafından metabolize edilme kapasitesine, uygulama zamanı ile ürün hasat edilişi arasındaki süreye ve diğer bir çok etmenle bağlı olarak farklılık göstermektedir. İlaçlar kalıcılıklarına göre Çizelge 2.1' deki gibi sıralanmaktadır.

Hayvansal orijinli besinlerde ise gerek hayvan dış parazitlerine karşı uygulanan ilaçlarda, gerekse hayvanların ilaç kalıntıları bitkilerle beslenme sonucu, kalıntı (rezidü) problemi ortaya çıkmaktadır. Ette, sütte ve yumurtada ilaç kalıntılarının saptanması, bu durumu açıkça göstermektedir.

Çizelge 2.1. İlaçların kalıcılık durumuna göre sınıflandırılması:

Kalıcılık durumu	Sürm	İlaç grubu
Kalıcı değil	1-12. hafta	Organik fosforlar ve karbonattı ilaçlar
Orta derecede kalıcı	1-16. hafta	2,4-D; Atrazin vb.
Kalıcı	2-5 yıl	Klorlu hidrokarbonlar
Devamlı kalıcı	Süresiz	Olva, arsenik, kurgun vb. bilesikler

3. BİTKİ KORUMA MAKİNALARI

3.1. Bitki Koruma Makinalarının Sınıflandırılması

Tarım ilaçlarının uygulanmasında çeşitli bitti koruma makinaları kullanılmaktadır. Bunlar; havadan ilaçlamada kullanılan uçak ve helikopterler ile yerden yapılan uygulamalarda kullanılan pülverizatörler, tozlayıcılar, mikrogranül uygulayıcıları, toprak enjekktörleri, sisleyiciler ve fümidatörlerdir.

Pülverizatörler, etkili maddeyi taşıyıcı bir sıvı ile karışmış olarak damalar halinde hedef yüzeylere İleten tanımsal savaş aracıdır. Toz şeklindeki katı etkili maddeyi bitkilere ullaştıranlar tozlayıcı, mikrogranül haldeki katı etkili maddeyi toprak yüzeyine dağıtan veya toprak içeresine yerleştirilenler mikrogranül uygulayıcıları olarak adlandırılırlar.

Sıvı haldeki etkili maddenin toprak içine enekte edilmesinde kullanılan makinalara toprak enjekktörleri (elle çalıştırılan tipler) veya kimyasal toprak sterilizatörleri denilmektedir. Etkili maddenin kaplı alanarda gaz şeklinde uygulanmasını sağlayanlar ise fümidatörler olarak adlandırılmaktadır.

Tanımsal savaş yöntemleri içerisinde en fazla kullanılan yöntem kimyasal savaştır. Kimyasal savaşın temelini ise, çoğunlukla sıvı haldeki ilaçlar ve bu ilaçların hedef yüzeylere İletilmesinde kullanılan pülverizatörler oluşturmaktadır. Bu nedenle, kitapta pülverizasyon tekniği ve pülverizatörler üzerinde ağırlıklı olarak durulacaktır.

3.2. Pülverizasyon Tekniği

Etkili maddenin taşıyıcı su veya yağlı çözeltiler içine karıştırılarak hedef yüzeylere damalar halinde İletilmesi işlemine pülverizasyon (püskürme), bu işlemin gerçekleştirileşmesinde kullanılan bitti koruma makinalarına ise pülverizatör (püskürtücü) denilmektedir.

Pülverizasyon işleminden beklenen yarann sağlanabilmesi için aşağıdaki faktörlerin ve bunlar arasındaki ilişkilerin iyi bilinmesi gerekmektedir. Bu faktörler;

- ilaç normu,
- Damla çapı (büyüklüğü),
- Damla sıklığı,
- Kaplama oranı,
- Penetrasyon' dur.

3.2.1. İlaç normu, damla çapı, damla sıklığı ve kaplama oranı ilişkileri

Birim alana atılacak sıvı veya toz ilaç mikdanna ilaç normu denir. İlaç normu; L/da, L/ha, kg/da, kg/ha gibi farklı birimlerde ifade edilebilmektedir.

İlaç normu; başlanacak bitkinin cinsine ve gelişme durumuna, zararının cinsine, kullanılacak ilaçın özelliklerine, uygulanmanın yapıldığı damla büyüğününe, damla sıklığına ve kullanılan pülverizatörün teknik özelliklerine bağlı olarak değişmektedir.

Bitkinin cinsi ve gelişme durumu, ilaç normunu etkileyen en önemli faktörlerdir. Çizelge 3.1¹ de farklı ürünler için ilaç normları verilmiştir. Çizelgede görüleceği gibi meye bahçelerinde uygulanan ilaç normları tarla bitkilerine göre daha yüksektir. Bunun nedeni, tarla bitkileri için yüzey ilaçlaması yapılmışken meye ağaçları için hacim ilaçlamasına benzer bir uygulama yapılmazdır. Meyve bahçelerinde toplam yaprak alanının daha fazla olması, ağaç aralarında boşluklar olması, ağaç tacının içi kısımlarına yeterli ölçüde damla penetrasyonunun sağlanabilişi ve ağaçın en üst dallanına kadar damllalann ulaşabilmesini sağlamak amacıyla damla çaplarının büyük tutulması, ilaç normunun daha yüksek olmasına neden olmaktadır.

Çizelge 3.1. Farklı Ürünler için ilaç normları (L/ha).

Pülverizasyon sınıfı	Tarla bitkileri	Meye bahçeleri
Yüksek hacimli (HV)	> 600	> 1000
Orta hacimli (MV)	200 – 600	500 – 1000
Düşük hacimli (LV)	50 – 200	200 – 500
Çok düşük hacimli (VLV)	5 – 50	50 – 200
En düşük hacimli (ULV)	< 5	< 50

Çizelge 3.1¹ de görüldüğü gibi ULV uygulamalarında en düşük ilaç normu kullanılmaktadır. Günümüzde, hedef yüzey üzerinde yeterli etkinliği sağlayacak optimum damla çapı ve sıklığı ile ilaç uygulamalarına doğru olan yönelik, ilaç normunun azaltılması sağlanmıştır. Düşük hacimli uygulamalarda birim alana uygulanan ilaç hacmi azalmakta, ancak yeterli etkinliği sağlayabilmek amacıyla hem daha küçük damlacıklar halinde, hem de daha yüksek konsantrasyonlarda ilaç püskürtülmektedir. ULV uygulamalarına ilişkin araştırmalar, çok düşük hacimli fakat yüksek konsantrasyonlu ilaç

uygulamalarının yüksek hacimli düşük konsantrasyonlu uygulamalar kadar etkili olduğunu göstermiştir. İlaç normunun azaltılması:

- Dekar su kullanımını azaltmakta,
- Su kullanımının azalması nedeniyle depo doldurma sayısı azaldığı için depo doldurma süresi azalmakta,
- Bir depo ilaçla daha geniş alan ilaçlanmaktadır,
- Birim zamanda daha geniş alan ilaçlanabilmektedir.

İlaçlanacak bitkinin yaprak alanı, ilaç normunun belirlenmesinde oldukça önemlidir. Yaprak alan indeksi, aşağıda belirtilen şekilde hesaplanabilmektedir:

$$YAI = A_t / A$$

Burada;

YAI : Yaprak alan indeksi,
 A_t : Birim alandaki toplam yaprak alanı (m^2),
 A : Birim alan (m^2) dir.

Yaprak alan indeksi, bitki çeşidine ve bitkinin gelişme dönemine göre değişmektedir. Bu oran, bitki gelişmesinin tamamlandığı dönemde 6 – 7 degerindedir. YAI değeri küçük olduğunda ilaç normu azaltılır, büyük olduğunda ise artırılır. Örneğin, $YAI = 3$ ve 1 ha yaprak alanı için 2.5 L sıvı ilaç ihtiyaç duyulduğunda, 1 ha tarla alanına 7.5 L sıvı ilaç uygulanmalıdır.

Pamuk gibi bazı bitkilerde, gelişmenin tamamlandığı dönemlerde YAI değeri büyülüdüğü için hem bitki taci içersine damla penetrasyonu azaltmakta hem de yaprak alttan yeterli mikarda daç alamamaktadır. Bu durum göz önüne alınarak, tarla pülverizatörleri püskürme borusu üzerine yaprak altı ilaçlama memeleri yerleştirilmekte ve bu da ilaç normunun artmasına neden olmaktadır.

İlaç uygulamalarında yeterli biyolojik etkinliğin sağlanabilmesi için hedef yüzeylerin yeterli sayıda ve uygun çapta damlalarla lity bir şekilde kaplanması gereklidir. Çizelge 3.2'de ilaçlama yapılacak hedef yüzeylere göre optimum damla çapları görülmektedir.

Çizelge 3.2: İlaçlama yapılacak hedeflere göre optimum damla çapları.

İlaçlama yapılacak hedef	Damla çapı (VDM, μm)
Uçan böceklerle karşı (Insektisit)	10 – 50
Yaprak üzerindeki böceklerle karşı (Insektisit)	30 – 50
Yaprak ilaçlanması (Fungisit)	40 – 100
Toprak ilaçlanması (Herbisit)	250 - 500

Sıvı ilaç uygulamalarında, damla büyüğlüğü seçiliğen hedef yüzeyin cinsi dışında, bitki çeşidi, ilaçlama zamanındaki çalışma koşulları (rüzgar hızı, hava sıcaklığı ve nisbi nem gibi meteorolojik koşullar) ve çevredeki diğer canlılar göz önüne alınmalıdır.

Bitki örtüsünün yaprak alan indeksi büyündükçe veya bitki yükseliği arttıkça, damlaların bitki yaprak taci içersine girebilmesi ve alt yapraklara kadar ulaşabilmesi için çaplarının büyük olması gerekmektedir. Ayrıca, özellikle herbisit uygulamaları sırasında atmosferik koşullar nedeniyle damlaların sürüklendirmesini azaltmak ve hedef yüzeylerde toplanma etkinliğini artırmak için damla çaplarının $250 \mu\text{m}$ 'den daha büyük olması istenmektedir. Damla çaplarının büyümesi ise doğal olarak ilaç normunun artmasına neden olmaktadır.

Ancak, sabit ilaç normu koşullarında damla çapı büyündükçe etkili maddenin hedef üzerindeki dağılımı kötüleşmektedir. Çünkü damla çapı büyündükçe eşit mikardal püskürme sırasından daha az sayıda damla oluşacaktır. Örneğin, $100 \mu\text{m}$ yerine $300 \mu\text{m}$ çaplı damlalar üretildiğinde birim alana düşen damla sayısı, çap oranının küpü kadar ($3^3 = 27$) daha az olacaktır. Damla sayısının azalması ise etkili maddenin yüzey üzerindeki kaplayacağı alanı azaltmaktadır.

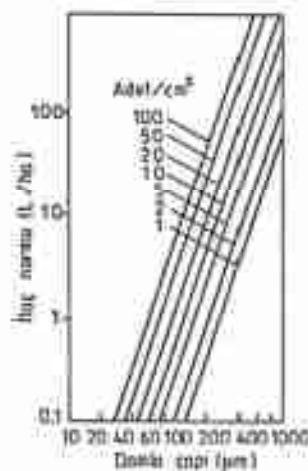
İlaçlamada uygun damla büyüğlüğü yanında birim alandaki damla sayısı da yeterli bir biyolojik etkinlik sağlanması açısından oldukça önemlidir. Birim hedef alanındaki damla sayısı, damla sıklığı veya damla yoğunluğu terimleriyle ifade edilmekte olup genellikle cm^{-2} deki damla sayısını göstermektedir.

Hedef yüzeylere uygulanacak ilaç formülasyonuna göre birim alana düşmesi gereken en az damla sayıları Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Hedefe uygun optimum damla çapı belirlendikten sonra arzu edilen damla sıklığı değerine ulaşmak için gerekli olan teorik ilaç normu değerleri Şekil 3.1 yardımıyla bulunabilir. Şekil 3.1'de görüldüğü gibi damla sayısı arttıkça ilaç normunda da artış olmaktadır.

Çizelge 3.3. Farklı hedef yüzeyler için gereklidir en az damla sayıları.

Formülasyon	Damla sıklığı (adet/cm^2)
Pre - emergence herbisit	20 - 40
Kök sisteme etkili herbisit	50
Kontak etkili past - emergence herbisit	50 - 70
Kontak etkili fungisit	50 - 70
Sistemik etkili fungisit	20 - 30
Sistemik etkili insektisit	20 - 30
Kontak etkili insektisit	50



Şekil 3.1. Damalı sıklığı, damalı çapı ve ilaç normu arasındaki ilişki.

Çizelge 3.4' de ise farklı damalı büyüklükleri ile ilaç uygulamalarında 1 adet/mm² damalı sıklığı elde etmek için gerekli olan en düşük ilaç normları görülmektedir.

İlaç normu, damalı çapı ve damalı sıklığı arasındaki ilişkiye bağlı olarak biyolojik etkinlik de değişmektedir. Norm sabit kalacak şekilde damalı çapları büyütüldüğünde, dolayısıyla damalı sıklığı azaltıldığında biyolojik etkinlik azalmaktadır. İsviçre'de yapılan bir araştırmada, bağışıklarda *Viticola* ve *Unicola nector*'a karşı yapılan fungisit uygulamalarında damalı çaplarının biyolojik etkisi incelenmiştir (Çizelge 3.5).

Çizelge 3.4. Damalı çapına bağlı olarak 1 adet/mm² damalı sıklığı için gerekli en düşük ilaç normu.

Damalı çapı (µm)	En düşük ilaç normu (L/ha)
10	0.005
20	0.042
30	0.141
40	0.335
50	0.655
60	1.131
70	1.797
80	2.582
90	3.818
100	5.238
200	41.905
500	654.667

Çizelge 3.5. İlaç normu ve damla çapına bağlı olarak sağlanan biyolojik etkinlik.

İlaç normu (L/da)	Pülverizasyon sınıfı	Biyolojik etkinlik (%)
4.0	Çok ince	98.6
4.0	Ince	94.4
4.0	Kaba yapılı	84.6

Küçük çaplı damlatanın biyolojik etkinliklerinin yüksek olması, hedef yüzeyler üzerinde iyi bir kaplama oranı sağlanmalarından kaynaklanmaktadır. Çizelge 3.6 ve 3.7' de ilaç normu ve damla sıklığı ile kaplama oranı arasındaki ilişkiler görülmektedir.

Çizelge 3.6. Damla sıklığı sabit iken ilaç normu – damla çapı – kaplama oranı ilişkisi.

İlaç normu (L/ha)	Damla çapı (μm)	Damla sıklığı (adet/cm ²)	1 cm ² alandaki kaplama oranı(%)
600	270	580	33.3
400	236	580	25.4
200	188	580	16.0
150	170	580	13.2
100	149	580	10.0
25	94	580	4.0

Çizelge 3.7. Kaplama oranı sabit iken ilaç normu – damla çapı – damla sıklığı ilişkisi.

İlaç normu (L/ha)	Damla çapı (μm)	Damla sıklığı (adet/cm ²)	1 cm ² alandaki kaplama oranı(%)
600	270	580	33.3
400	180	580	33.3
200	90	580	33.3
150	68	580	33.3
100	45	580	33.3
25	11	580	33.3

3.2.2. Damla dejme açısı ve kaplama oranı ilişkisi

Bir sıvı ile damasının düştüğü yüzey üzerinde kapladığı alan; damyanın çapına, yüzey gerilimine ve yaprak yüzeyinin özelliğine bağlı olarak değişmektedir.

Daha önce belirtildiği gibi, hacim sabit iken sıvı ne denli ince damalar şeklinde püplerize edilirse, birim yaprak alanına düşen damla sayıları (damla sıklığı) o kadar artmaktadır ve kaplama oranı da artmaktadır. Kaplama oranı, esagıldaki eşilik yardımıyla hesaplanabilmektedir.

$$KO = \frac{A_d}{A_y} \cdot 100$$

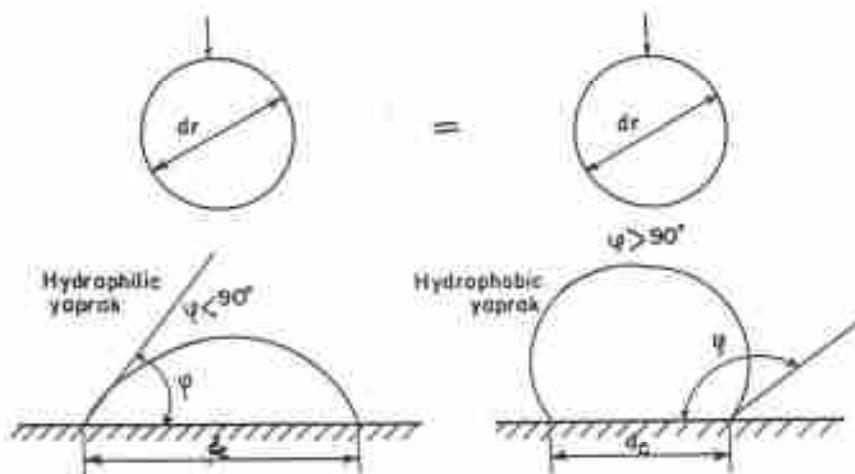
Burada,

KO : Kaplama oranı (%).

A_d : Damyanın birim yaprak yüzeyi üzerinde kaplıdıkları alan (m^2),

A_y : Birim yaprak yüzey alanı (m^2) dir.

Bir damyanın yaprak yüzeyindeki yayılma durumunun ifade edilmesinde dejme açısı terimi kullanılmaktadır. Damyların yaprağa dejdiği noktadan geçirilen tejet ile yaprak yüzeyi arasında kalan damla tarafındaki açı (ϕ) dejme açısı olarak tanımlanmaktadır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Damla dejme açısı.

Şekil 3.2' de görüldüğü gibi, değme açısı küçüldükçe, damla yaprak yüzeyine daha iyi yayılmaktadır. Yaprak üzerindeki değme açısı ile yayılma katsayısı arasında bir ilişki vardır. Değme açısı ne kadar büyük olursa, damla değme çapı da o denli küçük olacak ve yayılma katsayısı da o kadar küçülecektir. Damla değme açısı ile yayılma katsayıları (E) arasındaki ilişkii Çizege 3.8' de gösterilmiştir:

Çizege 3.8. Damla değme açısı – yayılma katsayıları ilişkisi.

Değme açısı (φ°)	10	30	50	70	90	110	120	180
E	6.128	2.859	1.96	1.39	1.0	0.677	0.528	0

Yaprak yüzeyinin özellikleri de değme açısına etki etmektedir. Bitkilerin yaprak yüzey özellikleri birbirinden oldukça farklı olup bazı yapraklar yumru, parlak yüzeyli, bazı yapraklar ise tiryıldır. Bu yaprakların bazıları kolay ıslanabilmekte, bazıları ise daha az ıslanma özelliği göstermektedir. Örneğin yumru yaprak yüzeyine gelen damların değme açısı mumsuz yüzeylere göre daha büyütür. Çizege 3.9' da çok rastlanan bazı yabancı ot yaprakları üzerindeki değme açıları görülmektedir.

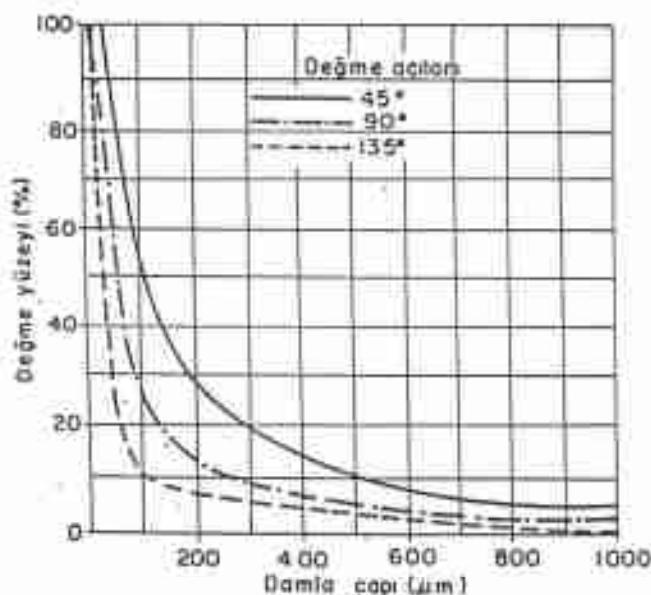
Değme açıları, yaprakların alt ve üst yüzeylerine göre de değişiklik göstermektedir. Yaprak alt yüzeyine tutunan damlaların değme açıları yerçekimi etkisinden dolayı yaprak üst yüzeyindeki damllalara göre daha büyük olmaktadır.

Çizege 3.9. Çeşitli yabancı ot yapraklarında su için ölçülen değme açıları.

Bitki	Değme açısı ($^\circ$)
Yulaf (Aven satu)	161 ± 0.6
Arpa (Hordeum distichum)	166 ± 0.5
Polygonum lapathifolium L.	101 ± 2.4
Ak kazayağı (Chenopodium album)	157 ± 0.4
Kuz yünü (Stellaria media)	78 ± 4.2
Yabani hardal (Sisapis Arvensis)	64 ± 1.1
Beyaz hardal (Sisapis alba)	62 ± 1.1
Bezelye (Pisum sativum)	169 ± 0.5
Keten (Linum usitatissimum)	166 ± 0.9
Galeopsis tetrahit	100 ± 1.3
Büyük sinir otu (Plantago major)	57 ± 2.7
Yapışkan otu (Galium aparine)	53 ± 2.2
Yabani krizantem (Chrysanthemum segetum)	160 ± 1.1
Köygören (Cirsium arvense)	60 ± 1.5
Peygamber çiçeği (Centaurea arvensis)	152 ± 1.7
Eşek marulu (Sonchus arvensis)	160 ± 1.5

Damla değme açısı büyündükçe, damlanın değme çapı (d_c) azalacağı için damyanın yaprak yüzeyini ıslatma alanı ve dolayısıyla yüzey kaplama oranı azalacaktır. Bu durum Şekil 3.3' de görülebilir. 10 L/da' lik sabit ilaç normunda, sıvı ilaç 100 μm çapında damlalar şeklinde pülverize edildiğinde, damla değme açısı 45° iken % 55' lik bir kaplama oranı elde edildiği halde, 90° de % 28, 135° de ise % 10 kaplama oranı elde edilebilmektedir. 100 μm yerine 400 μm ' lik damla çaplarında, aynı değme açılan için sırasıyla % 14, % 7.5 ve % 5 kaplama oranı sağlanabilmektedir.

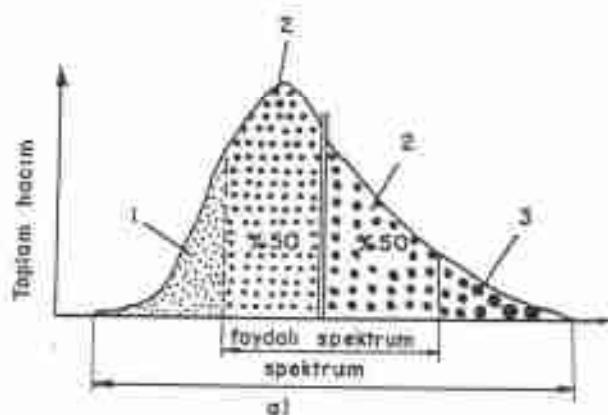
Sıvı ilaçın fiziksel özelliklerinden biri olan yüzey geriliği de damlaların bir yüzey üzerindeki yayılma özelliklerine etki etmektedir. Yüzey geriliği büyük olan sıvılar hedef yüzeylerde küresel sekillerini korumaya çalışıklarından büyük bir değme açısı ve küçük bir değme (temas) çapı oluştururlar. Özellikle mumlu yüzeyli bitkilerde bu özellik daha da artırdıdan, damlalar yaprak yüzeyinde tutunamayarak yere düşmektedir. Yüzey geriliği azaldığında ise, damla yüzey üzerine daha iyi yayılarak değme açısı küçülmekte, değme çapı büyümekte ve kaplama oranı artmaktadır. Bu nedenle, ilaç yüzey geriliğini azaltan bazı katkı maddeleri eklenerek damlaların hedef yüzeyleri kaplama oranlarını artırabilen gibi tutunma özelliklerini iyileştirilebilmektedir.



Şekil 3.3: 10 L/da' lik ilaç normunda farklı değme açılarının kaplama oranına etkisi.

3. 2. 3. Pülverizasyonda karakteristik damla çapları ve tekdüzelik (homojenlik) katsayıları

Sınırlı ilaçın pülverizasyonu sırasında hiçbir zaman eşit büyüklükte damlalar elde edilemez. Pülverizasyonu oluşturan damlalar, çaplarına göre geniş bir dağılım spektrumu gösterirler. Ölçülemeyecek kadar çok küçük çaplı sis şeklindeki damlalar ile çapları 1 mm'ye kadar ulaşan damlalar bir arada bulunmaktadır (Şekil 3.4). Bu damla kümese bir anma ismi verilebilmesi ve ilaçlama tekniği açısından pülverizasyon kalitesinin değerlendirilebilmesi için bazı ortalama çaplar ve homojenlik katsayıları değerlerinden yararlanılmaktadır. Pülverizasyonlar genellikle pülverizasyonu oluşturan damla spektrumunun ortalama çap değerine göre anılır. Çizelge 3.10'da bu anma isimleri verilmiştir.



- 1 - Rüzgarla sürüklenebilen sis şeklindeki damlalar
- 2 - Uygun büyüklükteki damlalar (faydalı spektrum)
- 3 - Yaprak yüzeyine tutunmayan iri damlalar

Şekil 3.4. Pülverizasyonda damla spektrumu.

Çizelge 3.10. Damla çapına göre pülverizasyonların sınıflandırılması.

VMD (μm)	Pülverizasyon anma adı
10 – 30	Sis
31 – 50	Aerosol
51 – 100	Çok ince pülverizasyon
101 – 200	Ince pülverizasyon
201 – 400	Orta yapılı pülverizasyon
> 400	Kaba yapılı pülverizasyon

Püverizasyon kalitesinin değerlendirilmesinde en çok kullanılan damla karakteristik çapları şunlardır:

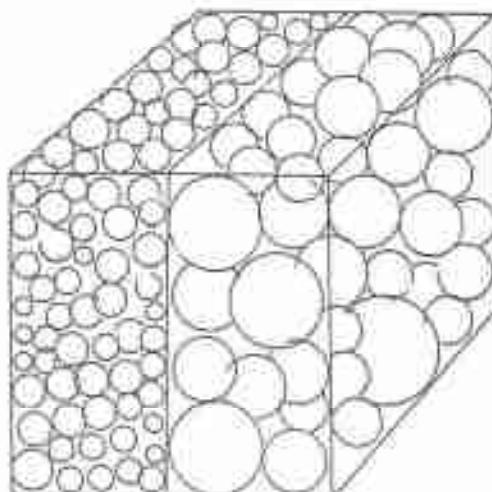
- Hacimsel orta çap (VDM),
- Sayısal orta çap (NMD),
- Aritmetik ortalama çap (d_a),
- Yüzeysel ortalama çap (d_s)
- Hacimsel ortalama çap (d_v).
- Sauter çapı.

Bu karakteristik çaplardan VMD ve NMD, özellikle Amerika ve İngiltere gibi ülkelerde en fazla kullanılan çaplardır. Bu çap değerlerinden başka geometrik ortalama çap, külesel orta çap gibi çap değerleri de bazı ülkelerde damla büyüklüğünü tanımlamak için kullanılabilmektedir.

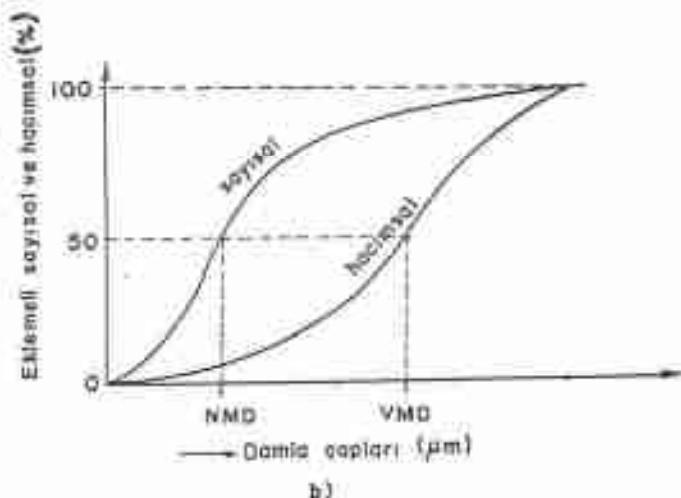
Hacimsel orta çap (VMD): püskürtülen damlaların toplam hacmini iki eşit hacme ayıran çapdır. VMD' den daha küçük çaplı damlaların oluşturduğu hacim ile VMD' den daha büyük çaplı damlaların oluşturduğu hacim birbirine eşittir (Şekil 3.5).

Sayısal orta çap (NMD), püverizasyon sırasında oluşan damlalar içinde çapı kendisinden büyük olanların sayısı ile küçük olanların sayısının eşit olduğu sınır çap değeridir.

VMD ve NMD çaplarının grafiksel olarak açıdanması Şekil 3.6' da görülmektedir. Bu çaplar, sayısal ve hacimsel dağılım grafikleri çizildikten sonra bu grafik üzerinden alınmaktadır.



Şekil 3.5. VMD çapının şematik gösterimi.



b)

NMD = Number Median Diameter (Sayısal ortalama çap)

VMD = Volume Median Diameter (Hacimsel ortalama çap)

CH = VMD / NMD (Homojenlik katsayısı)

Şekil 3.6. VMD ve NMD değerlerinin grafiksel açıklaması.

Aritmetik ortalama çap (d_a), yüzeysel ortalama çap (d_s), hacimsel ortalama çap (d_v) ve sauter çap (d_m) aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanmaktadır;

$$d_a = \frac{\sum n_i d_i}{n}$$

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

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

$$d_{v1s} = \frac{\sum n_i d_i^3}{\sum n_i d_i^2}$$

Burada;

- n_i : (i) çap grubundaki damla sayısı (adet),
- d_i : (i) çap grubu orta değeri (bir önceki ve bir sonraki çap toplamının yarısı) (μm).
- n : Toplam damla sayısı (adet)' dir.

Pülverizasyonda damla çapından başka oluşan damlaların tekdüzeligi oldukça öneçlidir. Tekdüzelik (homojenlik) katsayısının hesaplanmasında iki farklı eşitlik kullanılabilir. Bunlar;

$$CH = \frac{VMD}{NMD}$$

$$H = \frac{(\sum n_i d_i^2)^2}{(\sum n_i d_i)(\sum n_i d_i^3)}$$

CH, damla 1' den birden büyük bir değerse sehiptir. CH değeri 1' e ne kadar yakın olursa, pülverizasyon oluşturulan damla çaplarının birbirine o oranda yaklaşmasını, yani demla tekdüzeliginin iyileştiğini ifade eder. $CH < 1.4$ olduğunda damla çaplarının tekdüze olduğu kabul edilmektedir. Tekdüzelik katsayısi, meme tipine bağlı olarak önemli ölçüde değişmektedir. Çizelge 3.11' de çeşitli meme tiplerinde tekdüzelik katsayısi (CH) değerleri görülmektedir.

Çizelge 3.11. Çeşitli meme tiplerinde (CH) değerleri.

Meme tipi	CH
Yelpaze huzmeli çarpanlı (aynalı) meme	5 - 10
Yelpaze huzmeli yanaklı meme	2 - 7
Konik huzmeli meme	2 - 4
Döner diskili (santrifüj) meme	1.20 - 1.60
Elektrodinamik meme	1.05 - 1.30

Çizelge 3.12' de pülverizasyon sonucu oluşan damlalardan alınan 3279 adet damyanın karakteristik çaplarının hesaplanmasına ilişkin bir ömek verilmiştir.

Çizelge 3.12: Karakteristik çaplarla ilgili ömek hesaplamaları.

Damla Sayısı (n)	Çap Aralığı (µm)	Sınıfların orta çapı (µm)	$n_i \cdot d_i$ (mm)	$n_i \cdot d_i^2$ (mm ²)	$n_i \cdot d_i^3$ (mm ³)	Sayısal ek. %	$n_i \cdot V_i$ (mm ³)	Hacimsel ek. (%)
466	0-30	15	6.84	0.10	0.00	13.91	0.00	0.00
550	30-60	45	24.75	1.11	0.05	30.88	0.03	0.48
418	60-90	75	31.35	2.35	0.18	43.43	0.09	1.85
380	90-120	105	39.90	4.19	0.44	55.02	0.23	5.40
447	120-150	135	60.35	8.15	1.10	68.65	0.56	14.37
320	150-180	165	52.80	8.71	1.44	78.41	0.75	25.97
272	180-210	195	53.04	10.34	2.02	86.67	1.06	42.35
223	210-240	225	50.18	11.29	2.54	93.50	1.33	52.91
114	240-270	255	29.07	7.41	1.89	98.98	0.99	78.20
69	270-300	285	18.53	5.28	1.50	98.96	0.79	90.42
24	300-330	315	7.56	2.38	0.75	99.70	0.39	96.45
3	330-360	345	2.78	0.95	0.33	99.94	0.17	99.07
2	360-390	375	0.75	0.28	0.11	100.00	0.06	100.00
3279			377.88	62.54	12.35	100.00	6.47	100.00

Not : Sınıflandırma da dikkate alınan çap aralığı 30 µm'dır.

$$d_a = \frac{\sum n_i d_i}{n} = \frac{377.88}{3279} = 0,115 \text{ mm} = 115 \mu\text{m}$$

$$d_s = \sqrt{\frac{\sum n_i d_i^2}{n}} = \sqrt{\frac{62.54}{3279}} = 0,136 \text{ mm} = 136 \mu\text{m}$$

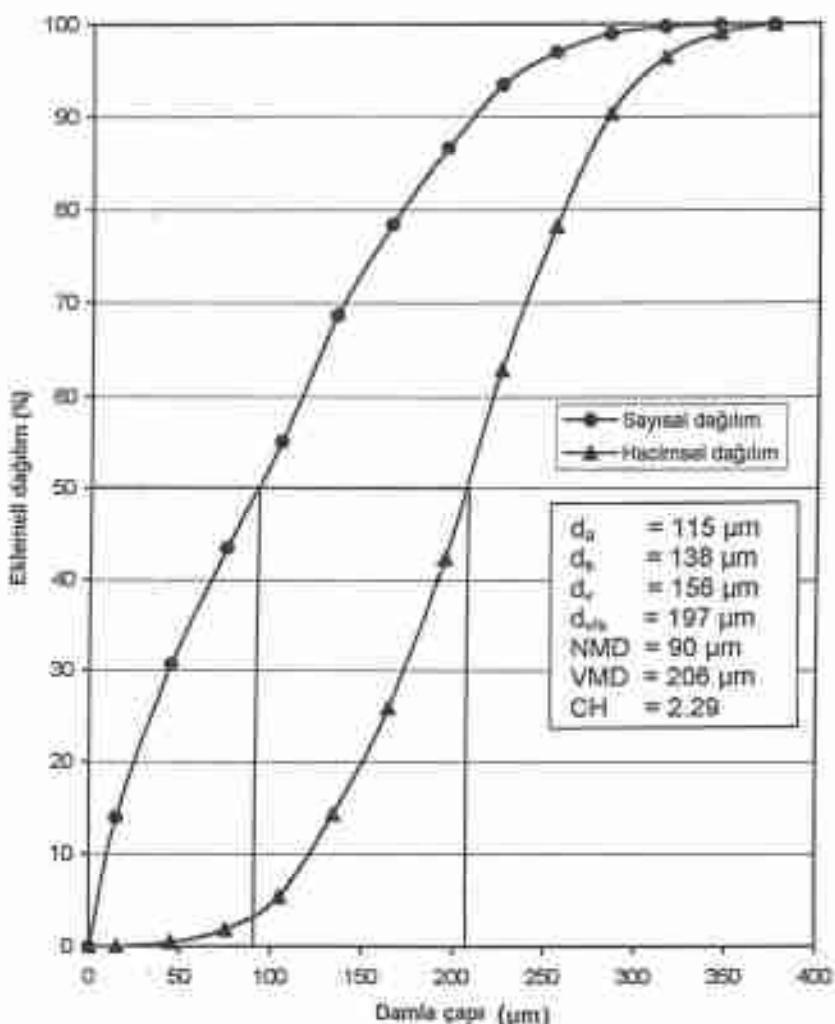
$$d_v = \sqrt[3]{\frac{\sum n_i d_i^3}{n}} = \sqrt[3]{\frac{12.35}{3279}} = 0,156 \mu\text{m} = 156 \mu\text{m}$$

$$d_{V/s} = \frac{\sum n_i d_i^3}{\sum n_i d_i^2} = \frac{12.35}{62.54} = 0,197 \text{ mm} = 197 \mu\text{m}$$

$$H = \frac{(\sum n_i d_i^2)^2}{(\sum n_i d_i)(\sum n_i d_i^2)} = \frac{(62.54)^2}{(377.88) \cdot (12.35)} = 0,84$$

H = % 84'dür.

Şekil 3.7' de ise Çizelge 3.12' de verilen pülverizasyon örneğinin sayısal ve hacimsel dağılım grafiği görülmektedir.



Şekil 3.7. Çizelge 3.12' de Verilen pülverizasyon örneğinin sayısal ve hacimsel dağılım grafiği.

Klasik tip basınç enerjisi ile çalışan konik veya yelpaze hızlılı memelerde yapılan pülverizasyonlarda, karakteristik damla çaplarına ilişkin olarak aşağıdaki genellemeler yapılabilir.

- Basınç arttıkça vendi erimakta, buna karşın VMD ve NMD kısmen küçülmektedir.
- VMD, pülverizasyon içindeki büyük çaplı damlalarдан önemli ölçüde etkilenen bir çaptır.

- NMD daima VMD' den daha küçüktür.
- NMD, pülverizasyon içinde sayısal olarak fazla miktarda bulunan sis şeklindeki damılardan çok etkilenmektedir. Sis şeklindeki damılaların sayısal olarak artması NMD' yi küçültmektedir.
- Sauter çapı (d_{w} = hacim / yüzey çapı), bir pülverizasyonun yüzey kaplama özelliğine hakkında bilgi sağlar. Aynı pülverizasyonda d_w ve VMD değerleri birbirine oldukça yakındır.
- Aritmetik ortalama çap (d_a), karakteristik çaplar arasında sayısal olarak en küçük çaptır. Çok büyük ve çok küçük damılalar nedeniyle damla spektrumu oldukça geniş olan pülverizasyonlarda damla büyütüğünü tanımlamak için kullanılan bir karakteristik çaptır.
- Yüzeysel ortalama çap (d_s), pülverizasyon sırasında oluşan damılaların istenileceği yüzey hakkında bilgi veren bir çaptır.
- NMD' de olduğu gibi (d_s)' da pülverizasyon içinde bulunan sis şeklindeki damla sayısının hakkında bilgi verir.
- d_s ve NMD, pülverizasyonu tanımlamak amacıyla tek başına en az kullanılan karakteristik çaplardır.
- Hacimsel ortalama çap (d_v), pülverizasyonun yapısı hakkında bilgi verir ve değeri, basınç arttıkça küçüller.

3.2.4. Damla büyütüğüne etkili faktörler

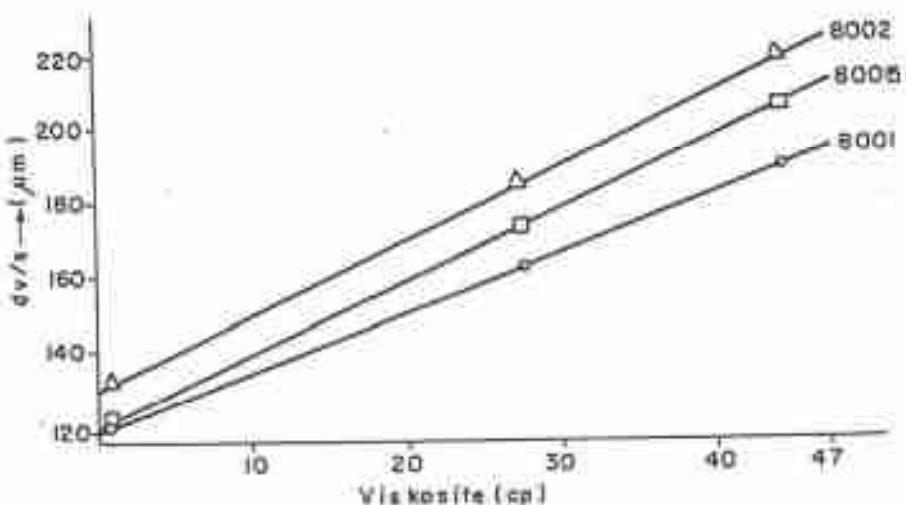
Pülverizasyonda damla oluşumuna etkili faktörler aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Püskürme sıvısının fiziksel özellikleri,
- Membe tipi ve büyütüğü (ölçüsü),
- Çalışma basıncı,
- Pülverizasyon şeklidir.

3.2.4.1. Sivının fiziksel özelliklerinin etkisi

Pülverizasyonda oluşan damla büyütüklerine, sıvı ilaçların fiziksel özelliklerinin önemli etkileri vardır. Sıvıların viskozite, yüzey gerilimi ve yoğunluk gibi fiziksel özelliklerin pülverizasyon karakteristiklerine etkilidir.

Sıvı haldeki ilaçlarda, formülasyon çeşidine göre viskozite değişimleri söz konusudur. Ayrıca viskozite, ortam sıcaklığına bağlı olarak da değişim göstermektedir. Viskozyitenin artmasıyla, sıvı zarından damla oluşumu ve damla çapında değişimler ortaya çıkar (Şekil 3.8).

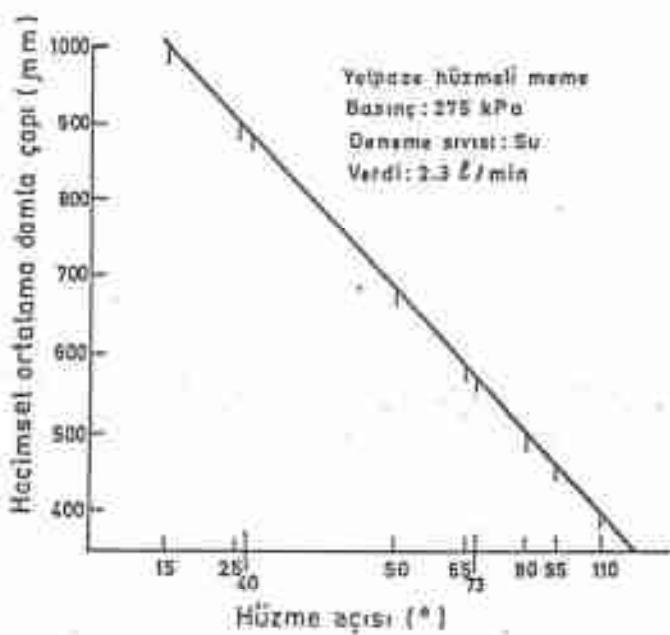


Şekil 3.12. Viskoziteye göre damla çapı değişimi.

Viskozite değişiminin hüzme açısına da etkisi vardır. Viskozite arttıkça sıvı zarfı sınırları uzayıp hüzme (püskürme) açısı azalmaktadır. Hüzme açısından daralma ise büyük damla oluşumuna neden olmaktadır. Çizelge 3.13' de viskozite ile hüzme açısının değişimini verilmüştür. Şekil 3.9' da ise hüzme açısının damla çapına etkisi görülmektedir.

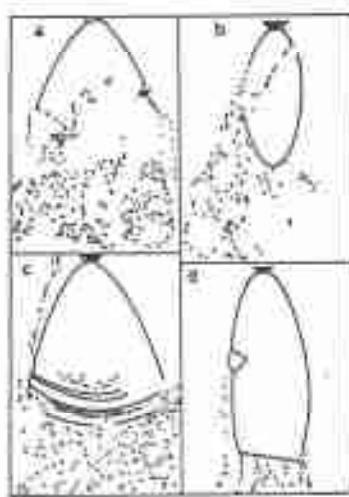
Çizelge 3.13. Viskozite ile hüzme açısının değişimini.

Viskozite (cp)	Hüzme açısı (°)
1	75
11	70
40	55
80	45
122	30
215	20



Şekil 3.9. Hüzme açısının damla şapına etkisi.

Yüzey gerilimi, sıvı zarfının oluşumuna ve sıvı zarfından oluşan damlaların hedef yüzey üzerindeki yayılma özelliklerine etki etmektedir. Şekil 3.10'da yüzey gerilimi farklı olan sıvılarda hüzme şekillerinin değişimi görülmektedir.



Şekil 3.10. Farklı yüzey gerilimindeki sıvılarda hüzme şekilleri (a: Etli asetat, b: 55°C'de su, c: Izobutil alkol, d: %47.5 güserin - su).

Sıvı zarının yapısı, oluşan damaların büyüklüğünə etkili olduğundan, yüzey geriliminin damla büyüklüğü üzerinde de etkisi vardır. Yüzey gerilimi azaldıkça, sıvı daha küçük çaplı damallara sıyrılabılır ve yüzeye daha iyi yayılabilir.

Bazı sıvı ve bitki koruma ilaçlarının yüzey gerilimi, özgül ağırlık ve viskoziteleri gibi fiziksel özelliklerini Çizelge 3.14'de verilmiştir.

Çizelge 3.14. Bazı sıvı ve bitki koruma ilaçlarının fiziksel özelliklerini.

Sıvının cinsi	Yüzey gerilimi (dyn/cm)	Özgül ağırlık (g/cm ³)	Dinamik viskozite (cp)	Kinematik viskozite (cst)
Aseton	24.0	0.79	0.32	0.40
Methanol	22.0	0.80	0.60	0.75
Benzin	30.0	0.80	0.65	0.72
Su	72.0	1.00	1.00	1.00
Benzin	-	0.68	0.35	0.51
Kerosen	25.0	0.82	2.50	3.05
Mazot	30.0	0.89	10.00	11.24
Parmak yağı	34.4	0.92	70.00	76.80
SAE 30 Motor yağı	36.0	0.90	100.00	111.11
Ricin yağı	39.0	0.97	1000.00	1030.92
Malathion (% 95)	32.0	1.23	45.00	36.59
Parathion -65/35	-	1.16	15.00	12.93
Parathion-75	-	1.12	12.00	10.71
Dimethoate-50	-	1.08	9.00	8.33
Methoxchlor-40	-	1.03	8.00	7.77
DDT-40	-	1.07	8.00	7.48
Endosulfen-45	-	1.16	9.00	7.76
Tetlon V18-10	-	0.96	3.00	3.13
Carbaryl-25	-	1.00	7.00	7.00

3.2.4.2. Meme tipinin ve büyüklüğünün etkisi

Merneler tarafından üretilen damalların çapları, tip ve ölçülerine göre farklılık göstermektedir. Çizelge 3.15'de görüldüğü gibi aynı çalışma basıncında meme ölçülerini değiştiği zaman VMD değerleri de dağılmaktadır.

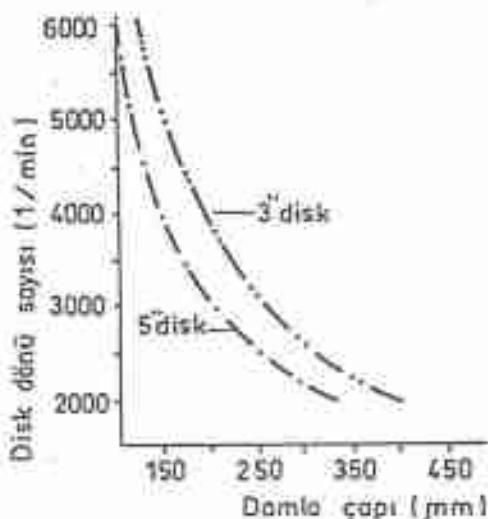
Çizelge 3.15. SS yapımı bazı yelpaze hüzmeli memelerin pülverizasyon karakteristikleri.

Meme	Basınç (bar)	VMD (μm)	NMD (μm)	CH= VMD/NMD	% Hacim < 100 μm
6501	3.0	248	92	2.7	45.0
6502	3.0	348	80	4.4	3.3
6504	3.0	442	57	7.8	1.9
6506	3.0	553	48	11.5	1.6
730039	3.0	188	100	1.9	7.6
730077	3.0	230	95	2.4	6.2
800050	3.0	204	91	2.2	9.1
8001	3.0	245	93	2.7	5.8
8002	3.0	280	63	3.4	5.6
8004	3.0	390	62	6.3	2.6
8001 LP	3.0	267	84	3.2	5.4
80015 LP	3.0	316	71	4.5	5.1
8002 LP	3.0	365	63	5.8	3.6
8001 LP	1.5	322	95	3.4	2.8
80015 LP	1.5	380	89	4.3	2.0
8002 LP	1.5	399	81	4.9	2.5
1100067	3.0	160	81	2.0	14.7
11001	3.0	198	84	2.4	11.2
11002	3.0	258	80	3.2	6.0
11003	3.0	309	74	4.2	4.5
11004	3.0	344	58	5.9	4.0
11006	3.0	420	50	8.4	2.2
11008	3.0	438	42	10.4	2.4
110015	3.0	277	96	2.9	3.5
11003	1.8	339	80	4.2	3.1
11006	1.8	492	80	6.2	1.3
110015 LP	3.0	274	82	3.3	5.3
110015 LP	1.5	307	86	3.6	3.8

LP = Low Pressure, SS = Spraying System Co. USA

Ayrıca, konik ve yelpaze hüzmeli gibi hidrolik memelerde 150 μm' den küçük damlalar üretilmezken, döner diskli memelerde 40 – 60 μm gibi daha küçük çaplı damlalar üretilebilmektedir.

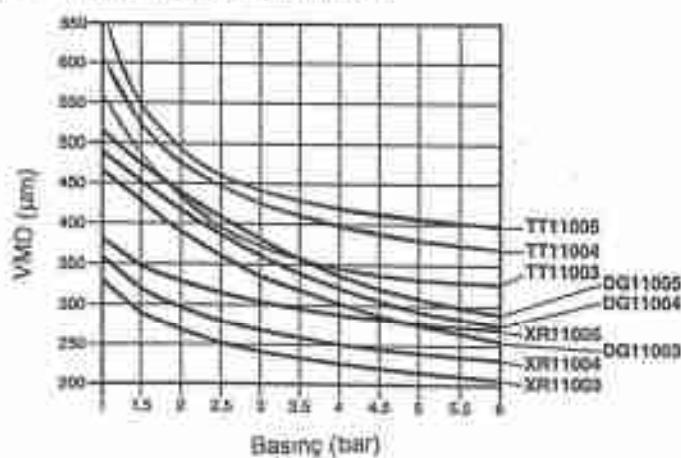
Döner diskli memelerde damla oluşumu, disk devir sayısına bağlı olarak değiştirilebilmektedir. Disk devir sayısı arttıkça damla çapı küçülmektedir. Ayrıca disk çapı da damla çapına etki etmektedir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Disk devri sayısı ve disk çapının damla çapına etkisi.

3.2.4.3. Çalışma (İşletme) basıncının etkisi

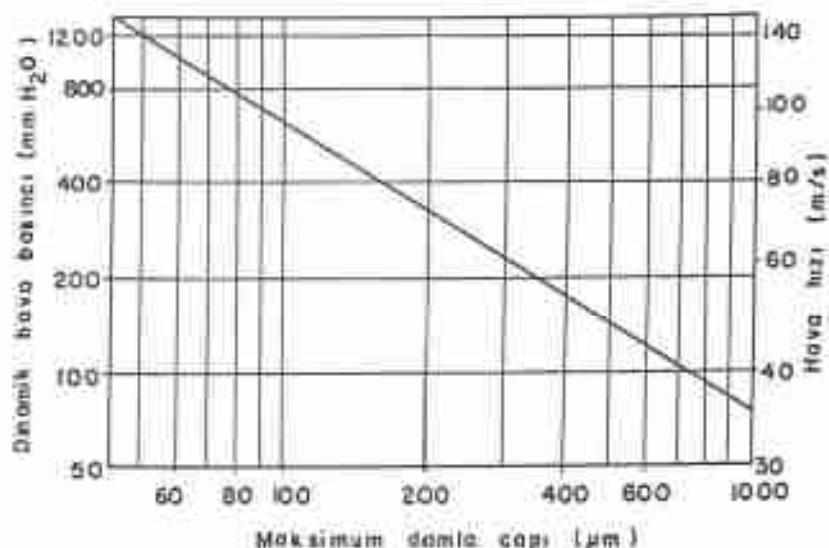
Hidrolik memelerde yapılan pülverizasyonlarda meme tipi ve büyütüğü sabit iken damla büyüklüğü üzerinde etkili olan en önemli faktör çalışma basıncıdır. Şekil 3.12'de çalışma basıncının damla büyütüğüne etkisi görülmektedir. Şekilde görüldüğü gibi, basınç arttıkça aynı meme ölçülerinde üretilen damlaların çapı küçülmektedir.



Şekil 3.12. Çalışma basıncının damla büyütüğüne etkisi.

3.2.4.4. Pülverizasyon şeklinin etkisi

Pnömatik pülverizatörlerde, sıvı ilaçın damalar haline getirilmesi tamamen yüksek hızlı hava akımıyla gerçekleşmektedir. Hava akımının hızı arttıkça pülverizasyonun ortalama damla çapı küçülmektedir (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Hava akımı hızının damla boyutlarına etkisi.

3.2.5. Damla çapı ölçüm yöntemleri

Damla çaplarının ölçülmesinde farklı yöntemler kullanılmaktadır. Ancak bu yöntemler, direk olmayan damla toplamalı yöntemler ve direk damla çapı ölçüm yöntemleri olmak üzere üç grupta toplanmaktadır.

3.2.5.1. Direk olmayan damla çapı ölçüm yöntemleri

Damla çapı ölçümünde en basit ve en ucuz yöntem, damlaların bir ortam üzerinde ya da içerisinde yakalanması şeklidir. Örnekleme yüzeylerinde toplanan damlaların çapları ya doğrudan ölçüle, ya da oluşturulan lekelерden dolayı olarak ölçüle ile belirlenir.

Leke ya da iz bırakma yöntemlerinin kullanılabilmesi için damyanın gerçek çapı ile leke (d_l) çapı arasındaki ilişkiye belli้มek amacıyla bir kalibrasyon yapılmaktadır. Ömekleme yüzeylerinde ölçulen leke ya da iz çapları daima damyanın havadaki gerçek çapından daha büyuktur. Çünkü, ömekleme yüzeyine düşen damalar yayılmaktadır. Yayılma faktörü; damla çaplarına, püskürtülen sıvı formülasyonuna ve ömekleme yüzeyinin özelliğine göre değişmektedir. Örneğin, suya duyarlı kağıt yönteminde leke çapına bağlı olarak yayılma faktörü değerleri Çizelge 3.15'de verilmiştir.

Çizelge 3.15. Suya duyarlı kağıtlarda leke çapı, yayılma katsayısı ve gerçek damla çapı değerleri.

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

20 °C'deki su ile yaklaşık % 40 bağılı nem koşulunda yapılan püverizasyon için.

Bu nedenle leke ya da iz bırakma yöntemlerinde, gerçek damla çaplarının elde edilmesi için yayılma faktörü göz önüne alınmalıdır. Yayılma faktörü aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$E = \frac{d_s}{d_r}$$

Burada;

E = Yayılma faktörü

d_s = Leke veya iz çapı (μm)

d_r = Gerçek damla çapı (μm)'dır.

Tüm bu ölçme yöntemlerinde, damla toplama yönteminin etkinliği göz önüne alınmalıdır. Damla toplamalı yöntemler aşağıda sırasıyla açıklanmıştır.

3.2.5.1.1. Kaplamalı tamlar

En çok kullanılan yöntem MgO yöntemidir. Bu yöntemde kullanılan tamlar, yanmış bir magnezyum seridinden çökeleren MgO sayesinde bir mikroskop tamlının MgO filmi ile kaplanmasıyla elde edilir. İstenen kalınlıkta MgO tabakası elde edebilmek için oldukça duyarlı davranışlımalıdır. Damla çapları, bir mikroskop ve ışık kaynağı kullanılarak damalann MgO filmi üzerinde bırakılmış lekelerin ölçülmesi ile elde edilir. Bu yöntemin en önemli üstünlüğü, yayılma

faktörünün damla çapı ve formülasyonu ile değişmeyenidir. Buna karşın tarta koşullarında uygulanmaması ise olumsuz yanıdır. MgO tekniği, havadan uygulamalarda hala kullanılan bir yöntemdir. Örneğin, çeve zararlarına karşı havadan insektisit uygulamalarında, aerosol büyüklüğündeki damla çaplarının ölçülmesi için oldukça sık kullanılan bir yöntemdir.

MgO yöntemi dışında, jelatin kaplamalı lamlar ve petrol jölesi kaplamalı lamlar da damla çaplarının ölçülmesinde kullanılır. Bu tip lamlarda damla çaplarının ölçülmesi için faz farklı mikroskoplar kullanılmaktadır.

3.2.5.1.2. Kaplamalı filmler

Bunlar, 35 mm'lik fotoğraf filmi esası, suya duyarlı plastik filmlerdir. Bu filmler, ULV formülasyonlarında kullanılan çözüçülerle duyarlı boyalı boyanmışlardır. İlaç içerisindeki çözüçüler, boyanın asetondan beyazaşan üst tabakasını çözer ve alt tabaka ile bir renk farklılığı yaratırlar.

3.2.5.1.3. Cılıtlı kağıtlar

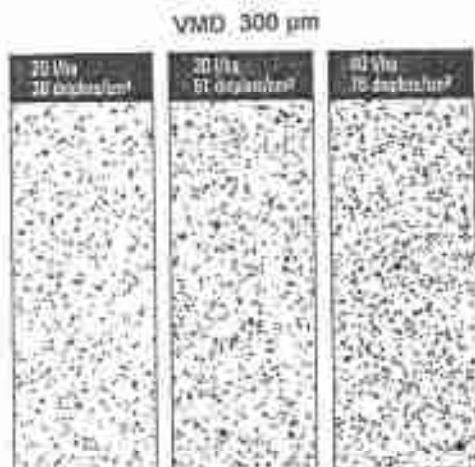
Tartada damla çapı ölçümlünde çok yaygın olarak kullanılan yöntemlerden birisi olan bu yöntem, boyalı içerkili püverzasyonları ve kromekote kartı olarak bilinen cılıtlı fotoğrafik kağıt kullanımını içermektedir. Dmax yöntemi olarak bilinen bu yönteminde, havadan uygulamada belirlenen maksimum çap yardımıyla hacimsel ortalamalı çap (VMD) tahmin edilmektedir.

3.2.5.1.4. Duyarlı kağıtlar

Bu kağıtlar, Ph indikatörü brofenol mavisi esaslıdır. Kağıt üzerine düşen su damlaları, san renkli olan bu kağıtlar üzerinde kolayca görülebilir mavi lekeler meydana getirmektedir. Bu tip kağıtlarla çapı 10 μm 'ye kadar olan damlalar ölçülebilmektedir. Buna karşın, bu kağıtlar oldukça hassas olduğundan, parmakla dokunulduğunda bile zarar görebilmekte ve bağıl nemin yüksek olduğu ortamlarda kullanımı oldukça zorlaşmaktadır. Daha sonra bu yöntem Ciba-Geigy tarafından daha da geliştirilerek yüksek bağıl nemlerde bile kullanılabilir duruma getirilmiştir (Şekil 3.14). Suya duyarlı kağıtlar, ilk olarak İmal edilemelerinden bu yana, damla ömeklerinin alınarak çaplarının ölçülmesinde çok yaygın bir kullanım alanı bulmuştur.

Duyarlı kağıtlar, yağ esası püverzasyonlarında da damla çapı ölçümlünde kullanılır. Püskürtülen sıvının içindeki çözüçüler, beyaz olan kaplamayı çözer ve alttaki siyah zemini ortaya çıkarır. Ciba-Geigy, CF1 olarak adlandırılan, yağda duyarlı kağıtları da geliştirmiştir ve üretmiştir. Ancak ilaç formülasyonlarında bulunan çözüçülerin tamamı bu kağıtlar üzerinde leke bırakmamakta ve kullanımın deneyim gerektirmektedir. Yağda duyarlı kağıt

kullanımında hata oranını azaltmak için küçük çaplı püplerizasyonlar yapmak, fluoresan iz maddesi içeren damlaların kullanmak ve bu damlaların kalıntılarını UV ışığı altında izlemek gereklidir. Boya kaplı olan yağı duyarlı kağıtlar, özellikle ULV formülasyonlu ilaçlar ile kullanılmak üzere geliştirilmiştir.



Şekil 3.14. Suya duyarlı hajit.

3.2.5.1.5. Yaprak yüzeyleri

Damla çapı ölçümü, ilaçlamadan temel hedefi olan yaprak yüzeylerinde de yapılabilmektedir. Bu yöntem, uygun bir fluoresan iz maddesinin kullanımını ve kalibrasyonu gerektirir. Bir yaprak üzerindeki damlacıkların büyüklüğü, yaprak üzerindeki lekelerde bulunan fluoresan partiküllerinin sayısı ve ilaç formülasyonundaki partiküllerin konsantrasyonundan tahmin edilmektedir. Bir lekede bulunan fluoresan partiküllerinin sayısı, istatistiksel olarak tek başına damla büyüklüğünü tanımlayamaz. Bundan dolayı bu yöntem, özellikle küçük damlalar için hassas değildir. Eğer sayılacak çok sayıda fluoresan partikül varsa, bu yöntemle damla çapını ölçmek oldukça zordur.

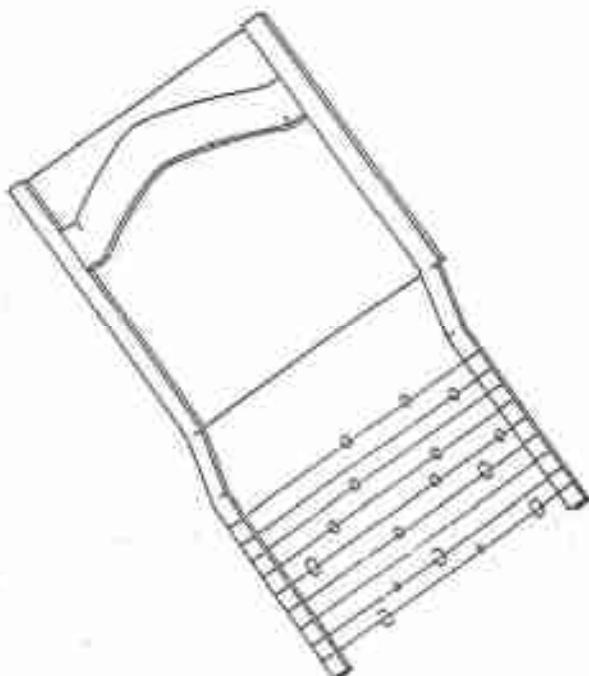
3.2.5.1.6. Damlaları bir sıvı içine düşürerek ölçme

Laboratuvarlarda kullanılmak üzere sıvı ortamlarda damla toplama ve bu damla ömeklerinden damla çapı ölçümü amacıyla bir çok yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden en çok kullanılanı, yağ banyolu yöntemdir. Burada ömeklemeye yüzeyi olarak, içinde yüksek viskoziteli yağlar bulunan petri kutuları vb. kullanılmışdadır. Püplerizasyon alanına yerleştirilen petri kutular igne düşen damlalar, yağ içerişine tamamen batarak yüzeyler ve küresel şekillerini korur. Bu yöntem ile herhangi bir kalibrasyona gerek duymadan damla çapları doğrudan ölçülebilmektedir. Bu yöntemde en önemli nokta, damlaların düşürüleceği (toplanaçağ) sıvının özellikleridir. Kullanılacak sıvı;

- Püskürtülen sıvı ile hiçbir şekilde karışmamalı,
- Yoğunluğu, damlaların içine gömülebileceği kadar az ve damla küreselliliğini koruyacak düzeyde olmalı,
- Viskozitesi, damlaların dağılmamasına neden olmayacak ve buharlaşmasını önleyecek kadar küçük, içindeki damlaların hareketini önleyecek kadar büyük olmalı,
- Işık geçirme özelliği iyi olmalıdır.

3.2.5.1.7. Lifli ortamlar

Oldukça küçük çaplı lifler, çapı $50 \mu\text{m}$ 'nın altında olan damlalar yakalamak amacıyla kullanılmaktadır. Lifler üzerinde toplanan damlacıklar, küresel formlarını korurlar ve kalibrasyona gerek duyulmadan çapları ölçülebilmektedir. Bu yöntemde, ömekdemede kullanılan düzenek "harp" ömekçisi olarak tanımlanmaktadır (Şekil 3.15).

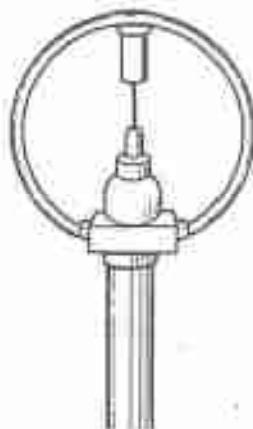


Şekil 3.15. Harp ömekçisi.

Harp, bir çatı üzerine tutturılmış $10 \mu\text{m}$ çapındaki tellerden oluşmaktadır. Çatının laboratuvara taşınması için özel bir kastı bulunmaktadır.

Çatının taşınması sırasında dikkatli olunmalıdır. Bu yöntem, çabuk buharlaşan formüllasyonlar için uygun değildir.

Harp ömekçisine benzeyen diğer bir yöntemde ise damlalar, sıcak tel anemometresine benzer bir teknik kullanılarak ısıtılmış bir tel üzerinde toplanmaktadır. 200 °C sıcaklıkta 5 µm çaplı bir platin telin üzerindeki damlalar sıcaklık nedeniyle buharlaşmaktadır ve telin sıcaklığı düşmektedir. Teldeki sıcaklık düşüşü, tel direncinde bir düşüşe neden olmaktadır ve bir elektronik sinyal meydana getirmektedir. Damlaların büyüklüğü, kalibrasyon yardımıyla bu sinyallerden belirlenmektedir (Şekil 3.16).



Şekil 3.16. Sıcak telli damlacık sensörü

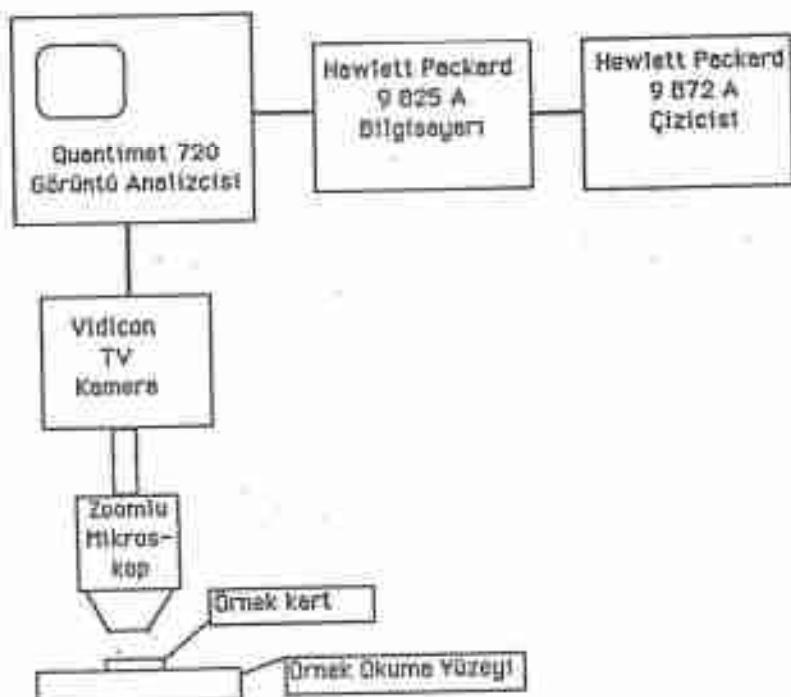
3.2.5.2. Toplanan damla örneklerinin analizi

Sıcak tel teknigi hariç diğer yöntemler kullanılarak damlalar bir yüzeye toplanmıştırktan sonra, leke, iz veya görüntüler analiz edilerek damla çapları ölçülebilirlerdir.

Standart bir mikroskop kullanarak damla çapı ölçümü en basit analiz yöntemidir. Ömekleme yüzeyleri üzerindeki veya içindeki damlaların çapları, mikroskopla doğrudan ölçülebildiği gibi, fotoğrafçılıma düzene sahip mikroskoplarla damlaların fotoğrafı çekildikten sonra, film ya da kart üzerinden ölçüm ve sayımlar yapılmaktadır. Mikroskopla damla çapı ölçümü, hem yarıcı hem de oldukça uzun zaman almaktadır.

Ömekleme yüzeylerinden damla büyüklüğünü analizini otomatik olarak yapabilen bilgisayar destekli görüntü analiz cihazları kullanılarak damla çapları oldukça kısa sürede ölçülmektedir. Görüntü işleme yöntemi olarak bilinen bu yöntemde, görüntüler bir video kamerası yardımıyla analiz bilgisayarına ya da

kişisel bir bilgisayara aktarılarak paket program şeklindeki özel yazılımlarda değerlendirilmektedir. Tipik analiz bilgisayarına ömek olarak Quantimet ve Optamax verilebilir. Şekil 3.17'de Quantimet görüntü analiz sistemi görülmektedir.



Şekil 3.17. Quantimet görüntü analizi sistemi.

Görüntü analiz sistemlerinde, ömeklerme yüzeyi üzerindeki her resim sayısal olarak kaydedilmekte ve bu sayısal bilgi değerlendirilerek damalar büyütüklere göre sınıflandırılmaktadır. Sınıflama, damaların yüzey alanları, çevreleri veya çaplarına göre yapılmakta ve her sınıfın damla sayıları belirlenmektedir. Sınıflandırma daha çok yüzey alanlarına göre yapılmaktadır.

Daha sonra leke, iz vb. görüntülerin aksalarından damla çapları hesaplanmaktadır. Bu yöntemde, gerçek şekil kriterine uygun olmayan üst üste gelen damlalar ölçümden hatayı azaltmak için değerlendirmeye dışı bırakılmaktadır.

3.2.5.3. Direk damla çapı ölçüm yöntemleri

Damla çaplarının direk yöntemlerle ölçümü, hassasyet ve güvenilirlik açısından oldukça iyi olup, ölçütler doğrudan ve hızlı bir şekilde yapılmaktadır. Son yıllarda elektro-optik ve mikrobilgisayarlar üzerindeki önemli gelişmeler, çeşitli doğrudan ölçüm sistemlerinin yaygın olarak kullanılır durumu gelmesini sağlamıştır.

3.2.5.3.1. Fotoğrafik ölçüm yöntemleri

Yüksek hızlı fotoğrafçılıma, pülverizasyon işlemini incelemek amacıyla çalışan araştırmacılar tarafından çok uzun zamandır kullanılmaktadır. Ayrıca, havada uçuş halindeki damlacıkların büyüklüğünü ölçmek amacıyla da kullanılmışmaktadır. Bu yöntemde genel olarak "spark" fotoğrafçılıma tekniği kullanılmaktadır. Burada, yüksek bir voltaj boşaltımı (deşarj) yardımıyla oluşturulan yüksek hızlı flaş kullanımıyla, damla hareketi dondurulmaktadır. Tipik çekim aralığı: 0.5 μ s'dır.

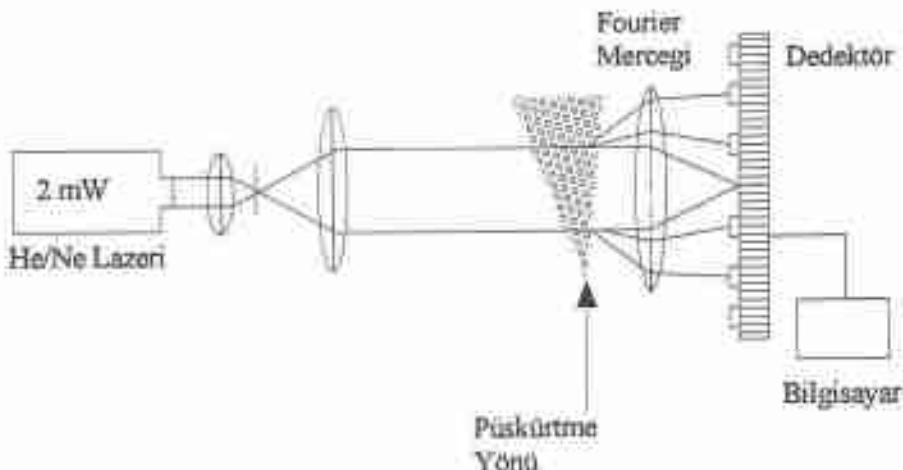
Fotoğraf çekildikten sonra, damlacıkların görüntülerini daha önce açıkladığı gibi damla analiz teknikleriyle analiz ederek, damla çapları ölçmektedir. Bu yöntemin bazı güçlükleri bulunmaktadır. Bunlar, hareket nedeniyle görüntü sınırlarındaki bozulmalar ve odaklama sınırlarının derinliğinden dolayı yetersiz tanımlamalarıdır. Küçük damlaları ölçmek için yüksek büyütme oranlarına gereksinim duyulmaktadır. Bu yöntemle doğru ölçümler yapabilmek için çok sayıda fotoğraf çekilmesi gerekmektedir. Bazı memeli Gretilcileri, üretikleri memelerin damlacık spektrumunu analiz etmek için yüksek hızlı fotoğrafçılımını kullanmışlardır. Bu sistem, yüksek hızlı bir flaş ve video sistemi ile oluşturulmuştur. Çeşitli araştırmacılar ise çift çekimli flaş kullanarak damlacık hızını ölçmek için bu yöntemi kullanmışlardır.

3.2.5.3.2. Lazerli ölçüm yöntemleri

Lazer esası yöntemlerden biri ışık yayma yöntemidir. Bu yönteme göre çalışan sistemlerden biri Malvern damla büyütülüğü ölçüm sistemidir (Şekil 3.18). Sistem, bir mikrobilgisayara bağlı bir ışık dedektörünün önündeki optik bir platforma bağlanmış düşük güçlü (2 mW) Helyum-Neon lazerinden oluşmaktadır. Lazer ışın demeti içerisinde geçen damlalar açısal ışık dağılımına neden olurlar. Küçük damlalar büyük yayılma açısı, büyük damlalar ise küçük yayılma açısı ışın kırılma paternleri üretirler. Kırılan ışığın yoğunluğu, hacimsel olarak damla konsantrasyonunun bir fonksiyonudur. Yayılan ışık yoğunluğu

dağılımının ölçümü, bir fourier meroğrı ve 31 elemanlı bir algılayıcı (dedektör) kullanılarak yapılmaktadır. Ölçülen ışık yoğunluğu dağılımı, ya varsayılan bir damla çap dağılım fonksiyonu ya da bağımsız bir yazılım modeli kullanılarak en iyi dağılım eğrileri esasına göre hesaplanmış ışık yoğunluğu dağılımı ile karşılaştırılır. En düşük farklar elde edildiği zaman, sonuç mikrobilgisayar tarafından gösterilir. Bazı bilgisayar yazılımları, sadece ışığın kinima ile yayılmından oluşan sapmalanlığı değil, aynı zamanda ışığın damaların içinden geçtiği ama kinimadığı kabul edilen işinler de değerlendirebilmektedir.

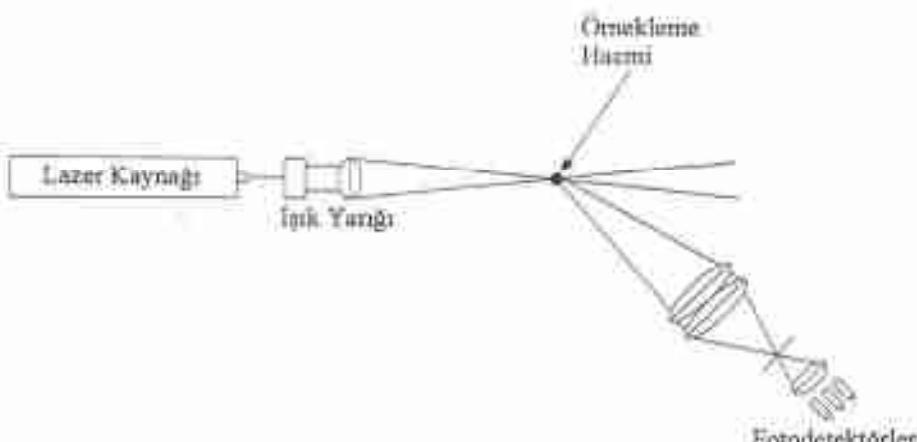
Güvenilir ölçümeler için, ilaç damlacıkları tarafından yayılan ışık, fotodedektöre uygun sinyaller sağlayacak yeterlilikte olmalıdır. Bundan dolayı ömeklerme hacmi içerisindeki pülverizasyonun konsantrasyonu, damlacık büyüklüğünün doğru bir şekilde ölçülmesini sınırlarıdır. Düşük konsantrasyonlarda, yayılan ışık miktarı yeterli kuvvette bir sinyal sağlayamamakta, yüksek konsantrasyonlarda ise ışığın oldukça fazla yayılması sorunları yaratabilmektedir.



Şekil 3.18. Malvern damla ölçüm sisteminin şematik diyagramı.

Bu sisteme ölçülebilecek damla büyüklüğü sınırları, optik düzeneşe göre değişmektedir. 63 mm'lik mercekler için aralık 1.2-118 μm , uzun optiksel yataklı 1000 mm'lik mercek için 19.4-1800 μm çaptır.

Lazer esası dijital bir yöntem ise lazer doppler damla ölçüm yöntemidir. Bu sistemin çalışma ilkesi Şekil 3.19'da gösterilmiştir.



Şekil 3.16. Lazer Doppler damla ölçüm yönteminin ilkesi.

Bir ışın dağıtıcı (bölücü) ve lensler kullanılarak iki kesişen ışın elde etmek için sürekli bir lazer kullanılmaktadır. Yaklaşık 5 Wlik Argon-İyon veya Helyum-Neon lazeri kullanılmaktadır. İki ışının kesiştiği ve ışın saçaklarının birbirine girdiği yerde küçük bir örnekleme hacmi bulunmaktadır. Örnekleme hacminden geçen bir damla, modüle edilmiş yayılmış ışık üretir. Bu ışık, bir Doppler kinîma sinyali şeklindeydi. Modülasyon frekansı damyanın hızıyla orantıdır. Damlaları ölçmek için, Doppler kinîma sinyalinin uzaysal frekansı gerekmektedir. Bu sisteme 3 adet fotodetektör kullanılmaktadır. Sinyal ayarlamasından sonra üç dedektör arasındaki faz farkı ölçülmektedir. Bu, sıfır noktasındaki sinyaller karşılaştırılarak ya da çapraz korelasyon teknigini kullanarak yapılmaktadır. Uzaysal asym nedeniyle 3 karışmış Doppler sinyali, farklı damla çaplarına karşılık gelen faz farklılarına sahip olup, bu faz farklı linear bir kalibrasyon eğrisi şeklindeydi. Damla çapları bu kalibrasyon eğrisinden belirlenmektedir. Sisteme kullanılan üç dedektör, ölçme hatalarından kaçınılmak için kullanılmıştır. İki veya daha fazla damyanın aynı anda geçişinden alınan sinyaller değerlendirilmemektedir.

Bazı Doppler cihazları frekansı kaydırma özelliğine sahiptir. Bu sistemler ışık saçaklarını modüle ederek Doppler frekansını artırmıştır. Bunun sonucunda, saçak modülasyonu doğrultusundaki örnekleme hacmini geçen damlacıklar tarafından deha çok ışın saçakları kesiştirilmekte, bundan dolayı ölçülebilen damla hızı aralığı artmaktadır.

Lazer Doppler sistemleri, damla spektrumu ve sistem parametrelerini gösteren bir mikrobilgisayar data sistemine sahiptir.

3.2.6. Damlaların hedefte tutunması

Damlaların yaprak yüzeylerinde tutunma kuvvetleri büyülüklüleriyle ters orantılıdır. Damla çapı büyük ölçüde tutunma azaltmakta ve özellikle eğimli yaprak yüzeylerindeki iri damlalar, yerçekiminin etkisiyle kayarak düşmektedirler. Ayrıca Bölüm 3.2.2'de açıkladığı gibi, sıvı ilaçın yüzey gerilimi ve yaprak yüzeyinin özelliği damlaların tutunmasına etkili olmaktadır.

Damlalar, zararlılar veya bitki yüzeyleri üzerinde çökme ve çarpma yoluya tutunmaktadır. Damlanın hedef üzerine çarparak tutunması; damla büyülüğü ve damla ile hedefin bağıl hızı arasındaki karmaşık ilişkiye bağlıdır. Hava akımı içindeki bir hedefin damla tutma (yakalama) etkinliği, hedef yüzeye çarpan damlaların sayısının, hava akımsız durumda hedefe çarpan damlaların sayısına oranı olarak tanımlanmaktadır. Genellikle tutunma etkinliği, damla büyülüğü ve damyanın hedefe göre bağıl hızı ile artarken, hedefin büyülüğü arttıkça azalmaktadır. Hedef yüzeyin her iki kenarından geçen iki hava akımının enine kesit alanının toplamı, orijinal hava akımının yalnızca % 75' i kadardır. Bundan dolayı, hedef üzerine yönlendirilen hava akımının hızı artmaktadır.

İlaç damlaları hedefe doğru hareket ederlerken civarılarındaki havayı da harekettelidirler. Bu durum, yardımcı hava akımı uygulamalarında daha belirgindir. Damla ile birlikte hedefe ulaşan hava, hedef yüzeyin engellemeye etkisiyle yön değiştirerek yüzeye paralel bir hava akımına dönüşür. Böylece, hedefin yüzeyinden itibaren çok ince bir kalınlıkta, yüzeye paralel hareket eden, yüksek hızı bir sınır hava tabakası oluşur. Bu hareketli hava tabakası, hedefe ulaşan damlaları, hedef yüzeyden sönükleşerek uzaklaşmaya etti yaratır. Damlanın hedefte tutunabilmesi için, bu sınır hava tabakasını geçebilecek büyülüük ve momentumu sahip olması gerekmektedir. Büyük çaplı damlaların momentumları küçük çaplı damlalara göre daha yüksek olduğundan, sınır hava tabakasını geçerek hedef üzerine tutunma olasılıkları yüksektir. Sınır hava tabakasını geçmek için yeterli momentumu sahip olmayan küçük çaplı damlalar ise bu sınır hava tabakasının hareketine kapılarak hedef yüzeyden uzaklaşmaktadır.

Bir damyanın delip geçebileceği durgun hava tabakası kalınlığı (L) aşağıdaki eşitlikten hesaplanabilir:

$$L = \frac{d^2 \cdot V \rho_e}{18 \cdot \eta}$$

Burada;

L : Damlanın durgun havada geçebileceği hava tabakası kalınlığı (m),

d : Damla çapı (m),

V : Damla hızı (m/s),

ρ_e : Damla yoğunluğu (kg/m^3),

η : Havanın viskozitesi (Ns/m^2) dir.

Bu eşitlikte görüldüğü gibi, dammanın geçebilecegi hava tabakası kalınlığı, damla çapının karesi ve hızıyla doğru orantılıdır. Damla çapı küçüldükçe geçebilecegi hava tabakası kalınlığı, çapın karesiyle orantılı olarak azalmaktadır. Ayrıca damla hızı arttıkça, dammanın geçebilecegi hava tabakası kalınlığı da artar. Ancak damla hızındaki artış, sınır hava tabakasının hızını artıracağından sınırlı bir çözüm sağlayabilmektedir. Bunun yanısına damla hızı artırıldığında, havanın gösterdiği direnç, hızın karesiyle orantılı olarak artmaktadır. Dammanın hava içinde hareketi sırasında karşılaştığı direnç;

$$R_h = \frac{\lambda \cdot C_s \cdot S \cdot V^2}{2 \cdot g}$$

eşitliğiyle hesaplanabilmektedir. Burada;

- λ : Havanın özgül ağırlığı (20°C de 1.205 kg/m^3).
- C_s : Hava içinde hareket eden cismin şekli katsayısı (Küresel cisimler için $0.4 - 0.5$ alımlı),
- S : Dammanın hareket doğrultusuna dik en büyük kesit alanı (m^2).
- V : Dammanın hava içindeki hareket hızı (m/s) dir.

Bilinen değerler yukarıdaki eşitlide yerine konularak kısaltma yapılması;

$$R_h = 0.027 \cdot A \cdot V^2 \text{ olur.}$$

Eğer küçük damalar hava akımı yönündeki değişimle karşı koyacak yeterli hızı sahiplerse, hedef üzerine çarpacıklardır. Çoğu uçan böcekler üzerinde damla toplanma etkinliği, damla çapının $40 \mu\text{m}$ 'den daha az olması durumunda önemli derecede azalmaktadır.

Damlaların hedef üzerine tutunmasına damla çapı ve hızı gibi faktörler kadar hedefin özellikleri ve konumu da etkili olmaktadır. Hedef yüzeylerin çoğu düzgün değildir. Bu pürüzlülük, hava akımının lokal bir türbulans oluşturmamasına neden olmaktadır. Böyle bir durumda, dammanın hedef tarafından yakalanabilmesi için hareket yoluğun değişirilmesi gerekmektedir. Hedef yüzeyin damla hareket yoluna dik olması, damlaların hedefe ulaşma olasılığını en üst seviyeye çıkarır.

Damlaların taşımak için yüksek hızlı hava akımlarının kullanılması durumunda, bitki yapraklarından hava akımına paralel bir konuma gelmekde ve böylece damla yakalama alanını en düşük seviyeye gelebilmektedir. Bu nedenle özellikle hava akımı pülverizatörlerle çalışmada, hava hızı dikkatli bir şekilde seçilmelidir.

Hedef üzerinde damla tutunmasını artırmak için bitki yapraklılarının fototropizm nedeniyle aldıkları konum dikkate alınmalı ve uygulama sırasında damalar, yaprak yüzeyine mümkün olduğunda dik gelecek doğrultularda püskürtülmelidir. Örneğin, pamuk bollusının yaprakları gün boyu doğru

yöneterek en büyük alanları güneşin görecek şekilde konum alırlar. Bu nedenle, güneş yönünden bitkiye doğru yapılacak ilaçlama, çoğu damla yaprağın üst yüzünde; güneşin doğusuna yapılacak püskürtmede ise damlaların çoğu yaprağın alt yüzünde toplanacaktır. Uygulama sırasında kullanılan ekipmanın püskürtme yönü yeterince değiştirilmemişse, biri sabah erken, diğeri akşam saatlerinde iki ayrı ilaçlama yapılmışsa, yaprağın her iki yüzeyinde yeterli sayıda damla toplanması sağlanabilir.

Damlaların hedefte toplanmasını etkileyen en önemli faktörlerden biri de rüzgarın sürüklenebilmesidir. Sürüklenebileceğinden hedefte toplanan damla sayısı azalmaktadır. İzleyen bölümde, ilaç sürüklenebilmesi ve etkili faktörler detaylı olarak verilmiştir.

3. 2. 7. İlaç sürüklenebilmesi (drift) ve etkili faktörler

Drift, ilaçlama sırasında veya ilaçlamadan sonra, ilaçlamanın yapıldığı hedef alanından hedef olmayan bir alana doğru pestisidin havâ içerisindeki hareketi olarak tanımlanmaktadır. Hedef dışına sürüklenen pestisitler, hareket ettikleri alan içerisindeki diğer ürünler, hayvanları ve en önemlisi insanları olumsuz yönde etkilemektedir. Bazı durumlarda, pestisitlerin atmosfer içindeki bu hareketi, çiftlik sınırları içinde kârken belirli koşullarda tarla veya çiftlik sınırlarından çok uzak mesafeleri etkileyebilmektedir.

Drift, çoğunlukla ilaçlama sırasında ilaç damlacıklarının hedef bölgeden uzağa doğru fizikal hareketiyle ilişkilidir. Genellikle havadaki drift (airborn drift) olarak adlandırılan bu tip drift, ilaç uygulama yöntemleri ve makinalanıyla ilgili faktörlerden kaynaklanmaktadır. Küçük ilaç damlacıkları, hedef yüzeyler üzerine yerleşmeden önce binlerce metre uzağa hareket edebilirler. Hava içerisindeki çok küçük damlacıklar ise atmosfer içinde buharlaşabilir ve kilometrelerece uzağa taşınabilirler. Hava içindeki drift, ilaçlamanın uygun zamanda yapılması, en uygun ilaçlama makinasının seçimi ve makinanın en uygun işletme koşullarında çalıştırılmasıyla en aza indirilebilir.

Drift, bazen ilaçlama yapıldıktan sonra da oluşabilir. Bu tip drift, genellikle buhar drifti (vapor drift) olarak adlandırılır. Buharlaşma yoluyla oluşan drift, genellikle pestisitlerin buharlaşma özelliğine ilişkilidir. Eğer uygulanan pestisidin buharlaşma özelliği fazla ve atmosferik koşullar pestisidin hızlı bir şekilde buharlaşmasına uygun ise buharlaşma yoluyla ilaç drifti önemli bir sonun haline gelmektedir.

İlaç drifti nerede ve hangi nedenle oluşursa olusun istenmez. Çünkü:

- Uygulama ekipmanının etkisiz kullanımına neden olur.
- Etkinliği düşük bir ilaç uygulaması hastalık, zararlı ve yabancı otara karşı beklenen etkiyi gösteremez ve ek ilaç uygulamalarını gerektirir. Bu da üretim maliyetinin artmasına neden olur.

- İlaçlamayı yapan kişiler, drift nedeniyle oluşan ilaç kayıplarını göz önünde bulundurarak hastalık, zararlı ve yabancı olıra karşı istenilen düzeyde bir kontrol sağlamak için aşın miktarda kimyasal ilaç uygulayabilir.
- Drift nedeniyle komşu tarlalarındaki ürünler zarar görürse, ürün zararlarının karşılanması için tazminat ödemesini gerektirebilir.
- Gıda maddelerinin kabul edilemez dozlardaki pestisitlerle kirletmesi, ürünün zorunlu olarak imha edilmesine neden olabilir.
- Hava ve su kaynaklarını kırgetir.
- En önemli insan ve hayvan sağlığını olumsuz yönde etkiler.

İlaç sürüklənməsinə etkili faktörler aşağıdakılardan ibarətdir:

- Damlıa büyüklüğü ve spektrumu,
- Meme yüksəklığı,
- Kimyasal formülosyonun tipi,
- Buharlaşma,
- Uygulama yöntemi,
- İklim koşulları,
- Pülverizatör ilerleme hızı,
- Operatörün bilgi ve becerisi dir.

Damlıa büyüklüğü ve spektrumu : İlaç sürüklənməsinə etkili olan en önemli faktör damla büyüğünü ve spektrumudur. Küçük damlacıklar hafif olduqları için hava içerisinde yavaşça düşerler ve hava hareketi ile uzak mesafelere taşınırlar.

Durgun bir hava ortamına bırakılan damla, yerçekimi etkisiyle aşağıya doğru hız kazanarak düşmeye başlar. Damla hava içinde aşağı doğru hareket ederken havanın kaldırma kuvveti, damlanın hareketini önleyici bir etki yapmaktadır. Bu iki zit kuvvetin etkisi altında hareketine devam eden damlanın hızlanması, kuvvetler birbirlerini dengelendikleri anda sona erer. Damlıa, ivmesiz sabit bir hızla hareketine devam eder. Bu hızın damyanın terminal hızı (V_t) adı verilir. $100 \mu\text{m}$ 'den daha küçük çaplı damalar püskürtme noktasından yaklaşık 25 mm , $500 \mu\text{m}$ çaplılar ise 700 mm sonra terminal hızza ulaşırlar. Damyanın büyüğlüğü, yoğunluğu, şekli, havanın yoğunluğu ve viskozitesi V_t değerini etkileyen başlıca unsurlardır. Küresel bir sıvı damyanın durgun hava ortamı içinde ulaşacağı terminal hızının değeri Stocke kuralına göre aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanabilir:

$$V_t = \frac{d^2 \rho_d g}{18 \cdot \eta}$$

Bu eşitlikte;

- V_t : Terminal hız (m/s),
- d : Damla çapı (m),
- ρ_d : Damlanın yoğunluğu (kg/m^3),
- g : Yerçekimi ivmesi (m/s^2),
- η : Havanın viskozitesi (Ns/m^2)'ni belirtmektedir.

Küçük damlalann kütelleri ve tura bağlı olarak staletleri az olduğundan aynı püşkürülme hızıyla harekete başlasalar da, terminal hız'a ulaşma mesafeleri büyük çaplı damlalara göre daha kısalır.

Farklı çaplardaki damlaların durgun havâ akımı içindeki terminal hızları ve 3 m yüksekten düşme süreleri Çizelge 3.17'de verilmiştir.

Çizelge 3.17. Küresel damlaların terminal hızları ve düşme süreleri.

Damla çapı (μm)	Terminal hızı (m/s)	Düşme süresi (s/m)
1	0.00003	28.1 h
10	0.003	16.9 min
20	0.012	4.2 min
50	0.075	40.5 s
100	0.279	10.9 s
200	0.721	4.2 s
500	2.139	1.65 s

Çizelge 3.17'de görüldüğü gibi damla çapı küçüldükçe terminal hızı azalmaktır ve düşme süresi uzamaktadır. Düşme süresinin artması ise damlalann rüzgarla sürüklene riskinini artırmaktadır. Damla çapı, damla çıkış hızı ve yatay sürüklene mesafesi arasındaki ilişkiler Çizelge 3.18'de görülmektedir. Bu çizelgeden anlaşılabileceği gibi damla büyüklüğü artırılarak yatay sürüklene mesafesi azalmaktadır. Yapılan araştırmalar, 150 veya 200 μm 'den daha büyük damlacıkların sürüklene potansiyelinde önemli oranda azalma olduğunu göstermektedir.

Çizelge 3.18. Damla çapının damla çıkış hızı ve yatay sürükleme mesafesine etkisi.

Damla çapı (μm)	Damla çıkış hızı (m/s)	Yatay sürükleme mesafesi (m)
10	0.003	3704
50	0.076	146
100	0.27	41
200	0.16	14.6
300	1.15	9.7
400	1.62	6.9
500	2.07	5.4
1000	4.02	2.8

* Damla əzgətə ağırlığı 1 kg/m^2 ,
* Yerden 5 m yüksəldikdən rüagət hızı 8 km/h.

Çapı 50 mikrondan küçük olan ilaç damlacıkları belirsiz bir süre veya buharlaşincaya kadar havada asılı kalırlar. Bu küçük ilaç damlacıklarından kaçınılmalıdır. Çünkü bunların hedef yüzeylər dışına sürüklənməsini önleyəcək etkin bir yol bulunmamaktadır. Örneğin, sistemik herbisitlerin küçük damlacıklar şeklinde uygulanması gereklidir. Buna karşın insektisitler ve fungisitlerin küçük damlacıklar şeklinde uygulanması istenir. Çünkü, küçük damlacıkların bitki yaprak tacı içərisinə penetrasiyonu ve hedef yüzeyləri kaplama özelliği büyük damlacıklara göre daha iyidir. Insektisit ve fungisitler oldukça küçük yapılı organizmlər olduğundan ilaçla iyi şekilde kaplanması gereklidir.

Damla büyülüğünün yanında damla spektrumunun da sürüklemeye etkisi bulunmaktadır. Daha önceki konularda belirtildiği gibi, mevcut pülverizatörlerin çoğunda hidrolik memeler kullanılmakta olup çok geniş bir damlacık spektrumu sahiptir. Damlacık spektrumu içərisində yer alan ve çapı özellikle $100 \mu\text{m}$ 'nin altında olan damlalar sürüklənmeye oldukça elverişlidirler. Damla spektrumundakı sürüklənmeye elverişli damlaların oranı ve bu damlaların toplam hacmi memə verdisi, memə tipi ve çalışma basinci gibi faktörlərə bağlı olaraq değişmektedir.

Memə verdisi arttıkça küçük çaplı damlacıkların ilaç hacmi yüzdesi azalmakte ve genellikle damla büyülüğu artmaktadır. Çizelge 3.19'da görüldüğü gibi memə verdisi $0.8 \text{ L/min}'$ den $3.0 \text{ L/min}'$ e artığında, $100 \mu\text{m}$ 'den küçük damlacıkların içərdiğι ilaç hacmi % 23:1'den % 10'a düşmüştür. Bundan dolayı, drift açısından daha yüksek verdili memeler kullanmak daha güvenlidir. Buna karşın çəngəliliklə düşük verdili memeler tercih edilmektedir. Çünkü, bu memelerin yapıları uygulamalarda brim alana daha düşük ilaç hacmine gereksinim duymaktadır.

Çizeğe 3.19. Yelpaze hüzmeli memelerde 100 μm 'den daha küçük damlacıkların içeriği ilaç hacmi yüzdesi.

Meme	Meme verdisi (L/min)	100 μm 'den küçük damlacıkların ilaç hacmi (%)
XR8002VS	0.6	23.1
XR8004VS	1.5	15.6
XR8006VS	2.3	12.8
XR8008VS	3.0	10.0

Damla spektrumu, memelerin çalışma basınçlarından da etkilenmektedir. Çalışma basınçının artmasıyla damla spektrumu içerisinde yer alan küçük çaplı damlacıkların oranı artmaktadır ve böylece ortalama damla çapı küçülmektedir. Örneğin, verdisi 2.3 L/min olan düz yelpaze hüzmeli bir meme ile yapılan bir çalışmada, basınç 138 kPa' dan 278 kPa' a arttığında 200 μm ve daha küçük çaplı damlacıkların toplam hacminin % 6' dan % 12' ye yükseldiği saptanmıştır. Bu nedenle memelerin düşük basınçlarda çalıştırılması büyük çaplı damlacıklar oluşturduğu için sürükleşmemeyi azaltacaktır. Fakat memeler önerilen basınçların altında çalıştırıldıklarında, uygun olmayan örtme nedeniyle ilaç dağılımları kötüleşmektedir.

Bahçelerde genellikle insektisit ve fungusit uygulamak için kullanılan hava akımı pülverizatörlerle yapılan ilaçlamalarda, oldukça çok sayıda küçük damlacık oluşmaktadır. Ancak bu damlacıkların çoğu hedeflerine ulaşamazlar. Çünkü pülverizatörün memelen, ağaç tacının üst kısımlarına doğru belirli açıları yönlendirilmekte ve küçük damlacıkların çoğu yeterli enerjiye sahip olmadığı için bitki tacına ulaşamamaktır ve atmosferik koşullara bağlı olarak hedef alanlarından uzaklaşmaktadır. Bundan dolayı, hava akımı pülverizatörlerle yapılan ilaçlamalarda, drift son derece ciddi bir problem olmaktadır. Bu tür pülverizatörlerde drifti azaltmak için, ilaç damlacıklarını ağaç tacına doğru yöneltlen ve yaklaştırılan püskürme sistemleri kullanılmalıdır.

Pestisit uygulamalarında, büyük damlacıklarla ilaç sürükleşmesinde sağlanan azalma ve küçük damlacıklarla sağlanan iyi kaplama arasında bir dengeye ulaşılmalıdır. İlaç damlacık büyüklüğü gerekli olandan daha küçük olmamalıdır.

Meme yüksekliği : Damlaların rüzgarla sürükleşmesinde meme yüksekliğinin önemli bir rolü bulunmaktadır. Bu yükseklik arttıkça rüzgar hızı genellikle artmaktadır. Rüzgar hızının yükseklikle değişmediği kabul edilse bile, artan meme yüksekliğiyle damlacıkların hedefe ulaşma süreleri artmaktadır ve böylece havada daha uzun süre kaldıkları için sürükleşme olasılığı artmaktadır. Bundan dolayı memelerin yere daha yakın olması, ilaç drift olasılığını azaltır. Buna ilaçlama yapılan yüzeye mümkün olduğu kadar yakın çalıştırılması (imalatçıların önerdikten yükseklikler göz önünde bulundurularak) drifti azaltmak için iyi bir yoldur. Buna karşın, meme aralığında gerekli ayarları yapmadan buna yüksekliğini azaltmak, özellikle düz yelpaze memelerde uygulama yapılarken

ilaçlanmamış alanların bırakılmasına neden olmakta ve uygun olmayan ilaç örtmesiyle sonuçlanmaktadır. Bu sorun geniş hüzme açılı memeler kullanılmak suretiyle çözülebilirken, bunun yanısıra, geniş hüzme açılı memeler aynı basınç ve verdide çalıştırıldıkları zaman, dar hüzme açılı memelerden daha küçük damlalar üretirler.

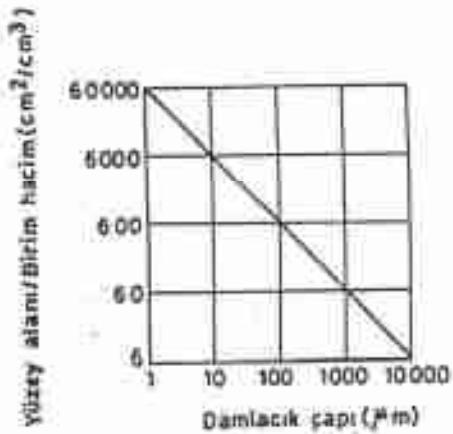
Kimyasal formülasyonun tipi : Pestisit formülasyonunun tipi driftin azaltılmasında önemlidir. Bazı pestisit formülasyonlarının buharlaşma özellikleri çok fazladır. Örneğin 2,4-D, buharlaşma yoluyla oluşan driftte karşı oldukça hassastır. Bundan dolayı buhar driftini azaltmak için buharlaşma özelliği az olan formülasyonlar kullanılmalıdır.

İlaç kanışımının viskozitesini artırmak suretiyle, driftte etkisiyle küçük damlacıkların sayısı azaltılabilmektedir. İlaç kanışımının viskozitesini artırmak için çeşitli ilaç katkı maddeleri eklenebilmektedir. Driftin kontrol altına alınmasının yanısıra, bu katkı maddelerinin çoğu pestisitlerin yapraklar üzerine yayılma ve tutunmasını iyileştirmektedir. Bu tip katkı maddeleri, drifti tamamen engelleyemeyez. Driftin azaltmasına yardımcı olan bu tip maddelerden istenilen sonuçtan elde etmek için, etiket değerlerine ve önerilerine göre karıştırılmalı ve uygulanmalıdır.

Yapılan bir çalışmada; Nalco-Trol, Direct, Target, Driftgard ve Formula gibi çeşitli kimyasalların damlacık büyütüküğüne etkileri araştırılmış ve sonuçta hacimsel ortalama damla çapında sırasıyla % 63, % 59,8, % 38,9, % 28,6 ve % 3,5 oranlarında bir artış elde edilmiştir. Bir diğer çalışmada ise Nalco-Trol maddesinin kullanımıyla driftin % 49 ile % 75 arasında azalığı belirlenmiştir.

Buharlaşma : Taşıyıcı madde olarak suyun kullanıldığı sıvı ilaçlar, bir memeden damlacıklar halinde püskürtüldükten sonra hedef yüzeylere doğru düşerlerken buharlaşmadan dolayı gittikçe küçülürler. Damalar hızla artan yüzey alanı/hacim oranının bir sonucu olarak buharlaşma oranı da artmaktadır. Sıvı ilaçın yüzey alanı, özellikle çapı 50 µm'den daha az olacak şekilde küçük damlacıklar şeklinde parçalanırsa anormal bir artış göstermektedir (Şekil 3.20).

Yerden yapılan ilaçlama uygulamaları için 30 µm ve daha küçük çaplı damlacıklar hedefe ulaşmadan önce tamamen buharlaşmaktadır. 150 µm'den büyük damlacıkların hedefe ulaşmadan önce büyüklüğündeki azalma önemli olmamaktadır. 30 ve 150 µm arasındaki damlacıkların buharlaşması sıcaklık, nem ve diğer hava koşullarından önemli ölçüde etkilenir.



Şekil 3.20. Yüzey alanı/birim hacim oranına damla çapının etkisi.

Uygulama yöntemi : Havadan yapılan ilaç uygulamalarında damlaların sürüklendirme potansiyeli yerden yapılan uygulamalara göre daha yüksektir. Bu durum, uygulama hacmi ve elopman dizaynındaki farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Damlaların sürüklendirme riski, özellikle düşük hacimli (LV), ve (ULV) uygulama tekniklerinde artmaktadır.

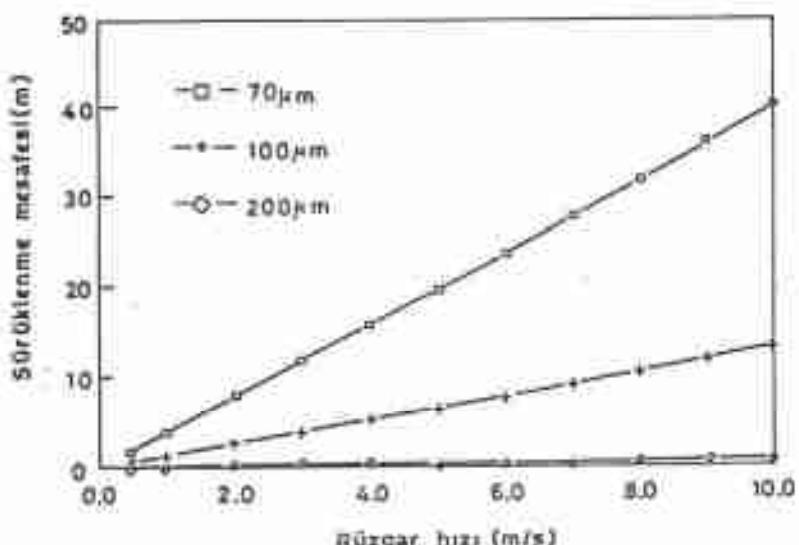
İklim koşulları : Pestisitlerin hedef dışına hareketine hava koşullarının etkisi son derece kritik bir öneme sahiptir. Uygulamanın yapıldığı bölgedeki mikroklima ile ilgili çeşitli faktörler drifte neden olabilir. Bu faktörler;

- Rüzgar hızı ve doğrultusu,
- Nisbi nem ve sıcaklık,
- Atmosferik kazançılık ve ters hava akımları' dir.

Hava koşullarının drifte etkisi, 150 mikron ve daha az çaplı damlacıkların toplam hacmine bağlı olarak değişebilmektedir. Eğer bu küçük damlacıkların oluşması engellenirse hava koşullarının drifte etkisi de en düşük seviyeye indirilebilir.

Damlacık boyutu ve hızı, hava türbülansı ve bunun yüksekliği gibi faktörler bir damlacığın herhangi bir hedef yüzey üzerinde toplanmadan önceki hareket mesafesini etkiler. Bunların yanında rüzgar hızı drifli etkileyen en önemli meteorolojik faktördür. Rüzgar hızına bağlı olarak hedef alanın dışına taşımanın pestisit miktarı ve bu pestisitlerin hareket mesafeleri değişmektedir. Büyüük çaplı damlacıklar hedef yüzeylere doğru hızla düşerler ve rüzgarden daha az etkilenirler. Buna karşın yüksek hızlı rüzgarlar büyük çaplı damlacıkları bile hedef alanlarının dışına taşıyabilir. Bundan dolayı, eğer rüzgar hızı aşın derecede yüksek ise ilaçlama işlemi durdurulmalıdır. Şekil 3.21 'de rüzgar

hızının driftte etkisi, damlacık çapına bağlı olarak gösterilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi her damlacık büyüklüğü için ortalama sürükleme mesafeleri ve rüzgar hızı arasında yaklaşık olarak lineer bir ilişki vardır. Rüzgar hızındaki değişme ile sürükleme mesafesindeki değişim orani, büyük çaplı damlacıklara göre küçük çaplı damlacıklarda daha büyüktür.



Şekil 3.21. Rüzgar hızı ve damlacık çapının su damlacıklarının sürükleme mesafelerine etkileri (Damlacık hızı: 20 m/s; membe yükseliği: 0.5 m; sıcaklık: 20°C; nisbi nem: %50).

Damlacıkların rüzgarla taşınması sırasında, arazi yüzeyindeki ağaç, tümsek, duvar, çit, bitki örtüsü, vb. gibi çeşitli fiziksel engeller, sürüklemenin teorik olarak beklenenden daha az olmasına neden olabilir. Bu engeller ve toprak yüzeyi ile hava tabakaları arasındaki sıcaklık farkları, arazi yüzeyine yakın hava katmanlarında türbülans oluşturmak suretiyle rüzgar hızının değişmesine ve bunu bağlı olarak sürüklemenin beklenenden daha değişik olmasına neden olmaktadır.

Rüzgar doğrultusu, driftin neden olduğu zararı azaltmada rüzgar hızı kadar önemlidir. İlaçlama yapılan bölgeye yakın özellikle rüzgar doğrultusunda hassas bir ürünün varlığı, göz önünde tutulması gereken en önemli faktördür. Fakat bir ilaç uygulaması başlayacağı zaman bu durum genellikle gözden kaçmaktadır. Rüzgar, komşu tarlada bulunan hassas bir ürünü doğru esiyorken ilaçlama yapılmamalıdır. Rüzgar hızının düşük olduğu veya hassas ürünlerden uzağa doğru yavaşça estiği zamanlarda ilaçlama yapılmalıdır. Driftte karşı hassas ürünlerin olduğu bölgelerde rüzgar doğrultusu saptanmalı ve ilaçlama sırasında rüzgar doğrultusundaki değişimlere hazır olunmalıdır. Eğer rüzgar yönünde hassas ürünler varsa en az 30 metrelik bir tampon şerit ilaçlanmadan bırakılmalı, rüzgar yön değiştiğinde zaman tampon şerit ilaçlanmalıdır.

Nisbi nem ve sıcaklık rüzgar hızı kadar önemli değilse de bazı bölgelerde veya belirli meteorolojik koşullarda önemli bir etkiye sahiptirler. Bir damlacık hava içerisinde dönerken, suyun yüzey molekülleri buharlaşır. Bu buharlaşma damlacığın boyutunu ve kütlesini azaltır ve uygulama bölgesinde daha uzağa sürüklenebilmesine neden olur. Damlacıklardaki suyun buharlaşma oranı, çevre havasının sıcaklığına ve nisbi nemine bağlıdır.

Düşük nisbi nem ve/veya yüksek sıcaklık koşulları, ilaç damlacıklarının daha hızlı buharlaşmasına ve daha yüksek drift'e neden olur. Küçük damlacıklardaki buharlaşma oranı büyük damlacıklardan daha büyüktür. Çünkü küçük damlacıklar hacimlerine oranalı daha büyük yüzey alanına sahiptir. Böylece hedefe ulaşış miktarı daha azdır.

Hemen hemen bütün atmosferik koşullarda buharlaşma yoluyla ilaç kayıpları oluşurken, bu kayıplar sabahın erken saatlerinde ve öğleden sonraki geç saatlerde daha az olmaktadır. Çünkü bu soğuk periyotlar sırasında nisbi nem genellikle en yüksek seviyededir.

Atmosferik kararlılık, drift etkileyen önemli bir faktördür. Soğuk hava aşağı doğru inme eğilimindedir. Soğuk hava aşağıya doğru çökerek ilk hava ile yer değiştirir ve dikey kanşımaya neden olur. İlk hava tabakası yukarıya doğru yükseldikçe havada asılı durumda damlacıklar da yükseller ve hava turbülansıyla daha üst kısımlardaki hava tabakaları içine yayılır.

Atmosferin çok kararlı olduğu koşullarda diğer problemler karşımıza çıkabilir. Kararlı koşullarda, baş seviyesinden biraz yukarıdaki sızık bir hava tabakası, altındaki soğuk havayı ince bir tabaka halinde hapseder. Bu olay genellikle atmosferik inversyon olarak adlandırılır. Soğuk hava tabakası içinde asılı olan partiküler sadece yanal olarak hareket edebilirler. Hava asılı olan damlacık bulutu, ters bir hava akımı ile en sonunda hedef dışındaki bir ürün üzerinde toplanır.

Hava kararlılık katsayısı veya durgunluk katsayısı aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanabilmektedir.

$$SR = \frac{T_2 - T_1}{U^2}$$

Burada;

T_2 : 10 m yükseklikteki hava sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$),
 T_1 : 2.5 m yükseklikteki hava sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$),
 U : 5 m yükseklikteki rüzgar hızı (cm/s)'dır.

SR' nin pozitif olması ($SR > 0$) durumu, kararlı ve hareketsiz hava koşulunu ifade etmektedir. Bu durumda soğuk ve yoğun hava, bitki yüzeyine

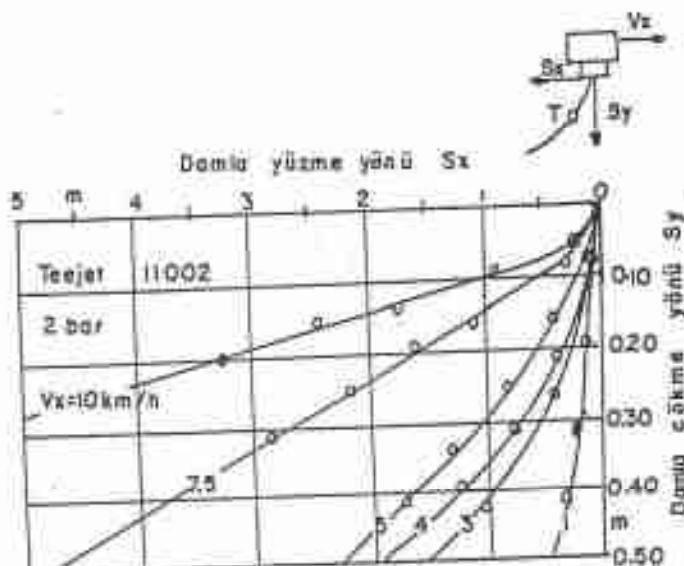
yakındır. Bu koşul, özellikle gece sineğine karşı doğrudan aerosol uygulamalar için ideal olduğundan ilaçlama genellikle gece yapılır.

SR' nin negatif olması ($SR' < 0$) durumu, düşey hareketli ve kararlı olmayan hava koşuludur. Bütün yüzeyindeki hava sıcaklığı yüksek ve yoğunluğu az olduğu için aşağıdan yukarına doğru bir hava akımı vardır. Bu tip hava koşullarında, ilaçlama ya durdurulmalı ya da kısmen büyük çaplı damlalarla uygulama yapılmalıdır.

SR' nin sıfır veya sıfıra yakın olması ($SR' = 0$) durumu, etkisiz hava koşulu olarak adlandırılmasının en uygun ilaçlama koşuludur. Bütün yüzeyi ve püskürme yüksekliğindeki hava sıcaklığı ve yoğunluğu aynıdır. Damllalar kararlı düşme hızları ile bütün yüzeyine erişirler.

Pülverizatör ilerleme hızı : Püskürtülen damllanın sürüklelenmesine etkili olan bir diğer faktör pülverizatör ilerleme hızıdır. Şekil 3.22'de pülverizatör ilerleme hızına bağlı olarak püskürtülen damllanın yatay ve düşey yöndeği yönüngeleri görülmektedir. Şekil 3.22'de görüldüğü gibi, pülverizatör ilerleme hızının artmasıyla damllanın yatay doğrultuda (S_x) sürüklelenme mesafesi de artmaktadır.

Operatörün bilgi ve becerisi : Beşinci bir ilaçlama koşulunda daha önce sözlü edilen faktörlere herhangi bir driftin azaltılmasında en kritik faktör olabilir. İşte ilaçlamayı yapan operatör bu kritik faktörü belliyeerek driftte karşı gereklili önlemleri alabilir. Operatörler, uygulama koşullarına göre hem ekipman hem de atmosferik koşullara ilişkin kararları doğru vermek suretiyle hermen hemen her koşulda drifti en düşük seviyeye indirebilirler.



Şekil 3.22. Pülverizatör ilerleme hızının püskürtülen damllanın yatay ve düşey yöndeği yönüngelerine etkisi.

4. PÜLVERİZATÖRLER

4.1. Pülvverizatörlerin Ana Parçaları

Klasik tip pülvverizatörlerde bulunan bazı önemli parça ve organlar aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- İlaç deposu,
- Karıştırıcı,
- Pompası,
- Hava deposu,
- Basınç regülatörü ve manometre,
- Boru ve hortumlar,
- Filtreler,
- Vanalar,
- Püskürme borulan ve askı sistemleri,
- Depo doldurma sistemleri,
- Verdi ve doz ayar sistemleri,
- Memeler.

4.1.1. İlaç deposu

Pülvverizatörlerde kullanılan depolar püskürtülecek sıvı ilaç içinde taşıyan, ağızı süzgeçli ve kapaklı, altında boşaltma vanası ile ilaç pompaya ileten emme ağızının açıldığı cepten oluşan bir kaptır.

Depolar başlangıçta çesitli ahşap (meşe, gürgen vb.) ve metalik (pinç, paslanmaz çelik) malzemelerden yapılmış ise de günümüzde kullanılan pülvverizatör depoları cam elyafla takviyeli polyesterler, polietilen ve poliamid gibi plastiklerden imal edilmektedirler.

Madeni depoların yüzeylerinin pürüzsüz olması nedeniyle, içlerinde kalan ilaç artıklarının iyi temizlenmesine uygundurlar. Ancak her uygulamadan sonra ilaç temizlenmeleri gereklidir. Aksi halde ilaçların korozyon etkisi nedeniyle kısa sürede kullanılmaz duruma gelirler. Madeni depoların en büyük sakıncaları ise pahalı ve ağır oluşlardır.

Poletilenden yapılan depolar, diğerlerine göre ucuz ve yüzeyleri pürüzsüz olduğundan temizlenmeleri daha kolaydır. Ancak tamirlerinin zorluğu ve güneşten gelen mor ölesi işinlardan etkileneerek dayanımlarını yitirmeleri en

önemli sakıncalarıdır. Genellikle küçük ve orta kapasiteli (3000 litreye kadar) depolar polietilen malzemeden sıcak kalıplanarak, 3000 litreden büyük olanlar ise cam elyaf takviyeli polyesterden yapılmaktadır. Polyesterden yapılan depolar, polietilen malzemeden yapılanlara göre daha pahalıdır. Ancak, uzun ömürlü ve kolay tamir edilebilme gibi üstünlükleri bulunmaktadır. Ayrıca polyester depolarda depo iç yüzeyi pürüzlü olduğundan temizleme daha zordur.

Depoların şaklı, çoğunuylukta silindirik ve bazen de oval yapısadır. Depo hacimleri, tanımsız savaş araçlarının kullanım alanı ve tipine göre değişir. Bunlar; el füll pompalarında 0,1-0,2 L, el pülverizatörlerinde 2-3 L, sırt taşıyanlarında 10-20 L, arabalarda 80-100 L, traktöre esme tiplerde 200-600 L, çekilen tiplerde 2000 L'den de büyük hacimli depolar kullanılabilmektedir. Kendi yürüp pülverizatörlerde ise depo hacmi çok daha büyütür. Çizelge 4,1' de kullanım alanları ve tiplerine göre depo hacimleri verilmiştir.

Çizelge 4,1. Kullanım alanı ve tiplerine göre depo hacimleri.

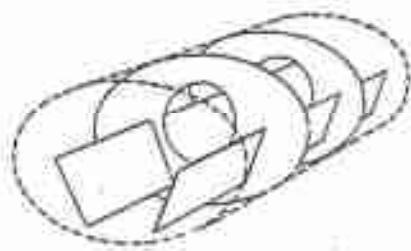
Tipi	Tari pülverizatörleri		Hava akımı bahçe pülverizatörleri	
	Depo hacmi (L)	İş genişliği (m)	Depo hacmi (L)	Hava verdişi (m^3/h)
Aşma aletler	400-1500	8-24	150-800	5000-80000
Yan aşma aletler	1000-4000	10-36	1000-1200	75000-95000
Çekilir aletler	1500-4000	10-36	500-3000	20000-120000
Kendi yürüp makinalar	3000-4000	12-36	-	-

Tari pülverizatörlerinde her 1 m iş genişliği için yaklaşık 100 L depo kapasitesi öngörlür. Depolar, depo arası hacimlerinin % 10 fazlası hacminde yapılabilir. Böylece ilaçın kolayca hazırlanabilmesi sağlanmaktadır.

İlaç depolarının tabanında, depo büyüklüğüne göre hacmi değişen ve pompa emme hattına açılan bir cep bulunmaktadır. Bu cep, depodaki ilaç seviyesinin düşmesi halinde pompanın hava almasını öner. Depo boşaltma tapası da aynı cep altında bulunduğuundan, depo kolayca temizlenebilmektedir.

Büyük hacimli ilaç depolarının içinde, ilaçın fazla çalkalanarak köpürmemesi ve ayrıca eğimli alanlarda çalışma sırasında yanal dengenin korunması amacıyla dalga kırın şeklinde perdeler bulunmaktadır. (Şekil 4,1)

Depo doldurma ağızlarında kaba ve ırı yabancı parçaların depo içine girmesini önlemek amacıyla bir süzgeç bulunmaktadır. Bu süzgeçler telden örne olarak yapılmaktır ve tel eksenleri açıklığı 2 mm civarındadır. Depo ağız çapı 25-40 cm arasında değişmekte olup, üzerinde küçük bir deliği olan esnek bir kauçuk veya plastik kapaklı kapatılması gerekmektedir. Depo kapağının kolayca açılıp kapanabilmesi için vidalı kapak yerine çember şeklinde olan ve gerdirilerek açılıp kapanabilen kapaklar kullanılmalıdır.



Şekil 4.1. Depo içi perdeler.

Kural olarak bütün ilaç depoları, pompayaya göre daha yüksekte bulunur. Böylece, sıvı ilaç pompayaya serbest halde gelmektedir ve pompanın emme yükü ortadan kaldırılmışmaktadır. Depo üzerinde, sürücü yerinde kolaylıkla görülebilin ve ilaç seviyesini gösteren bir göstergé bulunmalıdır.

Pülverizatör depoları 10-12 bar iç basıncı dayanabilecek şekilde yapılmalıdır. Traktörle çalıştırılan pülverizatörlerde, depo yapımında kullanılan bazı malzemeler için önerilen et kalınlıkları Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Traktörle çalıştırılan pülverizatör depolarında bazı yapım malzemelerinin et kalınlıkları.

Depo alınma hacmi (L)	Malzeme kalınlığı (mm)	
	Paşlanmaz çelik	Polyester-Polietilen
100-1000	2	3
>1000	3	4

4.1.2. Karıştırıcı:

Karıştırıcılar, ilaç depolarında süspansiyon veya emülsiyon halinde bulunan sıvı haldeki ilaçları kanştırarak ilaç etkili maddesinin konsantrasyonunun değişmemesini ve düzgün bir konsantrasyonda ilaçlama yapılmasını sağlarlar. Aksi halde, özellikle süspansiyon şeklindeki depo karıştırmalarında 30 dakikalık bir bekleme süresi sonunda katı zerreçiklerin % 50'si depo tabanına çökebilmektedir. Bu nedenle ilaçlama süresince karışımı sabit konsantrasyonda tutabilmek için iyi bir karıştırma zorunludur. Ancak, aşırı

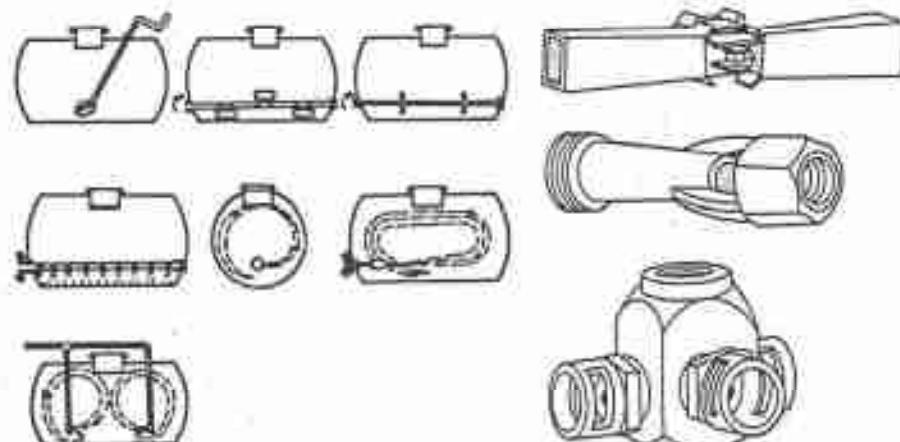
karıştırma ile ilaçın kopürmemesine de dikkat edilmelidir. Pülverizatörlerde kullanılan karıştıcılar;

- mekanik,
- hidrolik,
- pnömatik,

olmak üzere üç grupta toplanmaktadır. Şekil 4.2'de bazı karıştıcı tipleri görülmektedir.

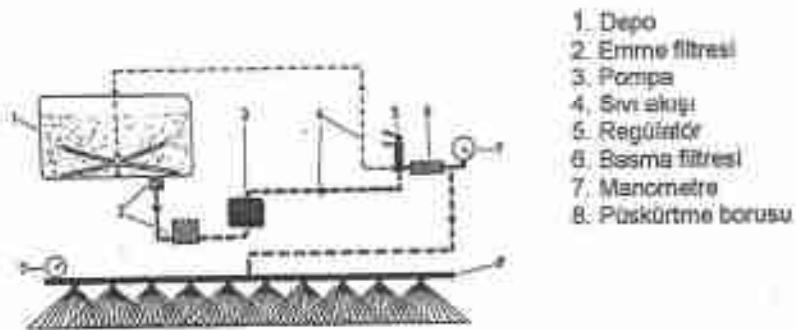
Mekanik karıştıcılar, pompa ve membe verdilerine bağlı kalmadan etkin bir karıştırma sağlarlar. Bunlar, pistonlu veya membranlı pomپaya sahip, depo kapasitesi 800 L üzerinde olan pülverizatörlerde sık kullanılır. Mekanik karıştıcılar çeşitli şekillerde olabilmektedir. En çok düz kanatlı, kıvrık kanatlı, çapraz kanatlı ya da yuvarlak levhali tiple olabilirler. Karıştırma etkinliği yönünden bu parçaların tipi kadar depo içeresine yerleştirilme şekli de önemlidir. Karıştırmayı sağlayan farklı tipteki kanatlar, genellikle dönen bir mil üzerine bağlanmakte ve bu mil depo tabanına yakın olarak yerleştirilmektedir. Hareketini yoğunlukla pompa miliinden alan karıştıcı mili, 100-200 1/min arasında dönerken çalışmaktadır. Salınımı (sağa-sola yanın dönüş yapan) karıştıcıarda ise mil dakikada 15-20 salım yapmaktadır.

Hidrolik karıştıcıarda, ilaç deposunun diper kısmasına yerleştirilen ve üzerinde delikleri bulunan bir boru içeresine basınçla gönderilen sıvı depodaki sıvı ilaç karıştırmaktadır. Genellikle depo kapasitesi 600 litreden küçük olan pülverizatörlerde, pompanın başlığı sıvının bir kısmı regülatörden ayrı bir hortumla depoya geri gönderilimekte ve karıştırma işlemi gerçekleştirilmektedir.



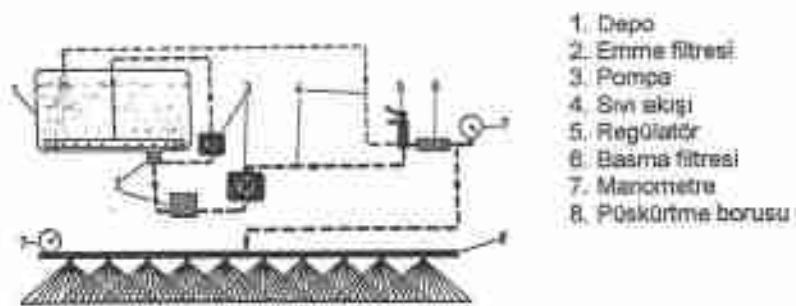
Şekil 4.2. Bazı karıştıcı tipleri.

Hidrolik karıştırıcılarda iyi bir karıştırma için, karıştırıcı sıvının verdisi her 100 L depo hacmi için 3-10 L/min olacak şekilde düzenlenmelidir. Şekil 4.3'de geriye dönüştürülmüş hidrolik karıştırıcı düzeni görülmektedir.

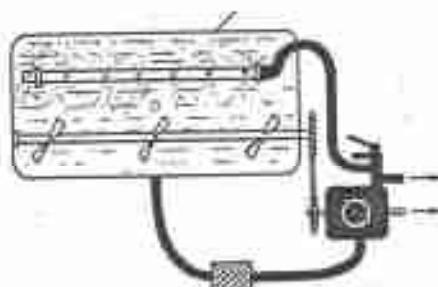


Şekil 4.3. Geriye dönüştürülmüş hidrolik karıştırıcı.

Geriye dönüştürülmüş hidrolik karıştırıcıdan başka cebri tip, basıncı ayarlanabilir tip, özel pompalı ve geriye dönüştürülmüş tip ile hidrolik ve mekanik kombinasyonlu hidrolik karıştırıcılar da bulunmaktadır. Özel pompalı ve geriye dönüştürülmüş hidrolik karıştırıcı (Şekil 4.4) en iyi karıştırma düzenidir. Burada, ikinci bir pompa sadece karıştırma amacıyla kullanılmaktır ve amaca uygun tam bir karıştırma sağlanmaktadır. Şekil 4.5'te görülen mekanik ve hidrolik karıştırıcı kombinasyonu ise depo büyüklüğünde bakılmaksızın kullanılabilir.

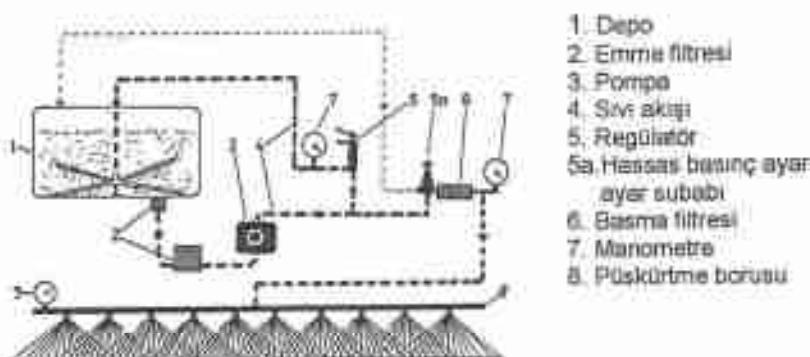


Şekil 4.4. Özel pompalı ve geriye dönüştürülmüş hidrolik karıştırıcı.



Sekil 4.5. Mekanik ve hidrolik karıştırıcı kombinasyonu.

Basınçlı ayarlanabilir hidrolik karıştırıcılarda (Sekil 4.6) ise karıştmayı yapan sıvı verdisi, ikinci bir basınç ayar subabı ile ayarlanabilmektedir.



Sekil 4.6. Basınçlı ayarlanabilen hidrolik karıştırıcı.

4.1.3. Pompa

Pülverizatörler üzerindeki pompa, traktör kuyruk mili veya diğer bir güç kaynağından aldığı mekanik enerjili basınç enerjisine dönüştürerek sulandırılmış ilaça iletmektedir. Sıvı, kazandığı bu basınç enerjisileyle boru hatlarında hareket etmekte ve basınç enerjisinin memede kinetik enerjiye dönüşümü ile damlalar soklunda parçalanmaktadır, kinetik enerji taşıyan damlalar ise hedefe ulaşabilmektedir.

Pompanın bir diğer görevi ise, geriye dönüşlü hidrolik karıştırıcılarda belirtildiği gibi basınçlandırılan sıvının bir kısmını depoya geri göndererek ilaç

konsantrasyonunun sabit tutulmasını sağlamaktadır. Ayrıca bir hidroenjektör yardımıyla deponun hızlı doldurulmasını sağlamaktadır. Depo kapasitesi 1000 L' den daha büyük bazı pülverizatörlerde ise ilaçın kanştırılması ve deponun doldurulması için ikinci bir pompa kullanılmaktadır. Düşük basınç fakat yüksek verdi gerektiren bu doldurma ve kanıştırma işleri için, genellikle santrifüj pompa kullanılmaktadır.

Pompalar korozyona karşı dayanıklı malzemelerden yapılmalı veya pompanın ilaçla temas eden yüzeyleri bu malzemelerle kaplanmalıdır. İlaçlarda korozyon etkilerinden başka, depoya doldurulan ve lyice filtre edilmeyen sıvı içerisindeki katı parçacıklar da pompalarda aşınmaya ve buna bağlı olarak pompa basıncı ve verdisinde önemli düşüşlere neden olmaktadır.

Pülverizatörlerde çeşitli tip ve özelliklerde pompalar kullanılmaktadır. Bu pompalar, hareketli organın hareket şekli, sağladıkları verdi ve basınç ve güç kaynakları göz önüne alınarak sınıflandırılabilirler.

Pompalar, hareketli organlarının şekillerine göre iki ana gruba ayrılır. Bunlar;

1. Alternatif hareketli pompalar,

- Pistonlu pompalar,
- Plancerli pompalar,
- Membranlı pompalar,
- Piston - membranlı pompalar,

2. Döner hareketli pompalar,

- Dişli pompalar,
- Rulolu (masuralı) pompalar,
- Paletli pompalar,
- Santrifüj pompalar,
- Türbin pompalar.

Bu pompalardan pistonlu, paletli ve dişli pompalar volümétrik; membranlı, piston-membranlı ve rulolu pompalar yan volümétrik; santrifüj ve türbin pompalar ise volümétrik olmayan pompalardır.

Volumetrik pompa, miliinin bir tam devrinde daima aynı miktar verdi sağlamakta ve bu verdi; pompa çalışma (işleme) basıncı, sıvı ilaçın özgül ağırlığı ve viskozitesinden bağımsızdır.

Yarı volümétrik pompalarda, pompa miliinin her devrinde basılan ilaç miktarında, basıncın artmasıyla kurşen azalma meydana gelmektedir. Bu nedenle bu pompalara yan volümétrik pompalar denilmektedir.

Pompalar, sağladıkları basınç ve verdi değerlerine göre de sınıflandırılabilirler (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Pülverizatör pompalarının basınç ve verdiye göre sınıflandırılması.

Düşük verdiili pompalar	30 - 40 L/min
Orta verdiili pompalar	40-100 L/min
Yüksek verdiili pompalar	100-300 L/min
Düşük basınçlı pompalar	< 10 bar
Orta basınçlı pompalar	10-30 bar
Yüksek basınçlı pompalar	> 30 bar

Güç kaynaklarına göre yapılan sınıflandırma ise aşağıdaki şekildedir:

- Elle çalıştırılan pompalar,
- Traktör kuyruk milinden güç alan pompalar,
- Motorla çalıştırılan pompalar,
- Pülverizatör tekerleğinden güç alan pompalar.

4.1.3.1. Alternatif hareketli pompalar

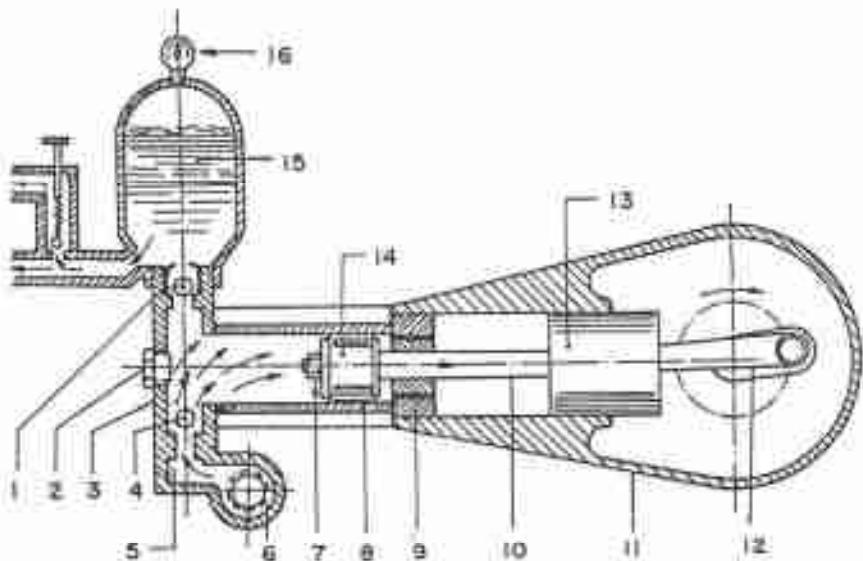
4.1.3.1.1. Pistonlu pompalar

Alternatif hareketli volumetrik pompa grubunda yer alan pistonlu pompada, karter içine yerleştirilmiş bir krank-biyel mekanizması, silindir içinde bir pistonu ileri geri hareket ettirmektedir. Emme strokunda depodan emdiği ilaçlı sıvayı, basma strokunda basınç hattına göndermektedir (Şekil 4.7).

Bir veya çok silindirdi olan bu pompalarda pompa gövdesi döküm ya da alüminyum alaşımından, piston ve silindir gömlekleri ise paslanmaz çelik, emaye ya da seramik kaplı çelikten yapılmışlar. Bu malzemeie, paslanmaya karşı dirençli olup aynı zamanda aşınmaya karşı da koruma sağlarlar.

Pistonlu pompaların maksimum çalışma basınçları 100 bar ve verdilen 300 L/min değerine ulaşabilmekte ise de genellikle 70 bar basınç ve 250 L/min'e ulaşan verdiye sahiptirler.

Pistonlu pompalarda silindir sayısı arttıkça pülverizasyonun kesikliliği azalmakta ve püskürme basıncı artmaktadır. Pülverizatörlerde, genellikle üç silindirliinden daha fazla silindirdi pompalara gerek duyulmaz. Pistonlu pompalarda silindir sayısına göre sağlanan basınçlar Çizelge 4.4' de görülmektedir.



- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| 1. Basma subabı, | 9. Salmastırma, |
| 2. Tepki, | 10. Piston kolu, |
| 3. Başlık, | 11. Karter, |
| 4. Emme subabı, | 12. Krank-biyel mekanizması, |
| 5. Emme giriş açığı, | 13. Klevuz piston, |
| 6. Pompa giriş bağlantıları, | 14. Piston, |
| 7. Piston tespit somunu | 15. Hava deposu, |
| 8. Silindir gömleği, | 16. Manometre. |

Şekil 4.7. Pistonlu pompa.

Çizelge 4.4. Pistonlu pulverizatör pompalarında silindir sayısına göre çalışma basıncı.

Pompa silindir sayısı	1	2	3
Pompa çalışma basıncı (bar)	14-18	25-26	42-70

Pistonlu pompalarde ortalaması verdi aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanabilir:

$$Q_{\text{ort}} = \frac{\pi D^2}{4} S \cdot n \cdot i \cdot \eta_v$$

Burada;

- Q_{ort} : Ortalama verdi (L/min),
- D : Piston çapı (dm),
- S : Piston stroku (dm),
- n : Pompa mili devir sayısı ($1/\text{min}$)
- i : Pompa silindir sayısı (adet)
- η_v : Volumetrik verim (%)' dir.

Volumetrik verim (η_v);

$$\eta_v = \frac{Q_e}{Q_t} \quad \text{şeklinde hesaplanmaktadır.}$$

Burada;

Q_e : Herhangi bir çalışma devrinde pompanın sağlayabileceği effektif verdi (L/min).

Q_t : Herhangi bir çalışma devrindeki teorik pompa verdisi (L/min)' dir.

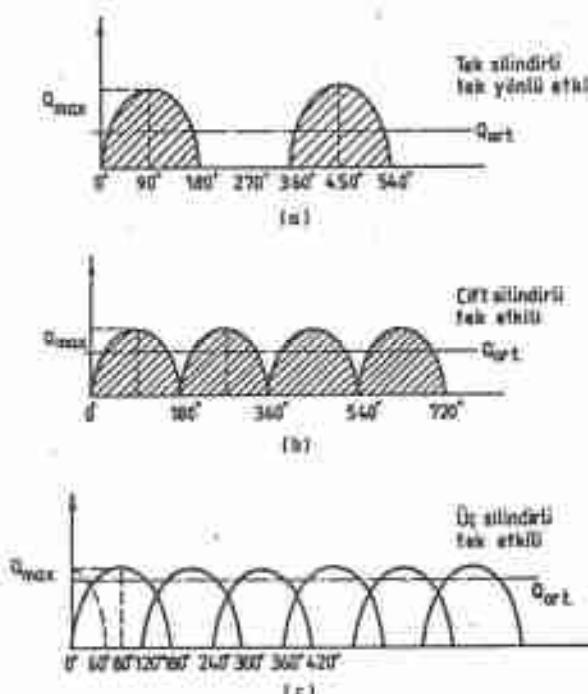
Effektif verdi, pompa denemeleri sırasında verdi ölçmesi yapılarak bulunan deneysel verdiridir. Teorik verdi ise, pompanın bir tam devrinde sağladığı verdinin (silindirlerin tam dolu olduğu varsayılarak) pompa mili dönü sayısı ile çarpımı sonucu elde edilen verdiridir.

$$Q_t = Q_i \cdot n$$

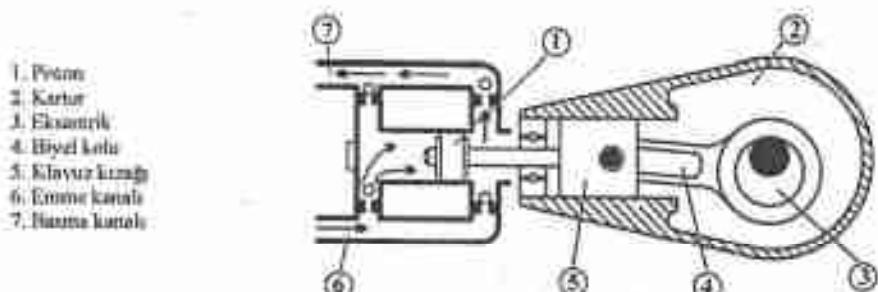
$$Q_i = \frac{\pi D^2}{4} S$$

Bu eşitliklerde yer alan (Q_i), pompa milinin bir tam devrinde elde edilecek teorik verdiyi belirtmektedir.

Tek silindirli tek etkili pompalararda sıvı, krank milinin $\frac{1}{2}$ devrinde ($0-180^\circ$) depodan emilirken diğer $\frac{1}{2}$ devrinde ($180^\circ-360^\circ$) püskürme hattına basılır (Şekil 4.8). Sıvı, yalnızca basma strokunda basıldığı için emme stroku boyunca sıvı transferi yapılamamakta ve akış kesikli olmaktadır. Akıştaki bu kesikliliği önlemek için silindir sayısının artırılması ve basma hattına bir hava deposu yerleştirilmelidir. Bazı yapımcılar pompa silindir sayısını artırmak yerine çift etkili pistonlu pompalar kullanmaktadır (Şekil 4.9). Etki bakımından tek silindirli çift etkili bir pompa ile iki silindirli tek etkili pompa eşdeğer kabul edilmektedir.



Şekil 4.8: Tek etkili pistonlu pompalarında silindir sayısına göre ortalamaya verdi.

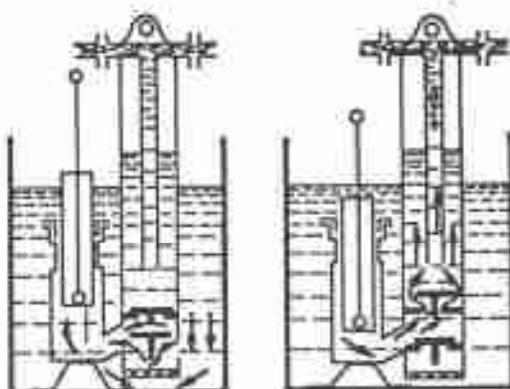


Şekil 4.9: Tek silindirli çift etkili püskürzatör pompa.

4.1.3.1.2. Plancerli pompalar

Pistonlu pompalann bir tipi olan plancerli pompalarda silindir ve piston genellikle depodaki sıvı ilacın içinde bulunur. Diğer önemli bir özellik ise piston boyunun strok uzunluğundan daha fazla olmasıdır (Şekil 4.10).

Plancerli pompalar, genellikle sırtta taşınan bahçe püverizatörlerinde kullanılmaktadır. Çalışma basıncıtan 13 bar'a kadar çıkabilmektedir.

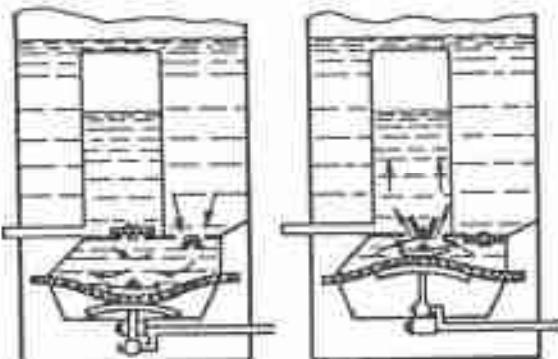


Şekil 4.10. Tek etkili plancerli pompa.

4.1.3.1.3. Membranlı pompalar

Membranlı pompalarda sıvının emilme ve basılma işlemi, çapı 10-15 cm arasında olan esnek bir membran (diyafram) yardımıyla gerçekleştirilmektedir. Kenarlarından sabitlenmiş olan membranın orta kısmı eksantrik bir mekanizmaya ileri geri hareket ettirilerek oluşturulan vakum etkisiyle depodaki sıvı emilir ve basılır (Şekil 4.11).

Tek veya çift etkili olabilen membranlı pompalar genellikle sırt püverizatörlerinde kullanılırlar. Tek etkili tiplerinde 3-5 bar, çift etkili olalarında ise 15-30 bar basınç elde edilebilmektedir. Yüksek basınçlı çift etkili membranlı pompalann güç gereksinimleri de yüksek olduğu için elle çalıştırılmaları zordur. Bu tipteki pompalar, traktör kuyruk milinden veya püverizatör üzerindeki bir motordan hareket edebilirler.



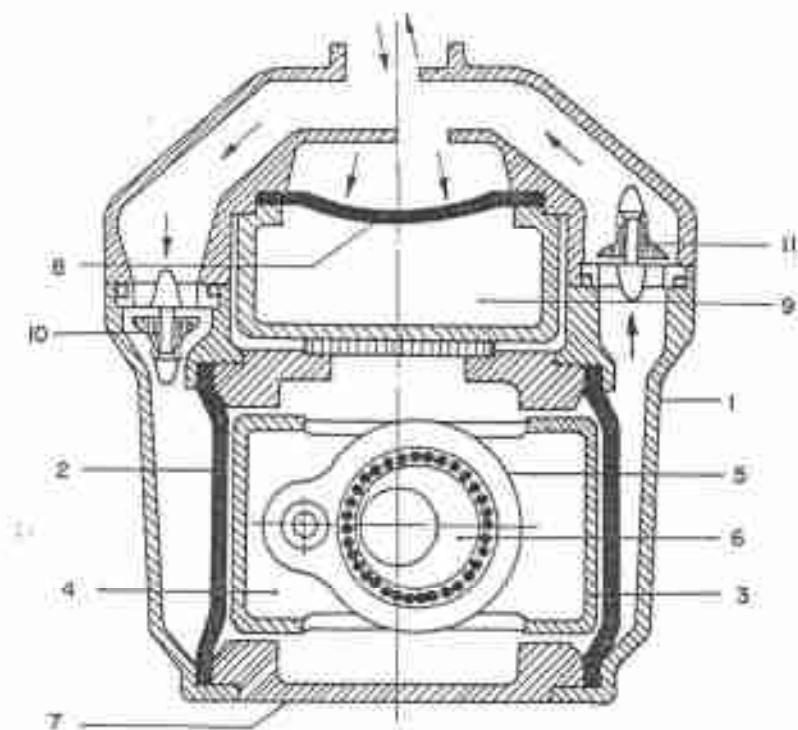
Şekil 4.11. Membranlı püplerzatör pompası.

Membranlı püplerzatör pompalarının üstün özelliği, membran haricindeki diğer hareketli parçaların ilaçlı sıvı ile temas etmemeleridir. Bu da, aşınma ve korozyon açısından oldukça önemlidir. Aşınma ve korozyon, pistonlu pompalara göre daha azdır. Ancak belirli bir kullanım süresinden sonra membran malzemesi esneklik ve dayanımını kaybettiği için membranın yenisi ile değiştirilmesi gereklidir.

4.1.3.1.4. Piston - membranlı pompalar

Çalışma prensipleri pistonlu pompalara benzeyen piston-membranlı pompalarda strok; pistonlu pompalara göre daha kısa (membran merkezinde 8-20 mm), buna karşın piston çapı (50-100 mm) ve piston mili devir sayısının pistonlu pompalara göre daha yüksektir. Günümüzde çeşitli tip püplerzatörlerde 2-6 piston membranlı pompalar kullanılmaktadır. Ventileri, silindir sayısına göre 40-150 U/min arasında değişmektedir. Basıncı ise en fazla 40 bar'a kadar çıkabilmektedir. Şekil 4.12'de piston-membranlı bir pompa kesiti görülmektedir.

Bu tip pompalarda da membranlı pompalarda olduğu gibi kullanılan membran, piston ve diğer hareketli parçaların ilaçla temasını önlemektedir. Bu nedenle özellikle ıslanabilir toz ilaçları elde edilen süspansiyon şeklindeki ilaçların aşındırma etkileri çok düşük olmaktadır. Piston, kenarlarından pompaya gövdesine sabitleştirilmiş ve ortasından ise piston başına yapıştırılmış olan kauçuk malzemeden yapılmış bir membran hareket ettirerek emme ve basma işlemini yapmaktadır. Bu pompalarda strok mesafesinin kısa tutulma nedeni, membranın yırtılmamasını sağlamak içindir. Zamanla aşınan ve yırtılan membran kolayca değiştirilebilmektedir. Piston membranlı pompalarda, çalışma basıncının artmasıyla yerde kışkırtma azalma olmaktadır. Bu nedenle yan volümétrik pompa özelliğindedirler.



- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| 1. Pompâ gövdesi, | 7. Karter kapağı, |
| 2. Küçük membran, | 8. Hava deposu membranı, |
| 3. Piston başlığı, | 9. Hava deposu, |
| 4. Piston, | 10. Emme subabı, |
| 5. Eksantrik mekanizması, | 11. Basma subabı. |
| 6. Eksantrik, | |

Şekil 4.12. Piston-membranlı pompalar.

4.1.3.2. Döner hareketli pompalar

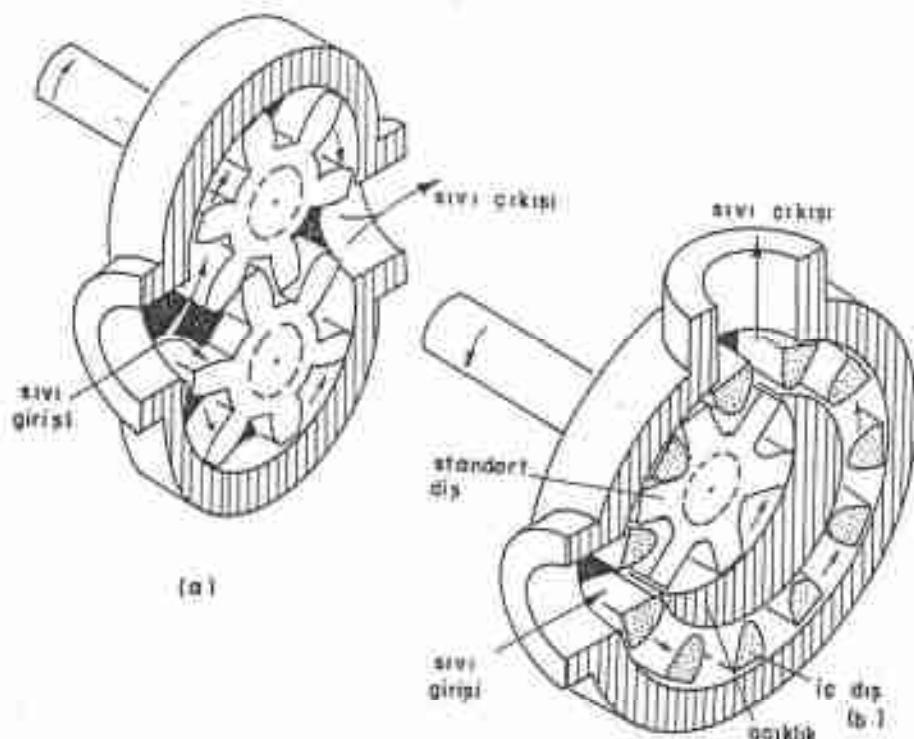
Bu tip pompalarda, sabit bir dış gövde ve bu gövde içinde döneren çalısan hareketli organlar bulunmaktadır. Sıvının emilme ve basılma işlemi, bu döner hareketli organlar yardımıyla gerçekleştirilmektedir. Alternatif hareketli pompalardaki gibi emme ve basma strokları olmadığından püverizasyonda kesiklilik oluşmaz. Bu nedenle döner hareketli pompalarda bir hava deposuna gerek duyulmamaktadır. Bu tip pompalar, yüksek basınçlara gerek duyulmayan ilaç uygulamalarında, alternatif hareketli pompalara tercih edilirler.

4.1.3.2.1. Dişli pompalar

Dişli pompalar, genellikle düşük hacimli (LV) uygulama yapan pülverizatörlerde kullanılmaktadır. Dıştan dişli tip ve içten dişli tip olmak üzere iki tipi bulunmaktadır (Şekil 4.13).

Dıştan dişli pompalarda sabit diş kap (stator) içerisinde eşit büyüklükte iki diş vardır. Bu dişlerin dişleri uzun olup diş kap ile aralarındaki boşluk çok azdır. Hareket, dişlerden birine verilmektedir. Giriş deligidinden pompaya gelen ilaq, diş aralığıyla diş kap arasında kalan hacimlerde taşınarak çıkış deligidinden dışarı basılır.

İçten dişli pompada ise stator iç yüzeyinde sabit ve büyük bir diş, merkezde ise hareketli bir diş vardır. Sıvı giriş deligidinden içeri giren sıvı, hareketli dişinin pompalama etkisiyle çıkış deligidinden basma hattına basılmaktadır.



Şekil 4.13. Dişli pompalar (a. Dıştan dişli ; b. İçten dişli).

Bu tip pompaların dışlarında ve stator iç yüzeyinde meydana gelecek aşınmalar, pompanın etkinliğini önemli derecede azaltmaktadır. Bundan dolayı, dişli tip pompalarda ıslanabilir toz ilaçlar (WP) veya iyi filtre edilmeyen ve içerisinde ağındırıcı parfümler bulunan su ile hazırlanmış sıvı ilaçların püskürtülmemesine çalışılmalıdır.

Dişli tip püplerizatör pompalarında, 5-200 L/min sıvı verisi ve 1.5-7 bar'a kadar basınç elde edilebilmektedir. Bu tip pompaların yapımında, genellikle paslanmaz çelik ve pirinç gibi malzemeler kullanılmakta olup bazı yapımcılar naylon kökenli malzemelenden de dişli pompalar imal etmektedirler.

Dişli dişli pompalarda pompa verisi aşağıdaki eşitlikten hesaplanabilir:

$$Q = \pi d_s h b n \eta,$$

Burada;

- Q : Pompa verisi (L/min),
- d_s : Dişlerin bölüm dairesi çapı (dm),
- h : Diş yüksekliği (dm),
- b : Diş genişliği (dm),
- n : Dişli devir sayısı (1/min),
- η : Pompa verimi (%)'dır.

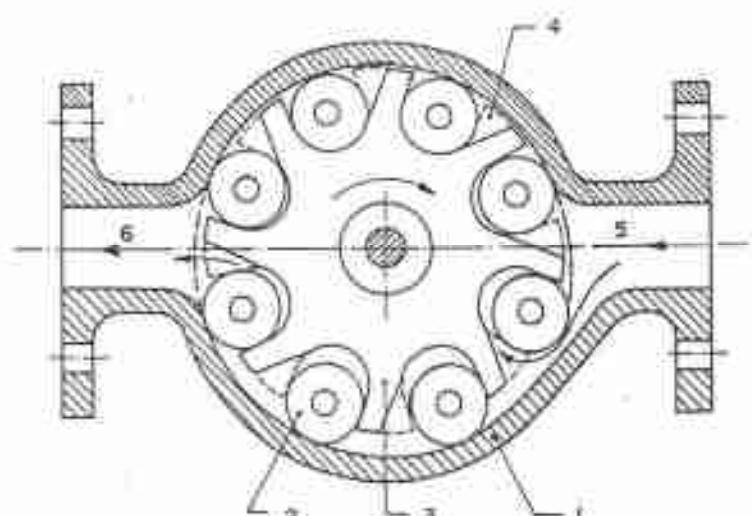
4.1.3.2.2. Rulolu pompalar

Bu tip pompalar, içi silindir şeklinde bir pompa gövdesi (stator) ile bu silindirin içine eksantrik olarak yerleştirilmiş bir rotordan oluşmaktadır. Rotor üzerinde, eşit aralıklarla açılmış genellikle 5 - 8 adet oyuk ile bu oyuklara yerleştirilmiş silindir şeklinde rulolar mevcuttur (Şekil 4.14). Şekilde görüldüğü gibi rotor okla gösterilen yönde döndüğünde, merkezkaç kuvvetinin etkisiyle stator iç yüzeyine ilen ruloların yuvasına ilaç dolmakta ve eksantrik nedeniyile rulolar statora sürünerek yerlerine oturtulmaya zorlandığı için, rulo yuvasına dolan sıvı ilaç basma hattına doğru besinlenmektedir.

Rulolar genellikle naylon, teflon veya kauçuktan yapılmaktadır. Naylon ve teflon malzemeler çoğu pestisitlerin kimyasal etkilerine dayanıklıdır. Kauçuk rulolar ise ıslanabilir toz ilaçlarla hazırlanan süspansiyonların püplerizasyonu için daha uygunlardır. Aşınan rulolar yenileyile kolejce değiştirilebilirler. Pompa gövdesi ise demir döküm veya korozya dayamıklı krom-nikel malzemeden yapılmaktadır.

Bu pompalar herhangi bir transmisyonla gerek kalmadan doğrudan traktör kuyruk miline bağlanabilmekte ve 540 veya 1000 1/min standart devirlerinde çalışabilmektedirler. Pompaların çalışma devri arttıkça verdisi artmakte; ancak ömrü kısalmaktadır. Bu tip pompaların verdileri 20-140 L/min, basınçları ise 20 bar kadardır.

Rulolu pompalarda basınç arttıkça iç kaçaklar meydana geldiğinden, verdi önləmli miktarda azalmaktadır (Çizelge 4.5). Bundan dolayı, bu tip pompalar da yan volumetrik pompalar sınıfına girmektedirler. Rulolu pompalar genellikle küçük depo kapasiteli tarla pülverizatörlerinde kullanılır.



1. Stator
2. Ruler
3. Rotor
4. Sealing rings
5. Liquid inlet
6. Liquid outlet

Şekil 4.14. Rulolu pompa.

Çizelge 4.5. Rulolu pompalarda çalışma basıncı ve rotor devri sayısına bağlı olarak verdi (L/min) değişimleri.

Rotor devri sayısı (1/min)	Çalışma basıncı (bar)				
	1	2	5	10	15
200	13	-	4	2	0
360	25	-	20	15	8
540	-	40	30	25	10

Rulolu pompalarda rotorun bir tam devrinde sadece edilebilecek teorik verdi aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanabilmektedir:

$$Q = \pi L n n_v \left(2.6 R - \frac{r^2 z}{2} \right)$$

Burada;

Q : Rulolu pompanın verdisi (L/min),

L : Rotor genişliği=rulo uzunluğu (dm),

e : Rotor ile silindir merkezleri arasındaki düşey mesafe
(eksentrilik) (dm),

R : Stator iç yarıçapı (dm),

r : Rulo yarıçapı (dm),

z : Rulo sayısı (adet),

n_{v_0} : Volümetrik verim (0.90),

n : Rotor devir sayısı (1/min)'dır.

4.1.3.2.3. Paletli pompalar

Paletli pompalar yapım ve çalışma özelliklerini yönünden rulolu pompalara çok benzerler. Bu pompalarda ruloların yerini dikdörtgen prizma şeklindeki paletler almıştır. Şekil 4.15' de görüldüğü gibi basit bir paletli pumpa; sabit bir gövde (stator), merkezden kaçık olarak yerleştirilmiş bir rotor ve bu rotor üzerindeki yuvalara yerleştirilmiş paletlerden oluşmaktadır. Paletler rotor üzerine açılmış yuvalarda okşenleri dojrtusunda kayarak yer değiştirmekte ve stator iç yüzeyine sürünenerek çalışmaktadır. Rotor ile stator arasında paletlerle bölünmüş hacimlere dolan sıvı, rotorun dönmesyle hacimsel olarak süpürülmemekte ve basma hattına basılmaktadır. Paletlerin alt taraflarına yerleştirilen yaylar ve dörme hareketinden dolayı oluşan merkezkaç kuvvet, paletleri statora doğru ittiği için, palette stator arasında sıvı kaçaklan olmamaktadır. Ancak, yüksek basınçlıda kaçaklar oluşabilemeye ve basınç arttıkça verdiye kısmen bir azalma olabilmektedir. Bu pompalar, düşük devirlerde daha uygun çalışmaktadır.

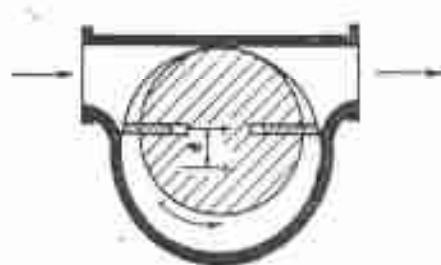
Palet sayısına bağlı olarak bu tip pompalann verdileri aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanabilmektedir.

$$Q = K \cdot L \cdot D \cdot e \cdot n$$

Burada;

- Q : Pompası verdisi (L/min),
- K : Palet sayısına bağlı katsayı,
- L : Palet uzunluğu (dm),
- D : Stator çapı (dm),
- e : Eksantirilik (dm),
- n : Rotor devir sayısı ($1/min$)'dır.

Eşitlikte yer alan K katsayısı palet sayısına bağlı olarak Çizelge 4.6'da bulunabilir.



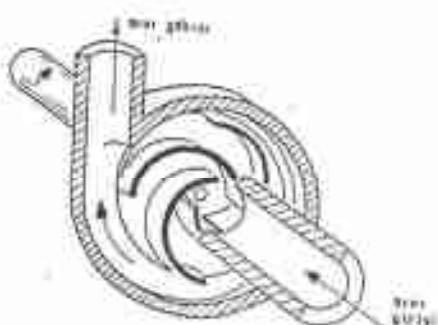
Sekil 4.15. Paletli pompa.

Çizelge 4.6. Paletli pompalarda palet sayısına bağlı olarak K katsayısı değerleri.

Palet sayısı (adet)	3	5	7	9
K katsayısı	5.2	5.85	6.1	6.15

4.1.3.2.4. Santrifij pompalar

Santrifij pompalar tek sarmalı salyangoz kabuğu şeklinde sabit bir dış gövde ile içinde dönen pallı veya kanatlı bir çarktan oluşur (Şekil 4.16). Sıvı, dönen çarkın merkezinde oluşan vakum etkisiyle çarkın merkezinden salyangoz gövde içeresine alınmakta ve dönen çark kanatlarının yarattığı merkezkaç kuvvetinin etkisiyle hareket ettinlerek hız ve kinetik enerji kazanmaktadır. Sıvı ilaç, kazanmış olduğu bu kinetik enerji yardımıyla çıkış ağzından hızla basılmaktadır.



Şekil 4.16. Santrifüj pompa.

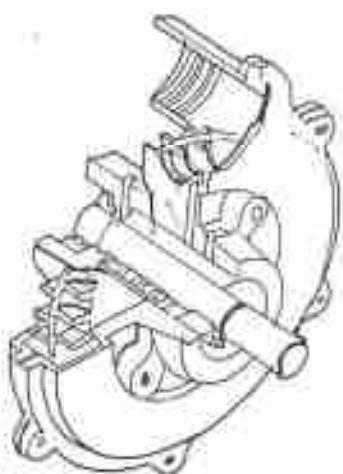
Santrifüj pompalar, yüksek hacimli fakat düşük basınçlı uygulamalar için oldukça uygunlardır. Bu tip pompalarda 500 L/min 'e kadar verdi sağlanabilmektedir. Santrifüj pompalar 5 bar basınç'a kadar kullanılabilmektedirler. Ancak, çalışma basıncı $2.5 - 3 \text{ bar}$ 'ı geçtiği durumda pompa verisi hızla azalmaktadır. Pompa tarafından sağlanan basınç, pompa devir sayısının karesiyle orantılı olduğundan, pompa devir sayısı arttıkça basınç artmaktadır. Ancak, pompanın güç gereklisini de devir sayısının küpü ile orantılı olarak artmaktadır. Bu nedenle, daha yüksek basınçla çalışılması gereken durumlarda kademeli tip santrifüj pompalar kullanılmalıdır.

Bu tip pompalarla viskoz sıvılar, islanabilir toz formülasyonları ve asındırıcı materyaller pompalanabilmektedir. Bu pompalar, $1000-5000 \text{ l/min}$ gibi yüksek devirlerde çalışmadıkten sonra doğrudan traktör kuynuk miline bağlanılmamakta ve bir devir yükseltici ünite ile ihtiyaç duyulan devir sayılarında çalıştırılmaktadır.

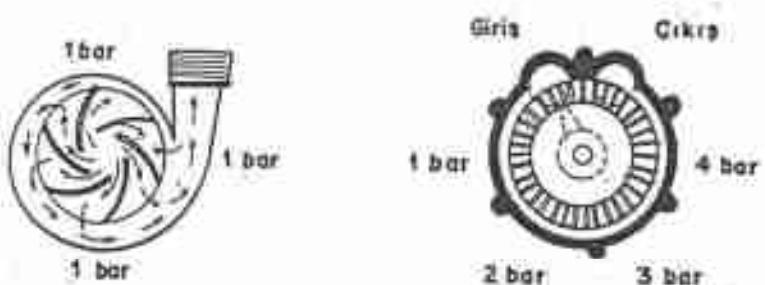
4.1.3.2.5. Türbin pompalar

Türbin tipi pompalar yapı ve çalışma özelliklerinden açısqan santrifüj pompalarla benzerler. Aralarındaki en önemli farklılık çark yapısıdır. Bu pompaların çarkı, düz bir diskin kenarlarının her iki yüzüne, şaşırımlı olarak kanallar açılarak yapılmıştır. Türbin pompalar santrifüj pompalara göre daha yüksek basınç sağlayabilmektedir. Şekil 4.17'de bir türbin pompa görülmektedir.

Türbin ve santrifüj pompaların arasındaki diğer bir farklılık, salyangozun çeşitli noktalardında sıvinin kazandığı basınçla ilgilidir. Santrifüj pompalarda bu basıncın değeri hemen hemen aynı iken, türbin pompalarda salyangozun çıkış ağızına yaklaştıkça basınç artmaktadır (Şekil 4.18).



Şekil 4.17. Turbin pompa.



Şekil 4.18. Turbin ve santrifüj pompalarında salyangoz içindedeki basınç değişimi.

4.1.3.3. Pülverizatörlerde pompa seçimi

Pülverizatörlerde kullanılacak pompa tipi seçiliğen, ilaçlama koşullarına uygun verdi ve basıncı sağlamaına dikkat edilmelidir. Gereğinden daha az verdi veya basınç sağlayan bir pompa ile yeterli etkinlikte bir ilaçlama yapılamaz. Buna karşın, gereğinden daha büyük kapasiteli bir pompa seçilmesi ise hem kendisi ve hem de donanımları daha pahalı olacağından maliyet yükselecektir. Aynı zamanda, büyük kapasiteli pompanın daha fazla güç tüketeceği de göz önünde bulundurulmalıdır.

İlaç uygulamalarında gereklili olan sıvı basıncı, uygulama alanına ve pülvirizatör tipine bağlı olarak değişebilmektedir. Örneğin otomatik sırt pülvirizatörleriyle bahçe ilaçlamalarında 4 - 6 bar basınç yeterli iken, aynı amaçla kullanılan diğer sırt pülvirizatörlerinde 3.5 - 12.5 bar basınçlı pompalar uygun bir pülvirizasyon için gereklili olabilmektedir. Yine, bahçe ilaçlamalarında uygulama hacimleri ve gereksinim duyulan basınçlar, tarla bitkilerine oranla daha yüksektir. Bu nedenle bahçe pülvirizatörlerinde kullanılabilecek pompanın sağlaması gereken basınç ve verdiği değerleri de daha yüksek olmak zorundadır. Tarla pülvirizatörlerinde kullanılabilecek pompanın basınç değerleri, membe verdisine bağlı olarak değişebilmektedir. Bu değişim Çizege 4.7' de görülmektedir.

Çizege 4.7. Tarla pülvirizatörlerinde membe verdisine bağlı olarak - gereklili pompa basıncı değerleri.

Meme verdisi (L/min)	Pompa basıncı (bar)
3.6-8	14-18
16	25
24	28
30-54	42-70

Pompa karakteristikleri içinde yer alan verdiği ve basınç, pülvirizasyonu doğrudan etkileyen iki önemli faktördür. Pompanın bu iki karakteristik özelliğinin birbirleriyle olan ilişkisinin iyi bilinmesi, uygun bir pompa tipi seçiminde yararı olacaktır. Örneğin, düşük basınç ve yüksek sıvı verdisi gereklili ise santrifüj pompa seçmek daha uygundur.

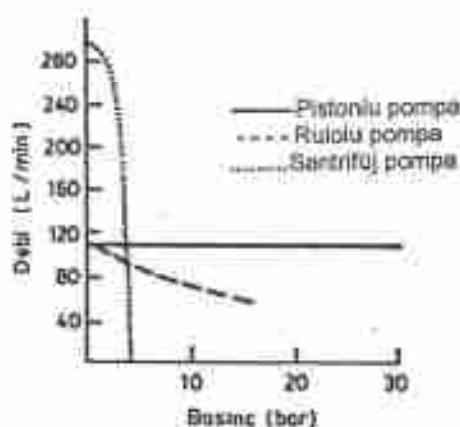
Bu açıklamalar doğrultusunda pülvirizatörlerde uygun pompa seçiminde dikkate alınması gereken kriterler aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Pülvirizatörde uygulanacak en büyük ilaç nohutu,
- Pülvirizatörün iş genişliği,
- Pülvirizatördeki membe sayısı ve membe büyüklüğü,
- Pülvirizatörün ilerleme hızı,
- Depo içindeki kanıtirma şekli,
- Pülvirizatör tipi ve büyütülüğü,
- Uygulanacak sıvı formülasyonu tipi dir,

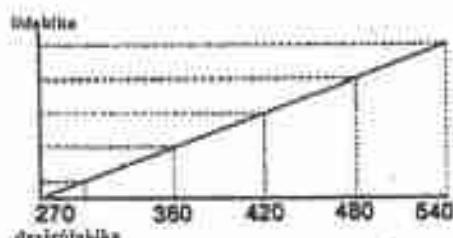
Bu kriterlere göre gereksinim duyulan pompa verdisi ve basıncını sağlayacak uygun pompanın seçilebilmesi için pompa karakteristiklerinin de çok iyi bilinmesi gereklidir. Bu karakteristikler pompa denemeleri yapılarak elde edilmektedir. Pompalar farklı devirlerde ve farklı basınçlarında çalıştırılarak;

- Pompa devir sayısı – verdiği ilişkisi,
- Basınç – verdiği ilişkisi,

gibi karakteristikler ortaya konulmaktadır. Ayrıca, devir sayısı ve basıncı bağlı olarak hidrolik güç, fren gücü ve toplam verim değerleri de belirlenmektedir. Şekil 4.19'da pistonlu, rulolu ve santrifüj pompaların basınç-verdi ilişkileri, Şekil 4.20'de ise pistonlu bir pompada devir sayısı-verdi ilişkisi görülmektedir.



Şekil 4.19. Pistonlu, rulolu ve santrifüj pompaların basınç-verdi ilişkisi.



Şekil 4.20. Pistonlu pompalarda devir sayısı-verdi ilişkisi.

Herhangi bir pülverizatörün toplam verdisi ile ilaç normu, llerleme hızı ve iş genişliği arasında aşağıdaki gibi bir ilişki vardır.

$$Q = \frac{VBN}{600}$$

Burada;

- Q : Toplam pülverizatör verdisi (L/min),
- V : llerleme hızı (km/h),
- B : İş genişliği (m),
- N : İstenen ilaç normu (L/ha)'dır.

İş genişliği (B), meme aralığı (m) ile meme sayısı (n) çarpımına eşittir.
Kısaca;

$$B = m \cdot n^2 \text{ dir.}$$

Toplam pülverizatör verdisi hesaplamak için kullanılan eşitlik;

$$N = \frac{Q \cdot 600}{VB}$$

şeklinde de yazılabilir. Bu eşitlikte görüldüğü gibi birim alana atılacak ilaç miktarı (norm), pülverizatör verdisi ile doğru, ilerleme hızı ve iş genişliği ile ters olarak değişmektedir. Toplam pülverizatör verdisi sabit iken ilerleme hızı veya iş genişliği erteğinde birim alana atılacak ilaç miktarı azalacaktır.

Pülverizatöre seçilecek pompanın sağlanması gereken verdi degen, pülverizasyon sırasında püskürtülecek sıvı ile hidrolik kanstırıcı için gerekli olan sıvı miktarının toplamından olumluşmaktadır. Deha önce belirtildiği gibi hidrolik kanstırımeda, her 100 L depo hacmi için 3-10 L/min sıvı verdisi önerilmektedir.

4.1.3.4. Pülverizatör pompalarının güç gereksinimi

Pülverizatör pompalarının gereksinim duyduğu güç, pompanın verdisine ve sıvıya kazandırılması gereken basınca bağlıdır. Pompalarda güç, hidrolik ve fren gücü olarak hesaplanmaktadır. Hidrolik güç aşağıdaki eşitlikten hesaplanabilmektedir.

$$HG = \frac{Q \cdot H_m \cdot \gamma}{800}$$

Burada;

HG : Hidrolik güç (kW),

Q : Efektif pompa verdisi (L/min),

H_m : Pompa çalışma basıncı (manometrik yük)(bar).

γ : Deneme sıvısının yoğunluğu (kg/dm^3)'dur.

Yukarıdaki hidrolik gücün alınabilmesi için pompa miline verilmesi gereken güç (fren gücü) ise;

$$FG = \frac{M_p n}{9550}$$

eşitliğiyle hesaplanabilir. Burada:

- FG : Pren gücü (kW),
- M_p : Pompa mili dönmə momenti (Nm),
- n : Pompa mili devir sayısı (1/min)'dır.

Verim, volumetrik ve toplam verim olarak aşağıdaki eşitlikler hesaplanmaktadır:

$$\eta_v = \frac{Q_e}{Q_t} \cdot 100$$

$$\eta_t = \frac{HG}{FG} \cdot 100$$

Bu eşitlikte;

- η_v : Volumetrik verim (%),
- Q_e : Efektif verdi (L/min),
- Q_t : Teorik verdi (L/min),
- η_t : Toplam verim (%)'dır.

Pompa tarafından sıvıya kazandırılması gereken basınç, püskürme sisteminde yer alan subap, vana, hortum, dirsek vb. parçalardan ötürü ortaya çıkan basınç kayıpının karşılayabilecek değerde olmalıdır. Ayrıca, çalışma sırasında meydana gelebilecek aşırı yüklenmeleri de karşılayabilmedir.

4.1.3.5. Pülverizatör pompalarının karşılaştırılması:

Pülverizatör pompalarının çeşitli yönlerden karşılaştırılmasına ilişkin bilgiler Çizelge 4.8'de verilmiştir.

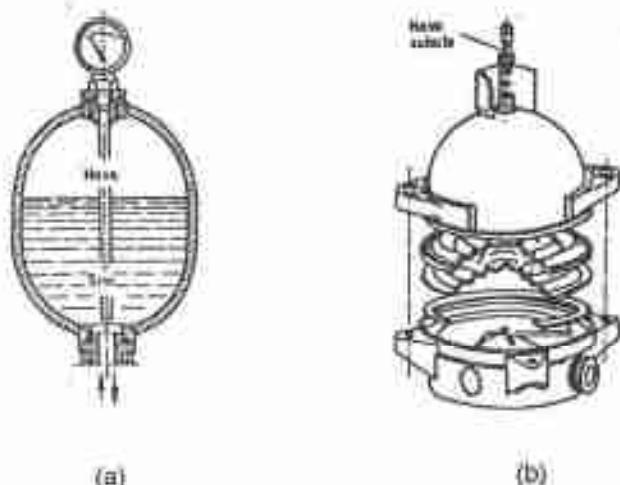
Cizelge 4.8. Pilverizatör pompalarının karşılaştırılması.

Pompa tipi	Rulolu pompa	Pistonlu pompa	Platon - membranlı pompa	Santilij ve türbin pompa
Verdi Verdi	Düşük basınçta yüksek verdi nesiller. Basınç arttıkça verdi azalır.	Verdi basınçta değişmez. Verdiyi artırmak için devir seviyesini artırmak yemene silindir sayısını veya dilçülerini artırılmalıdır.	Basınçta arttıkça verdi artırmak azalır. Deão kayısı artırılarak verdi artırılabilir.	Düşük basınçta yüksek verdi nesiller. Basınç arttıkça verdi hızla azalır.
Basing Montaj durumu	0-15 bar. Doğrudan kuyruk mühüre bağlanabilir.	Devir düşürmek için redüksiyon gereklidir.	0-20 bar. Doğrudan kuyruk mühüre bağlanabilir.	0-5 bar Devir yok. Düşürmek için kuyuk- kastıha sistemine ihtiyac vardır.
Dayanıklılık gerekçisi	Rulalam sık değiştirilmesi gerekçisi. Orta kusatır.	Uzun ömrüdür. Şüpüp yuvaları sık sık kullanılır.	Olyphant ömrü önemlidir	Üzün ömrüdür.
Fiyat	Ucuz.	Pahalı.	Rulolu pomptan pahalı, pistonlu pompadan daha ucuztur.	Ücüz.
Kullanım yeri	Telonabilir toz makyar çubuk aspındırular. Koçılık kapasiteli tarla pilverizatörlerinde kullanılır.	Yüksek basınç gerektiren bahçe- polverizatörlerinde kullanılır.	Bahçe ve tarla pilverizatörlerinde kullanılabilir.	Tüm formlüasyonlarda, düşük basınçlı pilverizatörlerde kullanılır.
Üstündük üstündük	Az yer işgal eder. Düşük basınçta verdi fazadır. Depo doldurulma çebukluk sağlar. Ucuzdur.	Yüksek basınç gerektirme ve basınç arttıkça verdiinin sabit kalması bir esteniktür. Bakımı pahaldır.	Hır turu kordon maddelerin basınçlandırılmışında kullanılır. Bakımı ucuzdur.	Rulolu pompa ya benzetir üstündüğü vardır. Ayrıca tamirler kolay ve ucuztur.
Sistemler sistemler	Sadece düşük basınç gerektiren uygulamalarda kullanılır. Bazı ilaçlar rulolen çubuk sindirimler.	Fiyatı pahaldır.	Yeterli verdiinin sağlanması için çok sınırlıdır. Yenilikçi gerçekleşmedi.	Yüksek basınç sağlayamaz. Yeterli basınç için kordonel çarkları ihtiyac varılır.

4.1.4. Hava deposu

Püplerizatörlerde alternatif hareketli pompalar kullanıldığında, ilaq yalnızca basma strokunda basıldığı için püplerizasyonda kesiklilik oluşmaktadır. Bu kesiklilik, silindir sayısı artırılarak ve basma hattına mutlaka bir hava deposu yerleştirilerek giderilebilmektedir.

Hava deposu, tek giriş ve tek çıkış desigi bulunan içi boş kapali bir kap şeklindedir (Şekil 4.21.a). Hava deposunun diğer bir tipinde ise depo hacmi esnek bir membran yardımıyla ortadan iki bölmeye ayrılmıştır. Ort kısımındaki bölmeye bir subap yardımıyla basınçlı hava doldurulur. Membranın alt yüzeyindeki hacim ise püskürtilecek sıvının girip çıktığı bölümdür (Şekil 4.21.b). Hava deposunun ilk tipinde sıvı ile hava birbiriley temas ederken, membranlı tipinde orta kısımındaki membran nedeniyle bu temas önlenmektedir. Böylece, püplerizasyon sırasında püskürtme sistemi hava kağıması veya havanın sıvı içinde eriyerek eksilmesi önlenmektedir.



Şekil 4.21. Hava deposu tipleri.

Hava deposu basma hattı izerine pompadan sonra yerleştirilir. Pompmanın basma strokunda bastırılan sıvının bir kısmını hava deposunun içine girebilir. İçeri giren sıvı nedeniyle içerdeki hava hacmi azalır ve basınç artar. Basma hattına gönderilen sıvı basıncı, hava deposu içine giren sıvıdan dolayı sıkışan havanın sıvı üzerine uyguladığı basıncı eşit oluncaya kadar hava deposuna sıvı girişi devam eder. Pompmanın emme strokunda basma hattına sıvı basılmadığı için, sistemdeki basınç azalmaya başlar. Bu sırada, hava deposunda sıkışmış ve basınçlanılmış havanın genleşme etkisiyle buradaki sıvı basma hattına basılarak püplerizasyon sırasında basınç dalgalanması ve sıvının kesikli püskürtülmesi önlenmemiştir.

Püverizatörlerde kullanılacak hava deposunun büyüklüğü kullanılan pompanın tipine bağlı olarak değişir. En küçük hava deposu hacmi aşağıdaki eşitliklerle hesaplanır;

$$V_e = 55V_s \quad \text{Tek silindirli tek etkili}$$

$$V_e = 21V_s \quad \text{Tek silindirli çift etkili}$$

Burada;

V_e = En küçük hava deposu hacmi (L),

V_s = Pompanın bir devrindeki vendisi (pompa strok hacmi) (L) dir.

Genel olarak hava deposunun $0.2 \cdot V_e$ 'lik kısmının su ile dolu olması istenir. Bu önlem, depo içindeki havanın su ile taşınmaması içindir. Buna göre, tek silindirli tek etkili bir pompada hava deposu hacmi;

$$V_{hd} = V_e + 0.2V_e = 1.2V_e = 1.2 \cdot 55V_s = 66V_s \text{ dir.}$$

Çok silindirli ve strok hacmi küçük olan piston membranlı pompalarda hava deposu hacmi çok küçüktür. Yeni tip püverizatörlerde genellikle membranlı tip hava depolan kullanılmaktadır.

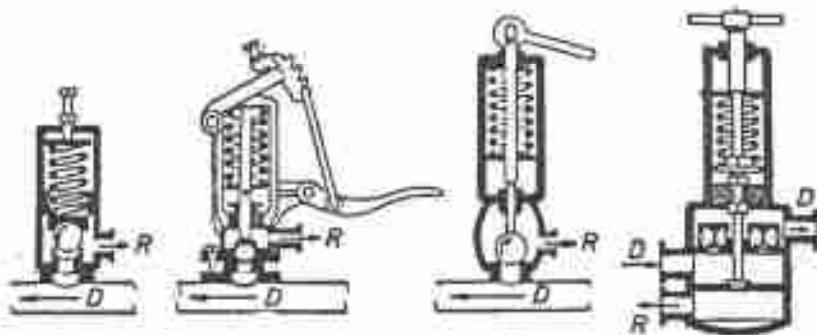
Membranlı tip hava deposunda, membran üzerinde kalan hava böimesi içindeki havanın basıncı, çalışma basıncına göre ayarlanarak hem diyaframin ömrü uzatılmakta, hem de daha kesintisiz bir akış sağlanabilmektedir. Membranlı tip hava deposunda çalışma basıncına göre sağlanması gereken hava basıncı değerleri Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Membranlı tip hava deposunda çalışma basıncına göre sağlanması gereken hava basıncı değerleri.

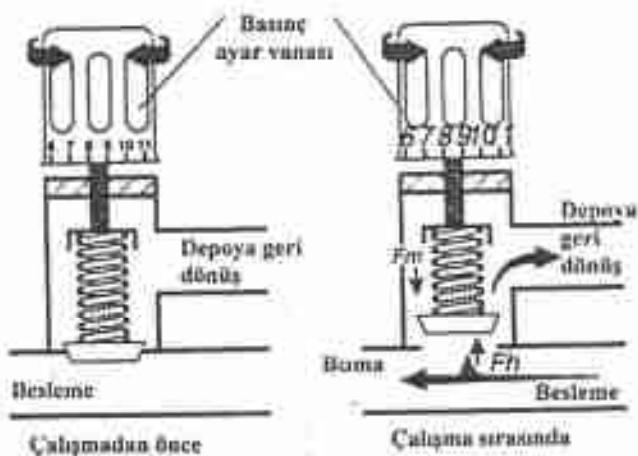
Çalışma basıncı (bar)	Hava deposu iç basıncı (bar)
0 - 5	1.5
5-10	3.0
10-15	5.0
15-20	6.0
20-30	7.0
>30	8.0

4.1.5. Basınç regülatörü ve manometre

Püskürtmelerde çıkışma basıncının sabit tutulabilmesi için bir regülatöre gereksinim duyumaktadır. Regülatörler çeşitli tiplerde olabilirler. Genellikle basıncı ayarlayabilen bir helenon yay ile plaka veya bilye şeklindeki bir subaptaan oluşturmaktadır. Bilye veya plaka üzerindeki yay basıncı, bir vana ya da bir menivelə kolu ile değişirerek çalışma basıncı, istenilen deşerde sabit tutulabilmektedir. Pompmanın sıvıya kazandırdığı basınç, bilye veya plaka üzerindeki yay basıncından daha küçük olduğu sürece sıvı doğrudan basma hattına geçer. Ancak sıvı basıncı yay basıncını aştığında, subap açılmakta ve fazla basıncı yeratan miktarda sıvı geri dönüş hattı ile tekrar ilaç deposuna gönderilmektedir. Depoya geri dönen bu basınlı sıvı, aynı zamanda hidrolik karıştırıcı görevi yapmaktadır. Şekil 4.22'de basınç regülatörleri tipleri, Şekil 4.23'de ise bir basınç regülatörünün çalışma prensibi görülmektedir.



Şekil 4.22. Basınç regülatörü tipleri.



Şekil 4.23. Basınç regülatörü çalışma prensibi.

Basınç regülatörü üzerindeki vana veya manivela ile yay sıkıştırıldığça, sıvının subabı iterek depoya geri dömmesi zorlaşılmaktır ve depoya giden sıvı miktarı azaldığı için çalışma basıncı ve püskürtme borusu verdienen artmaktadır. Şekil 4.23' de görüldüğü gibi plaka, yayın baskı kuvveti (F_m) ile kanşımın basıncından kaynaklanan hidrolik kuvvet (F_s) olarak iki zıt gücün etkisinde kalmaktadır. F_m ile F_s arasındaki dengeye göre çalışma basıncı ve buna bağlı olarak püskürtme sistemi vendisi değişmektedir.

Pülverizasyon sırasında sistemin çalışma basıncını kontrol edebilmek için iyi bir manometre (basınç göstergesi) gereklidir. Pülverizatörlerde basınç aralıkları farklı olan çeşitli tip manometreler kullanılır. Tariha pülvenzatörlerinde düşük basınçları, bahçe pülverizatörlerinde ise yüksek basınçları ölçebilen manometreler kullanılmaktadır.

Manometrelerin ibresi, gerek düzgün olmayan bozuk zeminli arazilerde çalışırken, gereksiz pompanın ve hava deposunun çalışma rejiminden kaynaklanan basınç değişimleri nedeniyle titrer. İbrenin sağlam titremesi basıncın doğru olarak okunmasını engeller. Bu titresimi gidermek amacıyla genel olarak göstergenin içi sıvı gliserinle doldurulur. Gliserin aynı zamanda manometrenin ölçme mekanizmasını aşınmaya, korozyona ve hava nemi dolayısıyla oluşacak yoğunlaşma karşı da korur. Şekil 4.24' de çeşitli tip manometreler görülmektedir.



Şekil 4.24. Çeşitli manometre tipleri.

Şekil 4.24' de görüldüğü gibi bazı manometrelerin skalası sıkıştırılmış olarak düzenlenebilir. Tıra ilaçlamalarında önerilen çalışma basıncı genellikle 2-5 bar arasındadır. Bu nedenle manometre skalarasında 0-5 bar basınç aralığı skalanın 2/3' ünү işgal ederken, son 1/3' İOK kısmı ise skalada sıkıştırılmış olarak 6-25 bar basınç aralıklarını göstermektedir.

Manometreler \pm % 2,5 hassasiyetle ölçüm yapabilmelidirler. Ayrıca pülverizatör üzerine basıncın en iyi okunabileceği şekilde yerleştirilmelidir. Pülverizatörlerde en çok arızalandan parçalardan birisi manometre olduğundan basıncı doğru olarak göstermeleri için belirli çalışma sürelerinde test edilmeleri gereklidir.

4.1.6. Pülverizatörlerde kullanılan boru ve hortumlar

Pülverizatörlerde, depodaki sıvı ilaçın püskürme sistemine iletilmesi için çeşitli çap ve uzunlukta düz hortum ve borular kullanılmaktadır. Bunlar, püskürme sistemindede aşırı basınçlara dayanabilecek kadar sağlam olmalı ve güneş ışığına, yağ ve korozif özellikteki kimyasal ilaçlara karşı dayanıklı olmalıdır. Hortumlar genellikle kauçuk veya plastik malzemeden yapılmalıdır.

Sıvı basıncı, pülverizatör üzerindeki farklı noktalarda değişiklik gösterir. Bu hortumların seçiminde; tasarım, yapıldığı malzeme ve ölçüsü gibi özelliklerden de göz önünde bulundurulmalıdır. Pülverizatör basma hattında ortalamaya basınçtan daha yüksek olan aşın basınçlar oluşabilmektedir. Bu aşın basınçlar genellikle püskürme çubuğu (bum) kapatıldığı zaman oluşur.

Hortumlar ve bağlantıları iyi durumda olması son derece önemlidir. Bu durum, olası bir kırılma veya çatlamayı ve ayrıca operatörü bu kırık ve çatlaklardan püskürtilecek ilaça karşı koruyacaktır. Emme hortumlarında basınç olmadığından çatlamaazlar. Fakat eğer girişler tikanırsa katlanıp büküllerler. Hortumun katlanması veya bükülmesi akışı sınırlar ve pompaya sıvı akışını durdurur. Bu durum, pompa verdirisinin azalmasına ve pompaya zarar verilmesine neden olur. Bundan dolayı bükülmeyi ve katlanmayı önlemek için özel olarak kuvvetlendirilmiş emme hattı hortumları kullanılmalıdır.

Sıvılar bir hortum içerisinde basınçlandırıldığında sıvı ve hortum iç yüzeyi arasındaki sürtünmeden dolayı her zaman belirli bir miktarda basınç düşümü olacaktır. Küçük bir hortum içerisinde yüksek hacimde bir sıvı akmeye zorlandığında, aşın bir basınç düşümü meydana gelir. Uygun hortum ölçüsü, pülverizatörün büyüklüğü ve uygulama normuna bağlı olarak değişir.

Bağlantı sayısının azaltılması, hortumların olabildiğince kısa ve düzgün olması püskürme hattındaki basınç düşümünü minimuma indirir. Çeşitli pompa verdileri için önerilen hortum ölçüleri Çizelge 4.10' da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Çeşitli pompa verdileri için önerilen hortum ölçülerü.

Pompa verdişi (L/min)	Hortum ölçüsü (cm)	
	Emme	Basma
0 - 3.9	1.25	0.6
4 - 11.9	1.25	1.0
12 - 24.9	2.0	1.5
25 - 49.9	2.0	1.5
50 - 99.9	2.5	2.0
100 - 199.9	3.0	2.5
200 - 400	4.0	3.0

Pülverizatör hortumlarının uzunluğu arttıkça, içinden geçen basınçlı sıvının karşılaştığı direnç ve buna bağlı olarak basınç düşüşü büyür. İç çapları 6 mm (1/4") ile 40 mm (1½") arasında değişen çeşitli hortumların 10 metre içinde sıvı debisine bağlı olarak meydana gelebilecek basınç düşümleri Çizelge 4.11'de verilmiştir. Bu çizelgede koyu işaretli olarak yazılanlarla bulanın üzerinde kalan değerler, alt oldukça hortum için uygun kabul edilen çalışma sınırlarını belirtmektedir. Örneğin, iç çapı 11 mm olan bir hortumun 8 L/min ve daha az verdilerde çalışmaya uygun olduğu görülebilir.

4.1.7. Filtreler (Süzgeçler)

Süzgeçler, sıvı ilaç içerisinde çözünmemiş katı parçacıklar, kum, toprak ve diğer yabancı materyalleri ayırarak pompayı aşımaya karşı memeleri ise hem aşınma hem de tikanmaya karşı korurlar. Suzgeçler genellikle pülverizatör üzerinde dört yerde kullanılmaktadır:

- Depo doldurma ağızı süzgeci ,
- Emme süzgeçleri,
- Püskürtme hatı süzgeçleri ve
- Meme süzgeçleridir.

Depo doldurma ağızı süzgeci, diğer süzgeçlere göre daha büyük delikli olup depo doldurulurken ince dal, yaprak ve diğer yabancı materyal gibi kaba materyali sızdırmak için depo doldurma ağızına yerleştirilirler. Korozyona dayanıklı delikli saç levha veya tel dokuma şeklinde yapılan bu süzgeçlerdeki delik büyüklüğü, meme çapının 2/3'ünden daha fazla olmalıdır. Telden dokuma olarak yapılan süzgeçlerde tel eksenleri açılığının 2 mm civarındadır.

Emme süzgeçleri, genellikle deponun altına yakın yerleştirilir ve emme hortumunun sonuna bağlanır. Buntar genellikle 10 veya 20 mesh'lik süzgeçlerdir. 10 ile 20 mesh' den daha küçük emme süzgeçleri, pompaya sıvı akışını sınırlayınca ve kolayca tikanabilir, sistemde basınç düşümüne neden olabilir.

olur ve özellikle santrifüj pompalar gibi bazı pompaların performansında bozuşmalara neden olur.

Çizelge 4.11. Horticum çapı ve sıvı debisine bağlı olarak 10 m düz horticum boyu için basınç düşümü değerleri.

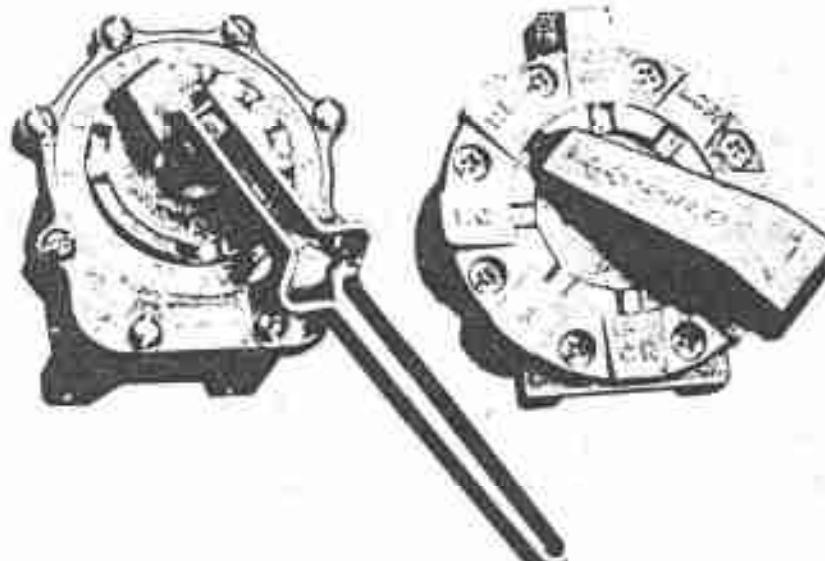
Verdi (l/min)	Boruhorticum iç çapı (mm)								
	6	10	11	12	16	20	25	32	42
10 m düz boru için basınç kaybı (kPa)									
1	9,6								
1,5	20	2,7							
2	35	4,5	2,3						
2,5	52	6,8	3,4						
3	74	9,6	4,7						
4	122	16,1	7,9	3,7					
6	267	35	17	7,9	3,1				
8	58	29	13,4	5,1					
10	87	43	20	7,7	2,9				
15	185	92	42	16,1	6,0				
20	319	156	74	29	10,4	2,8			
25		238	11	43	16,1	4,3			
30			154	50	22	5,9			
40			260	100	37	10,1	3,1		
60				213	78	22	6,7		
80					131	35	11,1	3,9	
100					201	54	17	5,8	
115					260	72	22	7,5	
130					318	87	29	9,5	
150						115	35	12,2	
170						145	45	16,1	
190						176	55	19	
230						260	80	29	
260							100	35	
300							127	43	
340								58	
380								68	

Emme hattı süzgeçleri, pompa ve memeleri sıvı ilaç içindeki küçük yabancı materyallerden korur. Bu süzgeçlerin yerleştirilmesi pompa tipine göre değişmektedir. Bununla beraber genellikle pompa ve memeler arasında yerleştirilirler. Rulolu ve diyaframlı (membranlı) bir pompa kullanılması durumunda, pompa ve depo arasındaki emme hattında bir süzgeç olması önerilmektedir. 40 veya 50 mesh'lik (genellikle 50 mesh) bir süzgeç uygundur. Santrifüj pompaların kapasiteleri büyük olduğu için emme hattı üzerinde bir süzgeç bulunması gereklidir. Santrifüj pompalı pülverizatörlerde, püskürtme çubuğu üzerindeki memelerin ve kanıştırma memelerini korumak için pompadan püskürtme çubuğuna giden hatta bir süzgeç olması önerilmektedir.

Meme süzgeçleri, meme uçının hemen önüne yerleştirilirler. Bu süzgeçler tıkanmayı ve aşınmasını önerler. Mesh, süzgeç malzemesinin her inç²'indeki açıklıkların sayısını göstermektedir. Yüksek mesh numarasına sahip süzgeçler küçük mesh numaralı süzgeçlerden daha küçük açıklıklara sahiptir. Diğer deyişle, daha büyük mesh numarası daha küçük deliklilik süzgeç anımlıdır. Memelerde kullanılan süzgeçlerin çoğu, 25 ile 200 mesh'lik süzgeçler, 0,8 ve 4 L/min arasında bir verdiye sahip memeler için 50 mesh'lik süzgeçler önerilmektedir. Aşındırıcı materyaller püskürtmek için 16 ile 50 mesh'e eşit açıklıklara sahip yanaklı bir süzgeç kullanılmalıdır.

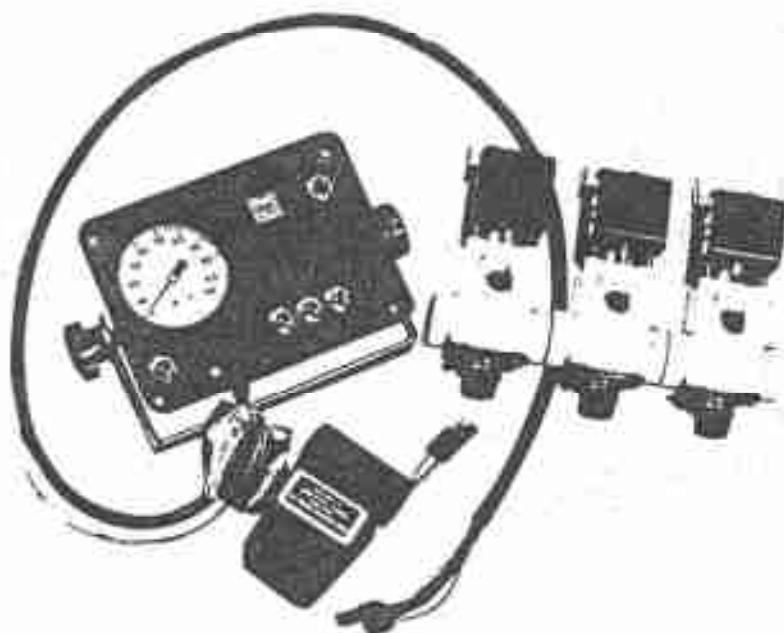
4.1.8. Vanalar (Ağış kontrol valfleri)

Bu kontrol valfleri bütün akışı kapatılan tek bir valf veya tek tek çıkış kontrolü için çoklu valfler şeklinde dirler. Düşük basınçlı tarla püverizatörlerinde püskürme sistemi (bum) çoğunlukla iki veya üç bölmeden oluşmaktadır. Bumdağı sıvı akışı üç yolu bir kontrol valfi kullanılarak ya bumun bir kısmına, ya bütün buma yönlendirilebilmekte veya tamamen kapatılabilmektedir (Şekil 4.25). Bu valf ile bumun yalnızca sol, merkez (orta) ve sağ kısımlarındaki memelerden veya bu üç bölmenin herhangi bir kombinasyonu olacak şekilde ilaç uygulaması yapmak mümkündür. Bu, özellikle tarla kenerfan ilaçtanurken tüm bumun gerekliliği olmadığı zamanlarda oldukça faydalıdır. Bazı püverizatörlerde valf kapatıldığında bumdağı sıvı tekrar depoya emilebilmektedir.



Şekil 4.25. Bum çıkış kontrol valfleri.

Aks kontrol valfleri genellikle iki tiptir. Elle kontrol edilen tipleri traktör sürücüsü tarafından basit bir kol yardımıyla çalıştırılabilir, fakat kabinli traktörlerde kullanımda elektronik olarak çalıştırılan solenoid valfler vardır (Şekil 4.26). Solenoid kontrol valflerini çalıştmak için kullanılan açma - kapama kutusu operatörün ulaşacağı alan içine yerleştirilmektedir.



Şekil 4.26. Elektronik aks kontrol valfi.

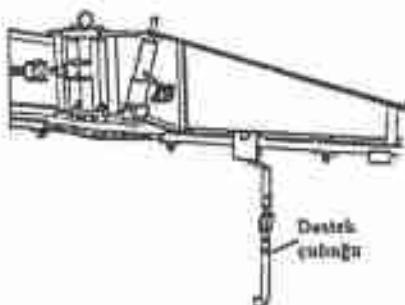
4.1.9. Püskürtme boruları ve askı sistemleri

Püskürtme boruları (bumlar), tarla pülverizatörlerinin en önemli parçalarından biri olup sıvı ilaçın hedef yüzeylere püskürtümesini sağlayan memelerin bağlı olduğu borularıdır. Tarla pülverizatörlerinde, memeler bumlar üzerine hüzme açılanna bağlı olarak belirli aralıklarla bağlanmaktadır. En çok kullanılan meme aralıkları 40-50 cm arasındadır. Bumlar, genellikle iki ya da üç parçalı olarak katlanabilir biçimde yapılmakta ve pülverizatör çatısına bir taşırma ünitesiyle bağlanmaktadır. Bumlar genel olarak elle açılıp kapatılmaktadır. Ancak bazı pülverizatörlerde, bumun açılıp kapanması, sürücü yerinden kumanda edilebilen bir hidrolik sistem yardımıyla yapılmaktadır.

İş genişliği 12 m'ye kadar olan pülverizatörlerde, meme yüksekliği askı sisteminin çatıya bağlanmasıını sağlayan civatalar sökülecek aşağıya veya yukarıya alınmak suretiyle kademeeli olarak ayarlanabilmektedir. İş genişliği

12 m' den daha büyük olan püplerizatörlerde, püskürme borulannın yüksekliği, kablolu bir makara sistemi ile veya hidrolik silindirler yardımıyla değişitirilebilmektedir.

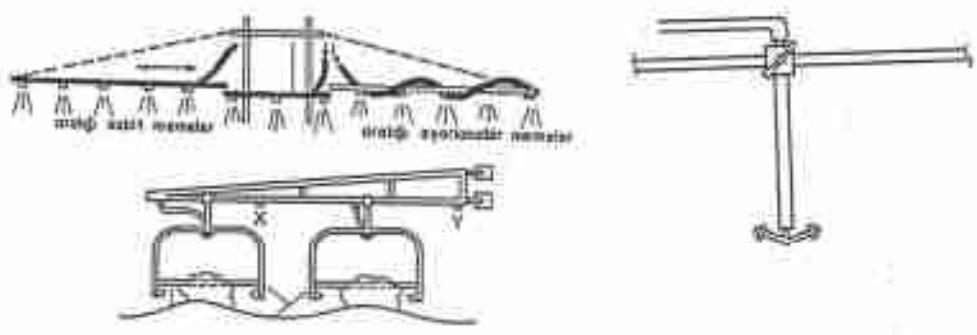
İş genişliği çok fazla olan tarla püplerizatörlerinde, çalışma sırasında düşey doğrultudaki salımm hareketleri nedeniyle püskürme borusu üç kısımlannın yere dejerek zarar görmemesi için her iki tarafına ve uç noktalara yakın olacak şekilde destek çubukları takılmaktadır (Şekil 4.27). Bazan da destek çubukları yerine aynı işime tekertekeleyile desteklenebilmektedirler.



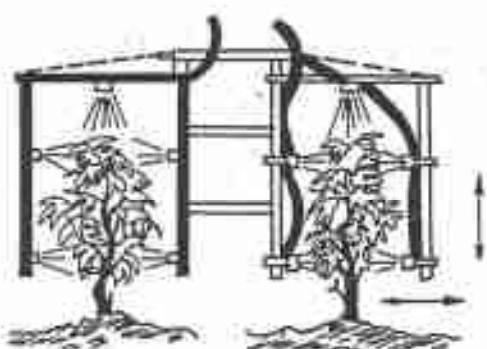
Şekil 4.27. Destek çubuğu püskürme borusu.

Püskürme sisteminde bulunabilen diğer bir koruyucu düzen ise püskürme boruları üç kısımlarındaki esnek parçalardır. Çalışma sırasında, püskürme bonusunun üç kısımları arası üzerindeki herhangi bir engelle (ağac, direk vb.) karşılaşıldığında zaman, engeli takilarak büükülürler. Bu engel geçildiğinde, esnemeyi sağlayan bir yayın çekme kuvvetiyle tekrar eskî haline gelirler.

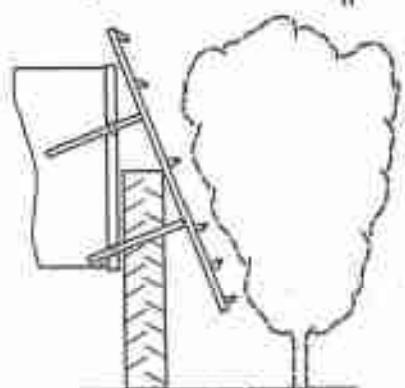
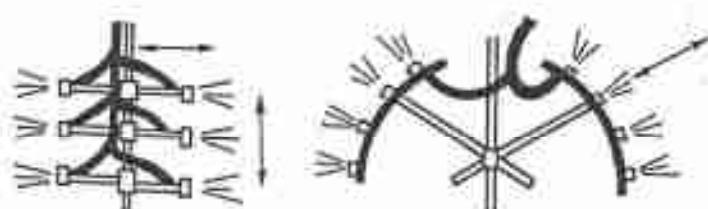
Tarla ve bahçe püplerizatörlerinde kullanılan püskürme boruları farklı şekillerde kullanılabilmektedir. Tarla püplerizatörlerinde kullanılan püskürme borulan yukarıda belirtildiği gibi genellikle ikî veya üç parçalı olup tarla yüzeyine paralel duracak şekilde taşıyıcı bir çerçeveye üzerine bağlanmaktadır. Meyve bahçeleri ve bağıların ilaçlanması sırasında kullanılan püskürme borulan ise amaca uygun şekilde değişik biçimlerde düzenlenmektedir. Şekil 4.28' de tarla, bağı ve moyeve bahçeleri için düzenlenmiş püskürme borulan görülmektedir.



Tartı bitkileri için



Bağlar için



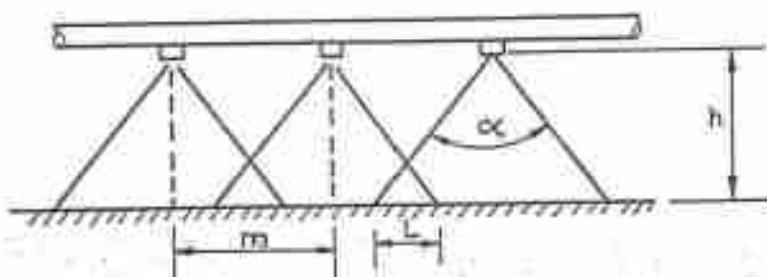
Meyve bahçeleri için

Şekil 4.28. Tartı ve bahçe pülverizatörlerinde püskürme borusu düzenlemeleri.

Tarla pülverizatörleriyle çalıştırırken püskürme borusu boyunca enine ilaç dağılım düzgünliğünün sağlanabilmesi için:

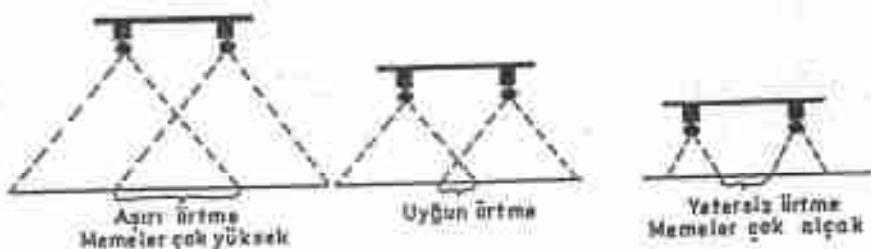
- Püskürme borusu üzerindeki meme araklılarının en uygun şekilde seçilmiş olması,
- Meme yüksekliğinin uygun seçilmiş olması,
- Püskürme borusu stabilitesinin sağlanması gerekmektedir.

Enine ilaç dağılım düzgünliğini iyileştirmek için, püskürme borusu üzerinde yanyana bulunan iki memeden çıkan ilaç hüzmesinin birbirine girişim yaparak uygun bir örtmenin sağlanması gerekmektedir. Memeler arası mesafenin uygun olmasına, ilaç hüzmelerinin birbirine yeterli girişim yapmamasına ve enine ilaç dağılımının kötüleşmesine neden olmaktadır. Memeler arası mesafe sabit iken en uygun örtme miktarı; meme yüksekliği, hüzme açısı, meme eğim açısı ve çalışma (iletreme) basıncına bağlı olarak değişmektedir. Şekil 4.29'da meme yüksekliği (h), memeler arası mesafe (m), hüzme açısı (α) ve örtme mesafesi (L) şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.29. Meme yüksekliği, memeler arası mesafe, hüzme açısı ve örtme mesafesinin şematik görünümü.

Sabit memeler arası mesafe ve hüzme açısı koşulunda, uygun bir örtmenin elde edilebilmesi için en uygun meme yüksekliği seçilmelidir. Meme yüksekliği, memeden çıkan hüzmenin laçlanan yüzey üzerindeki genişliğini etkiler. Püskürme borusu üzerindeki memelerden oluşan ilaç hüzmelerinin en uygun örtme sağladığı optimum bir bum yüksekliği olup bu yükseklikte enine ilaç dağılım düzgünliği iyileşmektedir. Tam bir örtme için her meme tipine ve ölçüsüne uygun olan tek bir yükseklik vardır. Optimumdan sapma gösteren meme yüksekliklerinde enine ilaç dağılımı bozulmaktadır. Şekil 4.30'da meme yüksekliğinin örtme miktarına etkisi gösterilmiştir. Bu şekilde görüldüğü gibi, meme yüksekliğinin gereğinden fazla olması ağır örtmeye, gereğinden az olması ise yan yana iki meme hüzmeleri arasında yetersiz örtmeye neden olmaktadır. Her iki durumda da ilaç dağılımı kötüleşmektedir. Çünkü bum genişliği boyunca bazı bölgeler gereğinden çok ilaç alırken bazı bölgeler çok az veya hiç ilaç almamaktadır.



Şekil 4.30. Meme yüksekliğinin ilaç örtme miktarına etkisi.

Çizelge 4.12'de hüzme açısı ve meme aralığına bağlı olarak burn yüksekliğindeki değişim gösterilmiştir.

Çizelge 4.12. Hüzme açısı ve meme aralığının burn yüksekliğine etkisi.

Hüzme açısı (°)	Meme aralığı (cm)		
	46	50	60
65	51	56	66
80	38	46	50
100	24	27	29

Püskürme borusu üzerinde farklı hüzme açıları, tıkalı ve farklı hüzme doğrultusuna sahip memelerin bulunması da ilaç dağılımının bozulmasına sebep olmaktadır (Şekil 4.31).

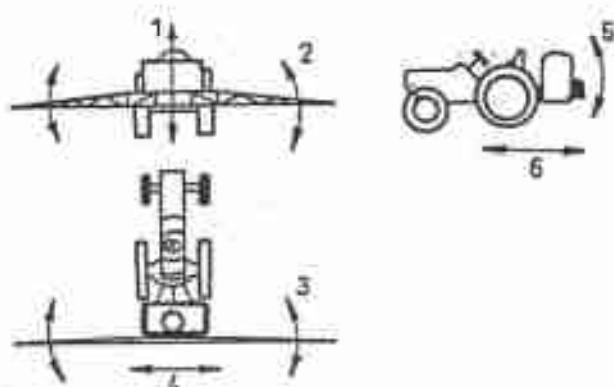


Şekil 4.31. Farklı hüzme açıları, farklı hüzme doğrultuları ve tıkalı memelerde tarla yüzeyinde oluşan ilaç dağılımı.

Tarla püskürzatörlerinde, tarlanın eğimi veya düz bir tarlada engebe koşulları ne olursa olsun, püskürme borusu dalma tarla yüzeyine paralel tutulmalıdır. Aski sistemi nijit çubuk şeklinde olan püskürzatörlerde, püskürme borusu, tarla yüzeyindeki engebelerden oldukça fazla etkilenmektedir. Tarla püskürzatörlerinde iş genişliği arttıkça, arazi engebelerinden gelen titreşimler

salının etkisini daha fazla artırmaktadır. Böylece artan salınınla birlikte memelerin hedef yüzeyden olan uzaklıdan yani meme yüksekliklerini değiştirmektedir. Memelerin eşit yükseklikte bulunmaması ise daha önce belirtildiği gibi ilaç dağılımının bozulmasına neden olmaktadır. Traktöre asılır tip bir püskürzatörün püskürme borusunda, tarla engebelerinden dolayı titresim ve salınımlara neden olan yatay ve düşey düzlemlerde hareketler Şekil 4.32' de görülmektedir.

Püskürme borusu üç kısımlarının yatay yöndeği hareketleri, ilerlemeye doğrultusundaki ilaç dağılımının bozulmasına neden olur. Örneğin, püskürme borusunun bir ucu, normal konumuna göre yatay düzlemede geriye doğru titresimle kaymış durumda ise, bağlı hız azalacağından o bölgeye daha çok ilaç atılacaktır. Bunun aksine, püskürme borusu ucu ileriye doğru hareket etmiş ise bağlı hız artacağından bu bölgeye daha az ilaç atılmış olacaktır. Püskürme borusu üç kısımlarının düşey yöndeği hareketleri ise ilerlemeye doğrultusundaki ilaç dağılımının bozulmasına neden olur.



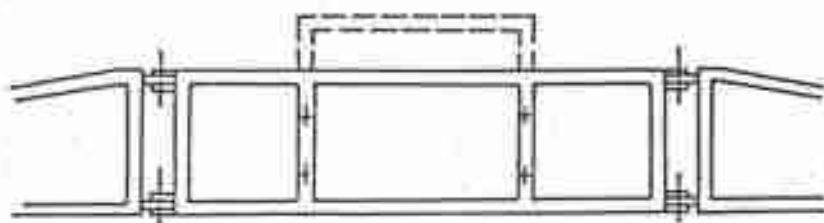
Şekil 4.32: Püskürme borusunda salınım ve titresimlere neden olan hareketler.

Çiftçerin çoğu hem tarladaki ilaçlama işini olabildiğince hızlı yapabilmek, hem de tarlasındaki bitkilerin traktör ve ilaçlama makinası tarafından olabildiğince az ezilmesini sağlamak için, mümkün olduğunda büyük iş genişiğine sahip püskürme borularını tercih etmektedirler. Ancak püskürme borusu uzunuğu arttıkça, arazi engebeleri nedeniyle oluşan titresimlerin etkisi oldukça artmaktadır.

Bu nedenle, istenilen ilaç dağılım düzgünliğünün sağlanabilmesi için iyi bir bum stabilitesine gereksinim vardır. Bu amaçla, klasik tarla püskürzatörlerinde bumların yatay ve düşey düzlemlerdeki hareketlerini azaltmak için püskürme borusu süspansiyon sistemleri geliştirilmiştir. Süspansiyon sistemi, yalnızca bum stabilitesini iyileştirmekte kalmaz, aynı zamanda bum üzerindeki penyodik yüklenmeleri de azaltır. Bu gibi stabil bum sistemleri, memenin ilaçlama yüzeyine olan mesafesini sürekli sabit tutarak hem ilaç

dağılım düzgünliğini lüleştirmekte, hem de bum üzerine gelen periyodik yüklenmeleri azalttığı için bum ömrünün daha uzun olmasını sağlamaktadır.

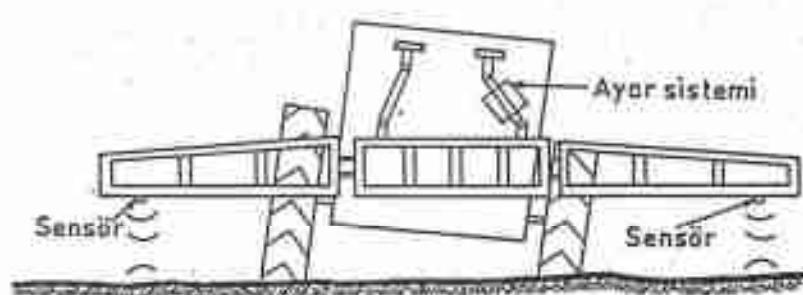
Püskürme borulan, askı sisteme sabit ve salınımlı olmak üzere iki şekilde bağlanırlar. Sabit bağıntılı sisteminde, askı sistemi püverizatörün şasisine hareket edemeyecek şekilde sabit olarak bağlanmaktadır (Şekil 4.33). Sabit askılı sisteme, traktör tekerleği veya püverizatör tekerleği (çekirdeklerde) tarafından bir engelle veya çukura geldiğinde, püskürme borusu yükseltiliğinde önemli değişimler olmaktadır. Bu durum, daha önce belirtildiği gibi ilaç dağılıminin bozulmasına neden olmaktadır.



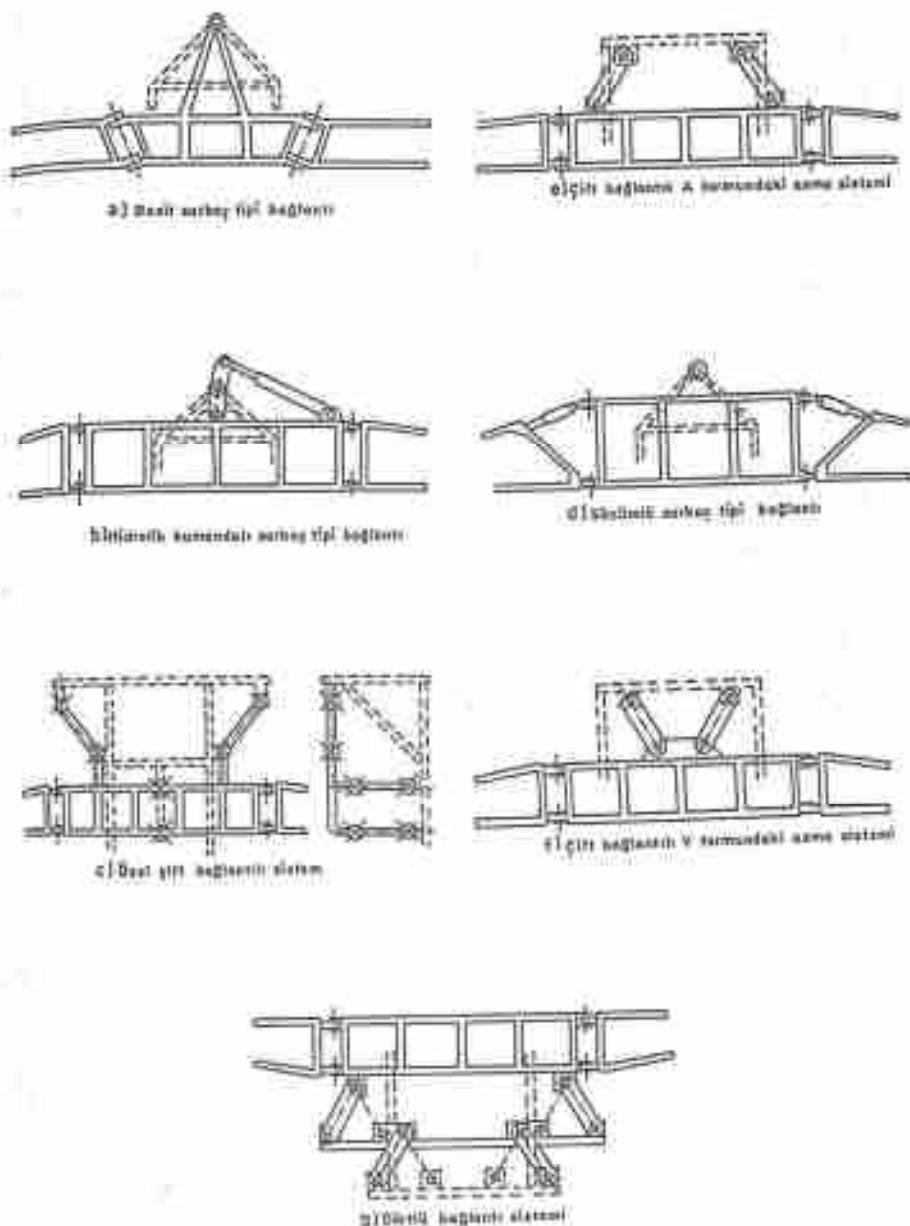
Şekil 4.33. Sabit bağıntılı püskürme borusu askı sistemi.

Salınımlı püskürme borusu askı sistemleri ise püskürme borusunu yere zorlunu olarak paralel tutan aktif dengeleme (Şekil 4.34) ve kendiliğinden paralel hale getiren pasif dengeleme sistemleri (Şekil 4.35) olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır.

Aktif kontrol sisteminde, püskürme borusu uç kesimlerinde bulunan ultrasonik sensörler yararıyla yere olan uzaklık algınlararak bir ayar sistemele iletişimde ve bu sistem, bir hidrolik silindire kumanda ederek püskürme borusunun yere olan paralellüğünü korumaktadır.



Şekil 4.34. Aktif kontrollü bum askı sistemi.



Şekil 4.35 Çeşitli tip pasif dengeleme sistemleri.

Bir işletme için uygun büm genişliği aşağıdaki eşilik yardımıyla hesaplanabilir:

$$B = \frac{A}{T \cdot V}$$

Burada;

- B : Büm genişliği (m),
- A : İlaçlanacak alan (m^2),
- T : Mevcut ilaçlama zamanı (h),
- V : Traktör hızı (m/h)' dir.

Örneğin ilaçlanacak alanı 100 ha olan bir çiftçi, 3 gün içinde (günde 6 saat çalışarak) 8 km/h' lik bir hızla ilaçlama yapacaksa, gerekli olan minimum büm genişliği 6,94 m (~7 m)' dir.

Püskürtme çubuğu genişliği hesaplandıktan sonra yukarıdaki örnekte verilen koşullar gerçekleştirecek toplam pompa verdisi de hesaplanabilir.

$$Q = \frac{\text{İş genişliği (m)} \cdot \text{İlaç normu (L/ha)} \cdot \text{Hız (km/h)}}{600}$$

Ömekteki çalışma koşulları göz önüne alındığında, pompa verdisinin 18,6 L/min olması gerekmektedir.

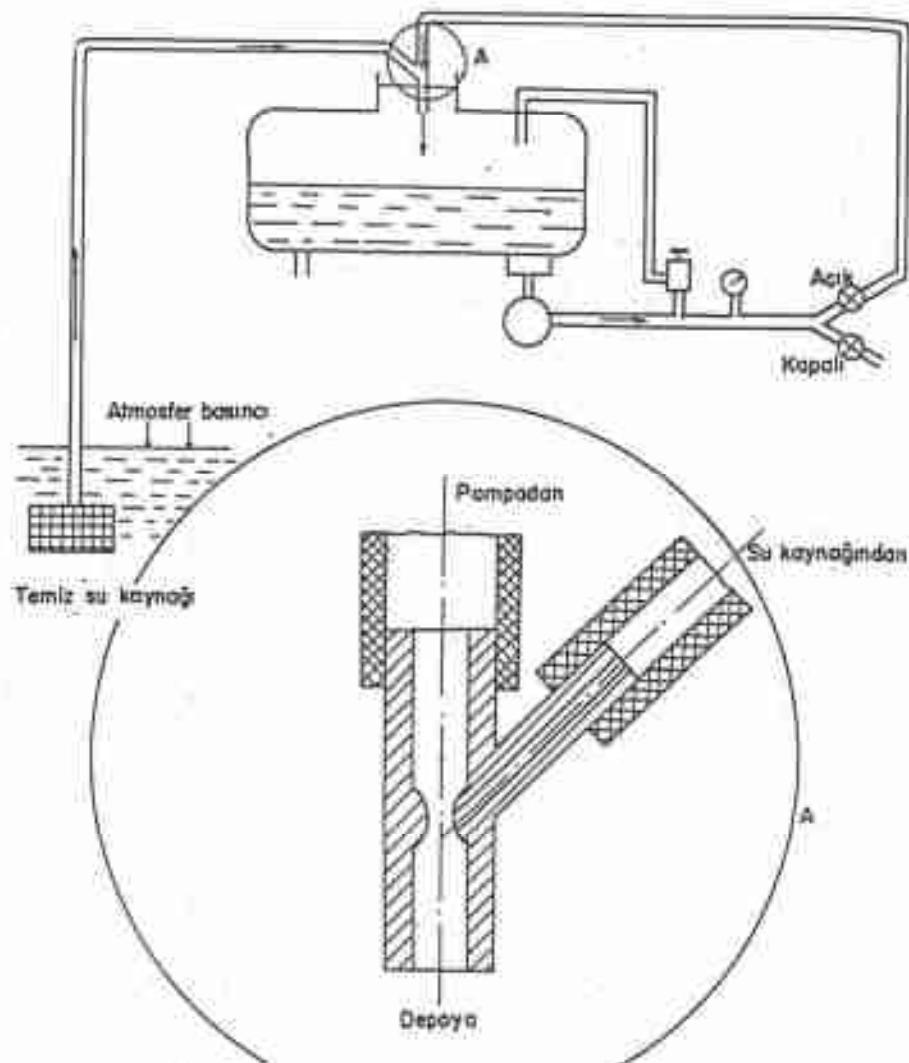
4.1.10. Püplerizatör depo doldurma sistemleri

Püplerizatör depolarının hızlı bir şekilde doldurularak zaman kaybinin azaltılması ve doldurma işinin kolaylaştırılması için çeşitli doldurma sistemleri kullanılmaktadır. Bunlar;

- Pistonlu el pompası (tulumba) ile,
- Püplerizatör üzerinde bu amaçla bulundurulan santrifüj pompa ile,
- Otomatik doldurma sistemleri ile doldurmaktadır.

Modern püplerizatörlerde en çok kullanılan sistem enjektörü doldurma sistemidir. Bu sistemin üstten veya alttan doldurma yapan tipleri mevcuttur. Her iki sistem, püplerizatörün mevcut pompasından ve boru hatlarından yararlanarak çalışmaktadır. Ayrıca, ucunda kaba filtre ve şamandıra bulunan doldurma hortumu ile bu hortumun bağlılığı bir enjektör sistemi bulunmaktadır. Şekil 4.36'da üstten doldurma yapan enjektör sistemi görülmektedir.

Bu sistemin çalışılabilmesi için, depo içinde 30-40 litre ilaç karışımı veya su bulunmalıdır. Ayrıca püskürme sisteme sıvı akışı vana ile kapatılmalı, doldurma hattına ait boru üzerindeki vana açılmalıdır.



Şekil 4.36. Üstten doldurma yapan enjektör sistemi.

Depo içindeki su, pompa tarafından depo girişine yerleştirilen enjektöre basılmaktadır. Basılan su, enjektör içindeki venturi boğazından geçerken hız artmaktadır ve bu bölgede vakum meydana gelmektedir. Emme hattının bir ucu, bu venturi bölgесine bağlı olduğundan, buradaki vakumun etkisiyle suyun emme borusundan emilmesi sağlanmaktadır. Dепо doldurma işlemi tamamlandıktan sonra enjektör boru hattı su kaynağında bırakılır, püskürme borusuna sıvı akışını sağlayan vana açılır ve doldurma sisteminin depoya açılan boru hattındaki vanası kapatılır.

Emme hattı ağızında, mutlaka uygun seçilmiş bir süzgeç bulunmalıdır. Bu süzgeç, depoya su içindeki katı parçacıkları almayaçak kadar küçük mesh numaralı, emme işlemine engel olmayacağı kadar büyük mesh numaralı olmalıdır.

4.1.11. Verdi ve doz ayar sistemleri

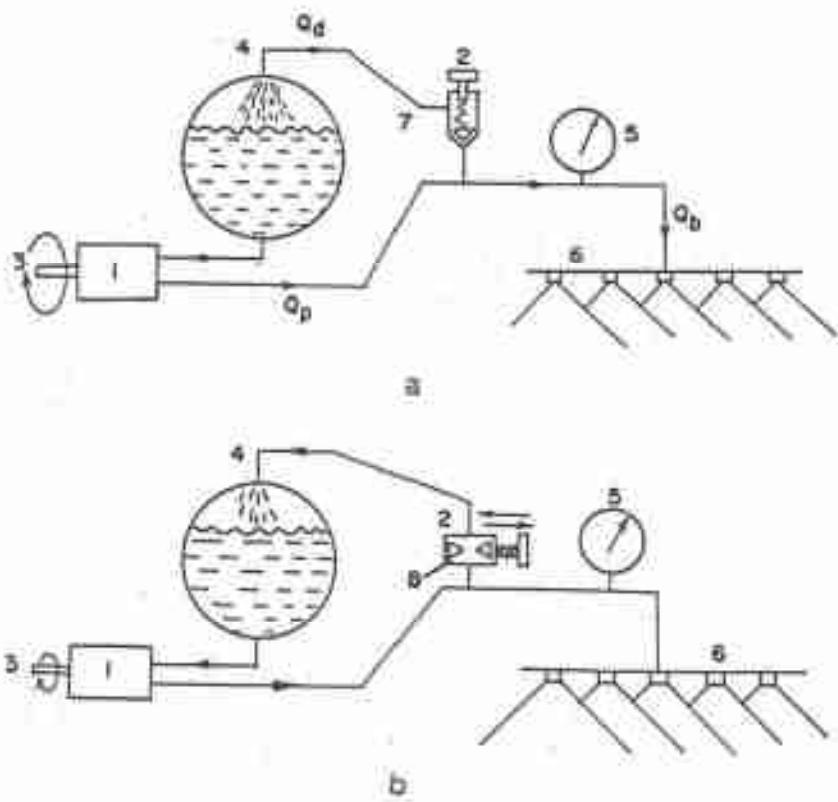
Tarla pülverizatörleriyle yapılan ilaçlamalarda hareket doğrultusundaki ilaç dağılım düzgünliği, traktör ilerleme hızı ve çalışma basıncının sabit kalmasına bağlıdır. İlerleme hızındaki herhangi bir değişme hedef bitki yüzeylerine farklı miktarda ilaç etkili maddesi atımasına neden olmaktadır. Bu durum, özellikle ilaçlanacak parselin baş kısımlarına yakın yerlerde çalışma veya durma, ya da dalgıç bir tarla yüzeyinde ilaçlama yaparken önemlidir. Daha tekdoze bir ilaçlama yapabilmenin bir yöntemi memo verdisi, çalışma basıncına ve ilerleme hızına göre ayarlayarak kontrol etmektedir.

4.1.11.1. Sabit basıncı verdi ayar sistemi

Sabit basıncı verdi ayar sistemi, ülkemizde üretilen tarla pülverizatörlerinde kullanılan bir sistemdir. Bu sisteme, pülverizatörün sabit bir hızla ilerlediği varsayılmaktadır. Sistemin esası, basıncı sabit tutmak için bir basınç regülatörü yardımıyla (Şekil 4.37.a) veya ayarlanabilir bir orifis'e (Şekil 4.37.b) pompa tarafında sağlanan verdinin istenilen fazla olan kısmının tekrar depoya gönderilmesidir.

Bu sistemi kullanan pülverizatörlerde, motor devir sayısının değişmesi ilerleme hızını ve pülverizatör çalışma basıncını etkilemektedir. Bu nedenle ilerleme hızının ve çalışma basıncının sabit kalabilmesi için seçilen vites kademesinde motor devirinin de sabit kalması gerekmektedir. Ancak, traktör ilerleme hızında ortaya çıkacak değişimler, birim alana atılacak etkili maddenin miktarına da etki edecektir. Örneğin, ilerleme hızı önceden seçilen hızın üzerine çıktıığında birim alana atılan etkili madde miktarı azalmaktır, ilerleme hızı azaldığında ise birim alana atılan etkili madde miktarı artmaktadır.

Basınçla memo verdisi veya toplam pülverizatör verdisi arasında $P=kQ^2$ ilişkisi bulunduğuundan, basınçta bir değişim olduğunda verdi, basıncın karekökü ile orantılı olarak değişmektedir. Meme verdisini yanıya indirmek veya iki katına çökarmak için basınç değişikliğini 4 kat azaltmak veya artırmak gerekmektedir.



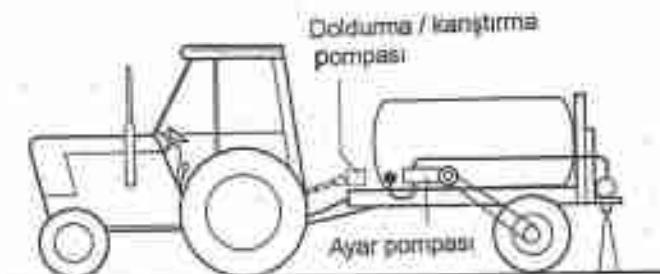
1. Pompası
 2. Basınç regülatörü
 3. Kuyruk, mili
 4. Depoya geri dönüş
 5. Manometre
 6. Püskürme borusu
 7. Yay
 8. Orifis
- Q_p : Pompası verdisi
 Q_b : Püskürme borusu verdisi
 Q_g : Geri dönüş verdisi
 $Q_p = Q_b + Q_g$

Şekil 4.37. Sabit basınçlı ayar sistemleri (a. Basınç regülatörü, b. Ayarlanabilir orifis).

4.1.11.2. İlerleme hızıyla orantılı verdi sağlayan ayar sistemi

Bu tip verdi ayar sistemlerinde, hareketini kuyruk mili veya pülverizatör tekerleklerinden alan ölçüklü bir pülverizasyon pompası bulunmaktadır. Pompası verdisi, ilerleme hızıyla orantılı olmak zorundadır. Bu nedenle, diyaframlı veya alternatif hareketli pistonlu bir pomپaya gereksinim olup dişli veya masurabî pompalar kullanılmıştır. Bu sistemde, genellikle hareketini pülverizatör tekerleklerinden alan stroku ayarlanabilir pistonlu bir pompa bulunmaktadır (Şekil 4.38). Karıştırma ve deponun doldurulması için ise hareketini kuyruk milinden alan ikinci bir pompa vardır. Bu sistemde, memelerden püskürtülen sıvı miktarı

pompa tarafından sıvıya kazandırılan basıncın değişmesiyle sabit tutulmaya çalışılmaktadır. Kullanımı oldukça basit olan bu sistemlerde, verdi basıncı ile ayarlandığı için darmacı çapı da ettiğindenmektedir. Bu nedenle sürücü, basıncın büyük ölçüde değişmemesi için, önceden seçilen hızı $\pm 25\%$ sınırları içerisinde tutmaya çalışmalıdır.



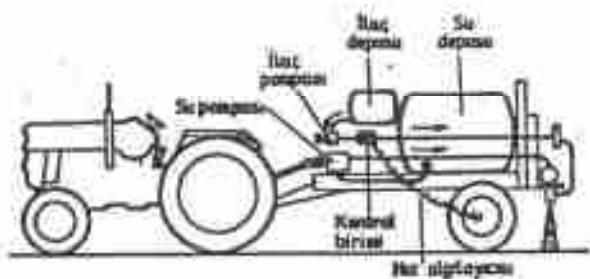
Şekil 4.38. Stroku ayarlanabilen pistonlu pompa ile çalışan verdi ayar sistemi.

Bu sistemde, pompa pülverizatör tekerlekinden hareket aldığı için pülverizatör hızındaki değişime göre pompa verdişi artmadıkça veya azalmadıkça, böylece, pomپaya hareket veren taşıma tekerlekinde patlaj ve kaymanın olmaması durumunda, birim alana atıacak ilaç miktarında da bir dalgalanma olmayacağındır.

4.1.11.3. Doz (konsantrasyon) ayar sistemleri

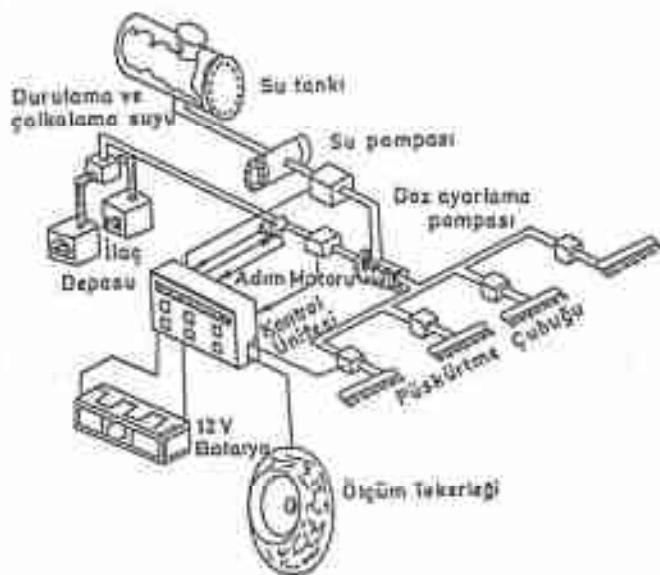
Günümüzde kullanılan modern tarla pülverizatörlerinde, verdi ayar sistemleri yardımıyla ilaç normu kontrolünden başka ilaç konsantrasyonunu ayarlayan sistemler de bulunmaktadır. Dozaj kontrol sistemleri olarak bilinen bu sistemler, tarla çalışma sırasında oluşan basınç ve hız farklılıklarına bağlı kalmaksızın, püskürtülen ilaçın konsantrasyonunu sürekli olarak sabit tutarlar.

Bu sistemlerde, ilaç etkili maddesi ve taşıyıcı olarak kullanılan su farklı depolara konulmakta ve farklı pompalar tarafından hareketlendirilmektedir. Şekil 4.39'da elektronik yöntemle konsantrasyon ayarı yapan bir sistem görülmektedir. Traktörün kuyruk milinden hareket alan pompa, suyu depodan alarak düşük bir basınçla püskürtme sisteme basar. İlaç pompa ise ilaç deposundan aldığı ilaç yüksek bir basınçla püskürtme hattındaki taşıyıcı suyun içine enjekte eder. Pülverizatör tekerleginden bir hız algılayıcısı ile ilerleme hızı algıtanarak kontrol birimine iletir. Elektronik kontrol birimi, ilerleme hızındaki değişime göre ilaç dozaj pompasının farklı miktarlarda ilaç enjekte etmesini sağlar. Böylece, pülverizasyon sırasında memelerden çıkan sıvının konsantrasyonu sürekli olarak sabit kalabilmektedir.



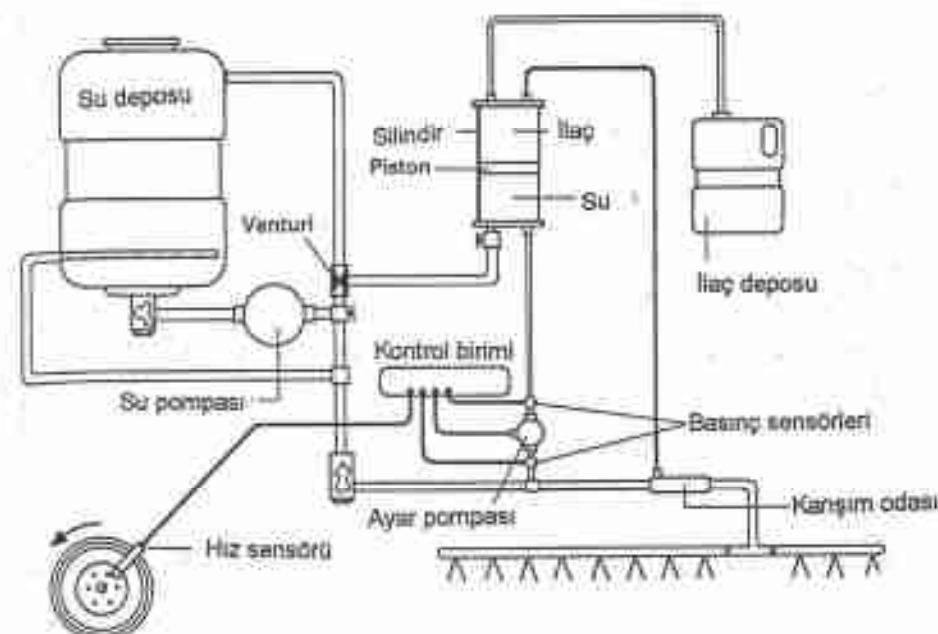
Şekil 4.39. Elektronik yöntemle konsantrasyon ayarı.

Şekil 4.40' da gösterilen Dose 2000 kapalı püskürme sisteminde dozun bir ölçüm tekerleği yardımıyla ilerlemeye hızı algılanarak kontrol birimine iletilmektedir. Kontrol birimi, ilerlemeye hızındaki değişikliğe göre bir adım motoru ile pistonlu doz ayar pompasının strokunu değiştirerek farklı miktarlardaki ilaç etkin maddesinin taşıyıcı su içine enjekte edilmesini sağlamaktadır.



Şekil 4.40. Dose 2000 kapalı püskürme sistemi.

Diğer bir ilaç enjeksiyon sistemi ise Şekil 4.41' de gösterilmiştir. Bu sisteme de ilaç etkili maddesi ve su aynı aynı depolarda bulunmaktadır ve ilaç etkili maddesi ve su aynı aynı depolarda bulunmaktadır ve ilaç etkili maddesi ile taşıyıcı olarak kullanılan suyun, püplerizasyon amına kadar aynı aynı depolarda bulunmaktadır. Böylece, ilaçlama işleminden sonra depoda kalan ilaç kantimlarının neden olduğu çevre kiriliği sorunu ortadan kaldırılmaktadır. Kullanılmayan ilaç etkili maddesi, sonraki bir ilaçlama için ilaç deposunda saklanabilmekte veya orijinal kabı içine doldurulabilmektedir.



Şekil 4.41. Etkili madde enjeksiyon sistemi.

4.1.12. Pülverizatörlerde kullanılan memeler

Sıvı haldeki bitki koruma ilaçlarının geniş tanım alanlarına dağıtabilmenin tek yolu, küçük damlacıklar halinde parçalayarak belli bir hızla hedefe doğru yönlendirmekdir. Bunun gerçekleşirlebilmesi, pülverizatör deposundeki sıvı ilaç karışımının bir pompası tarafından sağlanan basınçla hareketiendiferanesi ve meme çıkış ağızında parçalanmasıyla olmaktadır. İlacın parçalanması ve hedefe ulaşmasını sağlayan enerji dönüşümü, pülverizatörün en önemli elementi olan memelerde gerçekleşir.

Memeler pülverizatörlerin en ucuz parçalarından biri olmalarına karşın, pülverizatörlerin performansına oldukça etkilidir. Pülverizatörün diğer organları oldukça ileri teknoloji ile yapılsalar bile ilaçlamada başarı, önemli ölçüde ilaçın son çıkış noktası olan memelere bağlı olmaktadır. Püskürme memeleri; damla çapı ve damla tekdüzeği, ilaç normu, ilaç dağılım düzgünlüğü, hedef yüzeylerde toplanan ilaç miktarı ve ilaç kayıplarına oldukça etkilidir. Pülverizatörlerde çok değişik tip memeler kullanılabilmektedir. Çünkü her ilaç uygulamasına uygun olan bir meme tipi mevcut değildir. Eğer ilaç uygulamasının gerektirdiği pülverizasyon karakteristiklerini sağlayabilecek bir meme tipi ve ölçüsü uygun seçilmez ise, ilaç uygulamasından beklenen biyolojik etkinlik sağlanamaz.

Memeler, bazı özellikleri göz önüne alınarak sınıflandırılabilirler. En yaygın olan sınıflandırma ise damdanın oluşmasında etkili olan enerjiyi esas olarak yapılan sınıflandırıdır. Memeler, damla oluşturmadı kullandıkları enerjiye göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılır:

1. Basınç enerjisiyle çalışan (hidrolik) memeler
 - a) Konik hüzmeli memeler
 - İçi boş konik hüzmeli memeler
 - İçi dolu konik hüzmeli memeler
 - b) Yelpaze hüzmeli memeler
 - Yanıklı tip memeler
 - Çarpma plakalı (aynalı) tip memeler
 - c) Düşük sürüklendirme sağlayan (low – drift) memeler
 - d) İğne tipi memeler
 - e) Basınçlı kutu (sprey) memeleri
 - f) Hava emişli (köpük) memeleri
2. Gaz enerjisi ile çalışan (pnömatik) memeler
 - Düşük hava hızı (30-120 m/s) pnömatik memeler
 - Yüksek hava hızı (120-300 m/s) pnömatik memeler
3. Merkezkaç kuvvetin sağladığı enerjiyle çalışan santrifüj memeler
 - Döner diskli memeler
 - Döner kafesli memeler

4. Isı enerjisiyle çalışan memeler (sisleyiciler)

5. Elektrik enerjisiyle çalışan memeler

6. Kinetik enerjiyle çalışan memeler

4.1.12.1. Basınç enerjisiyle çalışan (hidrolik) memeler

Çok değişik tiplerde tasarlanmış hidrolik memelerde, basınç altındaki sıvı, belirli bir hızda küçük bir delikten dışanya çıkmaya zorlanarak dengeli olmayan ince bir sıvı zarı oluşmaktadır ve bu sıvı zarının parçalanmasıyla farklı yapılardaki damlalar oluşmaktadır. Meme deliğinden geçen basıncı sıvıdan sıvı zarı oluşumu ve bu sıvı zarından damla oluşumu;

- sıvının yüzey gerilimine,
- sıvının yoğunluğuna,
- sıvının viskozitesine,
- sıvının basıncına,
- meme deliğinin büyüklüğünne,
- sıvı zarını çevreleyen hava koşullarına

yakından bağlıdır. Basınç, sıvının yüzey gerilimini yenerek ince bir sıvı filmi ve bu sıvı filminden damlaların oluşmasını sağlayacak yeterlikte olmalıdır. Çoğu hidrolik memelerde, basıncın alt sınır 1 bar'dır. Ancak, uygulamada pülverizatörlerde kullanılan en küçük basınç 2-3 bar kadardır. Sıvı basıncının artırılması, memeden çıkan sıvı miktarını yanı meme verdisini artırır. Memede verdiş, sıvı basıncının kareköküyle doğru orantılı olarak değişir.

Damla oluşumu konusunda yapılan araştırmalar, ince bir zar halindeki sıvı filminden damla oluşumunun farklı aşamalarda meydana geldiğini ortaya koymustur. Bu aşamalar; sıvı zarının parçalanması, sıvı bağcıklannın kopması ve en son aşamada damlaların parçalanmasıdır.

Pompa tarafından basıncılardan ve hız kazanan sıvı meme deliğinden çıktıktan sonra bir sıvı zarı oluşturur ve yüzey artışı ortaya çıkar. Sıvı zarı ve onu çevreleyen hava arasındaki sürtünme ve yüzey geriliminin etkisiyle sıvı zarı farklı şekillerde parçalanır. Bunlar kenar parçalanması, dalga parçalanması ve delinmeler şeklinde olmaktadır.

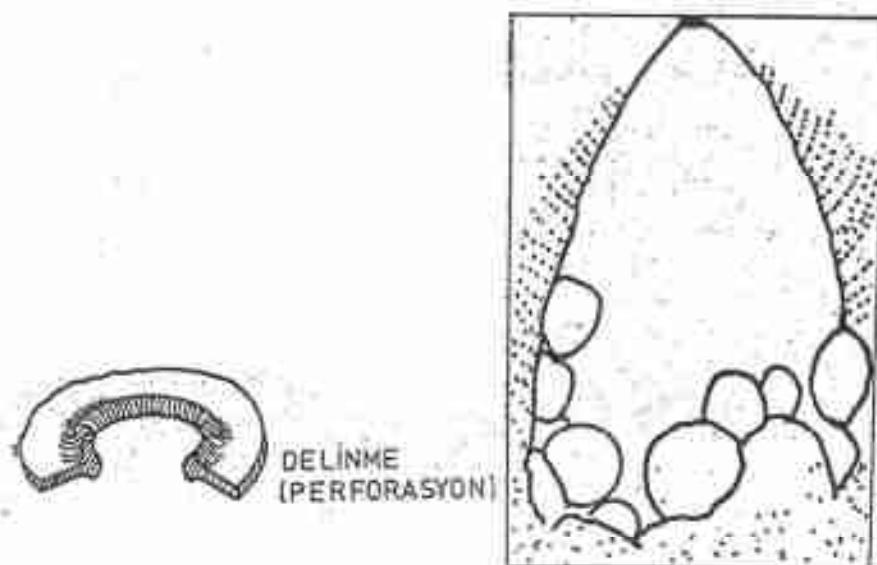
Kenar parçalanmasında, sıvı zarının serbest olan sınırlarında kısa sıvı bağcıkları oluşur ve bu bağcıkların üç kısımlarının parçalanmasıyla da damlalar oluşur (Şekil 4.42).



Sekil 4.42. İçi dolu konik hüznell memede kenar parçalanması ile damla oluşumu

Delinmeler ise, sıvının yüzey gerilişi ya da sıvı içindeki toz parçacıkları nedeniyle özellikle memeye yakın kısımlarda oynamaktadır. Memeden uzaklaşıkça sıvı zari bir ağ görünümü alır ve bu ağın parçalanmasıyla damlacıklar oluşur (Şekil 4.43).

Sıvı zannın taç losamlarında oluşan dalgaların tepe noktalarından boyuna kesilmeleri ile dalga parçalanması oluşur. Bu dalgaların başlayan kesilmeleri sıvı bağıcıklar oluşturur. Bu bağıcıkların parçalanmasıyla da damlalar oluşur (Şekil 4.44).



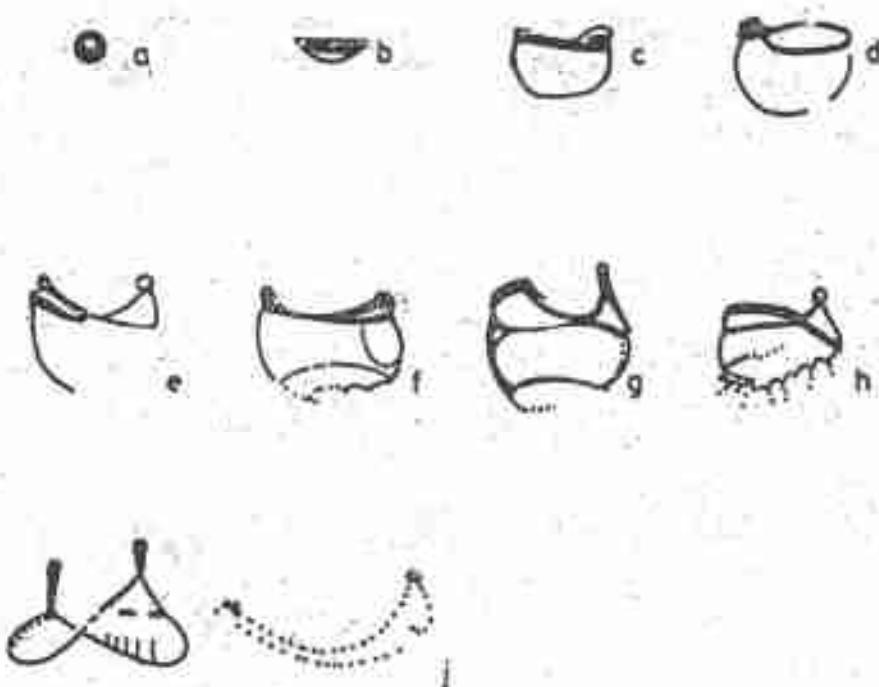
Şekil 4.43. Sıvı zarındaki delinmeler.



Şekil 4.44. Sıvı zarındaki dalgalanmalar sonucu damla oluşumu.

Damla oluşumundan sonra damlaların uçma yörüngelerindeki hızlarına bağlı olarak belirli büyüklükteki damlaların da parçalanması söz konusudur.

Pülverizasyonda oluşan damla, uçma yörungesinde kendi eksenin etrafında hızla dönmektedir. Bu dönüş nedeniyle küresel damla yassisılır ve daha sonra çok ince bir sıvı torbaciği oluşturur. Bu torbanın patlamasıyla damlacıklar oluşur. Damla parçalanmasının aşamaları Şekil 4.45' de görülmektedir.



Şekil 4.45. Damlı parçalanması.

4.1.12.1.1. Konik hüzmeli memeler

Tarla ve bağı-bahçe ilaçlamalarında yaygın olarak kullanılan meme tipidir. Konik hüzmeli memeler, insektisit ve fungisit uygulamalarında kullanılmakla birlikte yoğun yapraklı bitkilerin ilaçlanması sırasında tercih edilmektedir. Şekil 4.46'da konik hüzmeli bir memenin parçalan gösterilmiştir. Memeyi oluşturan parçalar piring, paslanmaz çelik, seramik, serileştirilmiş paslanmaz çelik, plastik ve alüminyum gibi malzemelerden yapılmaktadır.

Basinglı sıvı meme içerisindeki tıllisel kanallardan geçerek incelerek girdap odasında yüksek hızlı dönü hareketi kazanır. Sıvı, meme plakası deliği çıkışında, hidrolik basınç kuvveti ve merkezkaç kuvvetlerinin bileske etkisiyle delini bir ağıra sahip konik hüzme şeklinde dışarıya çıkmaktadır.



Şekil 4.46. Konik hüzmeLİ bir memenin parçaları.

Konik hüzmeLİ memelerin içi boş ve içi dolu konik hüzme şeKLinde pülverizasyon gerçekleştiren iki tipi bulunmaktadır. Hüzmenin içi boş ya da dolu olmasını, meme içinde sıvının dönüşümü sağlayan yivli gövde ve girdap plakaların belirlemektedir.

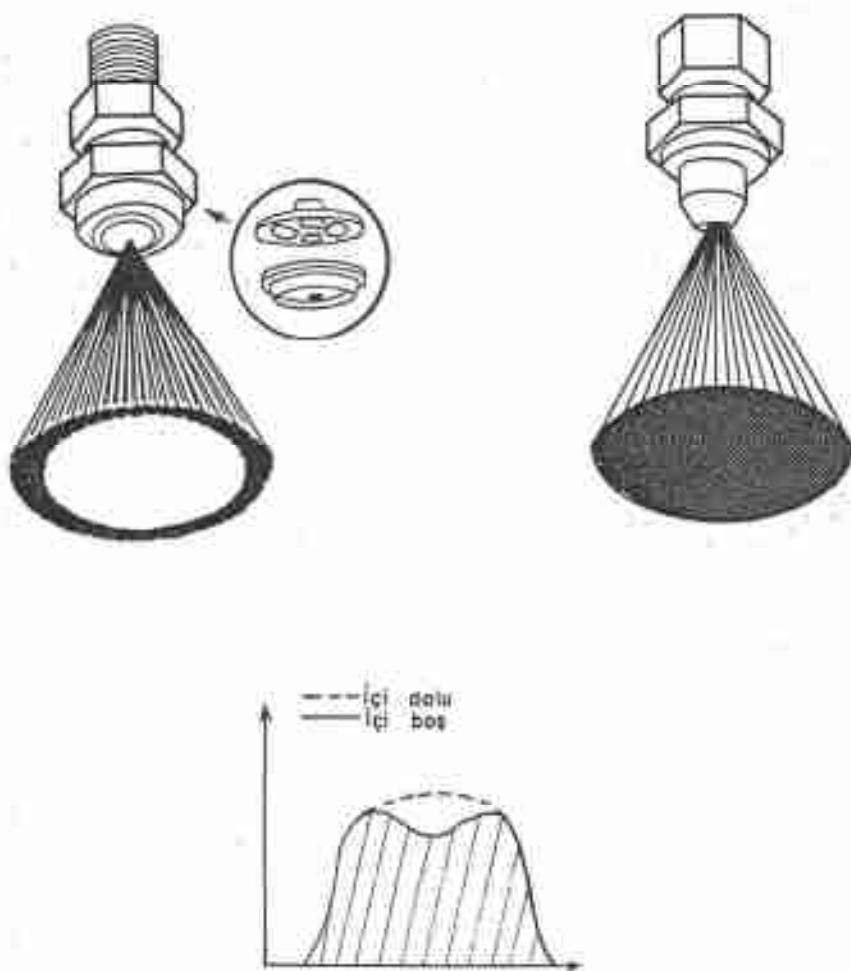
İçi boş konik hüzmeLİ memelerde, meme deliğinin ortasında bir hava çekirdeği oluşmakta ve bu nedenle içi boş konik hüzme elde edilmektedir. Girdap plakası kullanılan memelerde, girdap plakalannın ortası delinerek meme deliği ortasında oluşan hava çekirdeği doldurulmakta ve böylece içi dolu konik hüzme elde edilmektedir.

Genellikle silindirik yapıda olan ve dış yüzeyinde helisel kanallar açılmış yivli gövde denilen parçanın yiv açısı, kanal boyutları ve meme plakasıyla arasında kalan mesafe (girdap odası yüksekliği); hüzme açısını, meme verdisini, damla çapını ve damla tekdüzelliğini önemli ölçüde etkiler. Tartsı ilaçlamalarında, son zamanlarda yivli gövde yerine girdap plakalar çok yaygın kullanılmaktadır. İcten helisel kanallı girdap plakalannın damla parçalama etkinliği daha fazla olduğu için yivli gövdelerde göre daha düşük basınçlarda çalışma olanağı vermektedir. Yivli gövdelerde çoğunlukla pirinç malzeme kullanılırken girdap plakalarında sertleştirilmiş çelik, seramik gibi malzemeler kullanılarak aşınmaya dayanım artırmıştır.

Meme plakaları, pülverizasyon karakteristiklerine etkili en önemli parçadır. Yüksek imalat teknolojisi ve malzeme kalitesi ile hem kaliteLİ pülverizasyon elde edürmeye hem de aşınma dayanımı ve buna bağlı olarak kullanma süreleri çok artırmaktadır.

Konik hüzmeLİ memelerde hacimsel ilaç dağılım deseni, içi boş ve içi dolu konik hüzmeLİ memelerde farklıdır (Şekil 4.47). İçi dolu konik hüzmeLİ memede, kenarlarında az meme ekseninde daha fazla olan çan eğrisi şeKLinde bir dağılım görülmektedir, içi boş konik hüzmeLİ memelerde çift tepeli bir dağılım deseni görülmektedir. Konik hüzmeLİ memeler, tartsı pülverizatörlerinde kullanılırken burn Üzerine uygun aralıklarla takılarak, hüzme kenarlarında az olan ilaç miktarı,

yan yana olan iki meme hüzmesinin kattanmasıyla düzgün bir ilaç dağılımı elde edilmektedir. Hacimsel ilaç dağılım düzgünliği, paternatör denilen deneme düzenlerinde kontrol edilir.



Şekil 4.47. Konik hüzmeli memelerde hüzme şekilleri ve hacimsel ilaç dağılım desenleri.

İçi dolu konik hüzmeli memelerde daha iş damlaları oluştugu için drift önleyici özellik gösterirler. Herbist uygulamalarında, ekim öncesi toprak ilaçlamaları ve çıkış öncesi ilaçlamalarında çok iyi sonuç verirler. Ayrıca sistemik etkili herbisitlerin çıkış sonrası uygulanmasında, sistemik fungusit ve insektisit uygulamalarında etkili olarak kullanılabilirler. İçi boş konik hüzmeli memeler ise daha çok hant ilaçlamaları için uygunlardır. Damla çapları küçük olduğu için yüzey kaplama etkileri fazladır ve değme (kontak) etkili ilaçlar ile yaprak gübresi uygulamalarında kullanılır. Bitkilerin yapraklı olduğu dönemlerde ilaç 114

penetrasyonu açısından konik hüzznel memeler oldukça uygundurlar. Konik hüzznel memelerde, hüzme içerisinde damla belli oranda küçük çaplı damalar bulunduğu için nüzgarla sürükleme kayıpları (drift) açısından daha kötüdürler.

Konik hüzznel memelerde, meme delik çapı verdi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Meme verdisi teorik olarak aşağıdaki eşitlikle hesaplanabilmektedir;

$$q = f \cdot \eta \sqrt{2gH}$$

Burada;

q : Meme verdisi (m^3/s).

f : Çıkış deliği alanı ($\pi d^2/4$) (m^2).

η : Akış katsayısı.

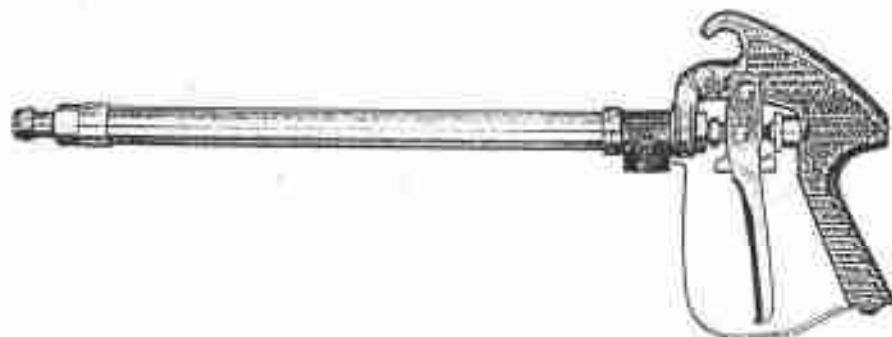
g : Yerçekimi ivmesi ($9,81 m/s^2$).

H : Sirkülasyon sistemindeki basincı (mSS)'dır.

Konik hüzznel memelerde çok geniş sınırlarda verdi, hüzme açısı ve damla çapı elde edilebilir. Bunun için farklı meme delik çapları, helyal kanal sayısı ve kesit alanı, girdap odası yüksekliği ve sıvıya uygulanan farklı basınç kombinasyonları seçilebilir. Sabit ilaçlama basıncında, meme delik çapı küçüldükçe hüzme açısı ve meme verdisi azalmaktadır. Girdap odası yüksekliği azaldıkça, hüzme açısı artar ve damla çapları küçülür. Ayrıca basınç, meme delik çapı ve yivli gövde kanal kesit alanı arttıkça hüzme açısı ve meme verdisi artar.

Beili bir basınç ve verdi koşulunda, konik hüzznel memeler, yelpaze hüzznel memelerden daha küçük damalar üretirler.

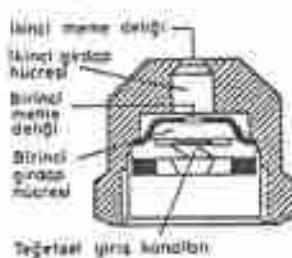
Girdap odası yüksekliğinin değişmesi, hüzme açısını doğrudan etkilemektedir. Konik hüzznel memelerin bu özelliğli, hüzme açısını ayarlanabilir memelerin yapımında kullanılarak, bağı-bağcık ilaçlamalarında kullanılan püskürme tabancaları geliştirilmiştir (Şekil 4.48).



Şekil 4.48: Püskürme tabancası.

Püskürme tabancalarında, ayar kolu ile girdap odası yüksekliği artırıldığça, hüzme açısı azalır ve damla çapları büyür. Girdap odası yüksekliği azaltıldığında ise tam tersi değişimler olur.

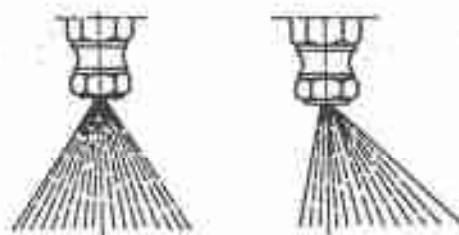
Uçaklıarda kullanılan konik hüzmel memelerde, genellikle ikinci bir girdap odası bulunur. Şekil 4.49'da bu tip bir memenin kesiti görülmektedir.



Şekil 4.49. Çift girdap odalı konik hüzmel meme.

Bu meme tipinde, meme plakası arkasında ikinci bir girdap odası oluşturularak pülverizasyonda oluşan küçük çaplı damllalann yüzdesi azaltılabilmektedir. İkinci girdap odasına giren hava, birinci girdap odasından girdap hareketi yaparak gelen sıvıyla karışarak, içinde hava olan iri damllar oluşması sağlanmaktadır. 2.8 bar basınçta, normal bir konik hüzmel memede $100 \mu\text{m}^2$ 'den küçük damllar % 15 oranında iken, iki girdap odalı memede bu oran % 1'e kadar düşmektedir. Bu durum, özellikle havadan yapılan ilaçlama sırasında küçük damla sayısını azalttırmak için ilaçın uzak mesafelere sürüklene tehlikesini önemli ölçüde azaltmaktadır. Bu nedenle herbisit uygulamalarında tercih edilen bir meme tipidir.

İçi boş konik hüzme şeklinde püskürme yapan girdap odalı memelerin yapımı ve montajı sırasında, özellikle meme deliği merkezi ile meme ekseniinin tam olarak çakışmasına dikkat edilmelidir. Bu ikisi arasında kaçılık olduğu zaman hüzme şekli değişmeye ve dağılım olumsuz yönde etkilenmemektedir (Şekil 4.50).

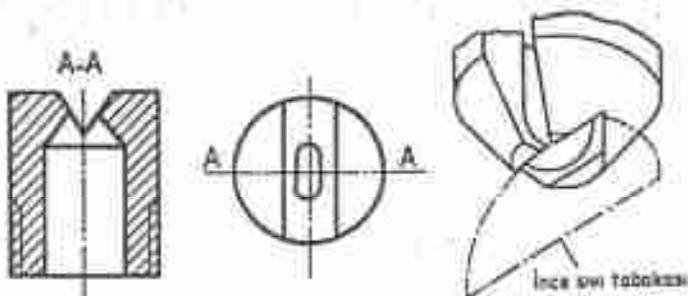


Şekil 4.50. Normal ve meme plakası ekenden kaçık yerleşimi bulunan memelerde hüzme şeklinin değişimi.

4.1.12.1.2. Yelpaze hüzmeli memeler

Yelpaze hüzmeli memelerde, sıvı hüzmesinin yelpaze şeklini alabilmesi için iki farklı yapım şekli uygulanmaktadır. Bunlardan birincisinde, sıvı bir birbirine paralel iki çıkış veya giriş yüzeyinin ortasındaki delikten püskürtülmektedir. Diğerinde ise meme deliğinden çıkan sıvı jeti, meme çıkış ağızına yerleştirilmiş bir engelle çarpılmışmaktadır. Birinci yöntemin uygulandığı memelere yanılı tip memeler, ikinci yöntemin uygulandığı memelere ise çarpmalı veya aynalı tip memeler adı verilmektedir.

Yanlı tip yelpaze hüzmeli memelerde sıvı, bir yanından veya paralel iki çıkışının arasına açılmış genellikle elips şeklinde bir delikten dışarı püskürtülmektedir. Sıvı, deligin iki tarafındaki paralel yüzeyler arasından geçerken yelpaze şeklini almaktadır (Şekil 4.51). Bazı meme tiplerinde ise sıvı, meme deliğinden çıkmadan önce iki kola ayrılr. Bu iki sıvı jeti, 90° den daha büyük bir açıda birbirleriyle çarpışacak şekilde elips şeklindeki meme deliğine gönderilererek burada hızla çarpışmaktadır. Bu çarpışma sonucunda, sıvı akımlarının geliş doğrultularına dik doğrultuda yelpaze şeklinde bir sıvı hüzmesi oluşmaktadır.



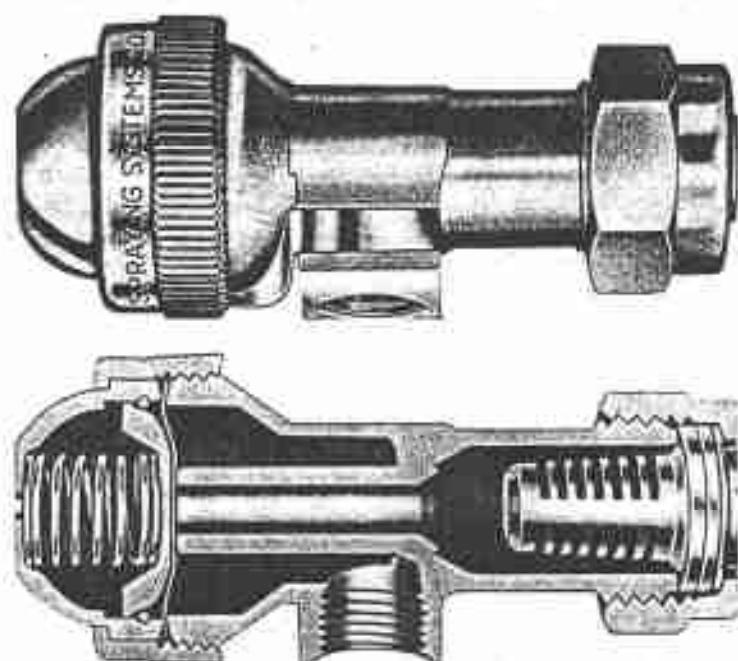
Şekil 4.51. Yanlı tip yelpaze hüzmeli meme.

Yanlı tip memelerde çıkış deliğinin (onfisin) şekil ve boyutları meme verdisi ve hüzme açısına etkilidir. Bu tip memelerin hüzme açıları ve verdileri 3 bar basınçta ölçülmektedir.

Yelpaze hüzmeli memeler özel bir meme gövdesine takılır. Yelpaze meme ucu, gövdeye videli bir kapak ya da hızlı bağlamayı sağlayan bir tutucu (bayonet) ile takılır (Şekil 4.52). Gövde içindeki meme süzgeci en az 50 mesh'lik olmalıdır. Düşük basınçlarda, damlatmayı önlemek için gövde üzgüründe bir çök valf kullanılmaktadır (Şekil 4.53).



Şekil 4.52. Bayonet tutucuya sahip yanaklı tip membe.

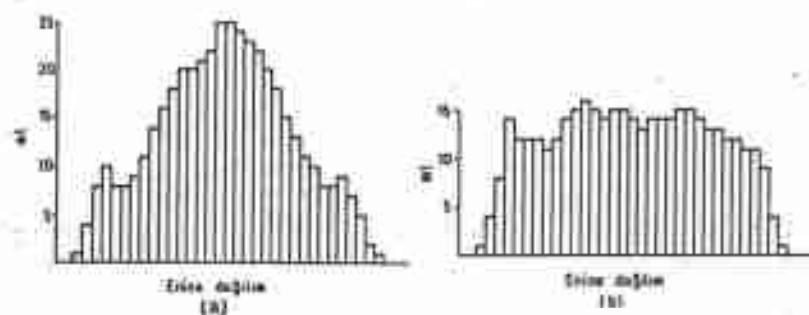


Şekil 4.53. Diyaframlı çok valf.

Yanaklı tip yelpaze hüzmeli memeler, daha çok yabancı ot ilaçlamasında kullanılmakla birlikte fungusit ve inséktisit uygulamalarında da kullanılabilirler. Standart uygulama basıncında (3 bar) 110° hüzme açısına sahip bir yelpaze hüzmeli memede, basınç azaldıkça (~ 1 bar) hüzme açısı yaklaşık 80° ye düşer. Bu sırada membe verdisi azalırken damla çapları artmaktadır. Bu memelerle, 1-4 bar basınçlarda $150-500 \mu\text{m}$ çaplı damllalar elde edilebilmektedir.

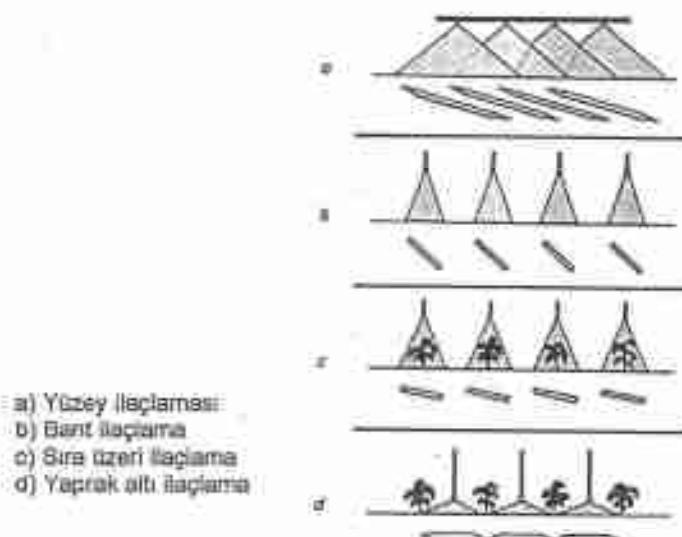
Standart basınçta 65° , 80° , 110° gibi belli hüzme açıları veren yelpaze hüzmeli memeler, farklı ilaçlama amaçları için kullanılabilirlerdir. Örneğin, 110° lik yelpaze hüzmeli memenin tercih edilmesinin nedenleri, bum üzerinde daha az sayıda meme takılabilmesi, daha sıkaktan ilaçlama yapılarak sürüklenece kayıpların azaltılması olarak belirtilebilir. 80° lik meme ile bitki üzerinden 50 cm yukarıda ilaçlama yapılırken, 110° lik meme ile bitki üzerinden 35 cm yukarıda ilaçlama yapıştırılmak ve sürüklenece kayıp daha az olmaktadır. Ancak, hüzme açısı büyülüükçe pulverizasyon sırasında oluşan damlaların çapları da küçülmektedir. İlaç sürükleneşmesini azaltmak amacıyla bum yüksekliğini azaltmak için, memeler bum üzerine düşey doğrultu yerine ilerlerme yönüne doğuyle belli bir açı yapacak şekilde bağlanabilmektedir.

Yelpaze hüzmeli yanaklı tip memeler üzerinde yapılan geliştirme çalışmaları sonucunda, 1 bar basınçta bile etkili olarak çalışabilen ve enine dağılım düzgünliği daha iyi olan memeler yapılmıştır. Şekil 4.54'de normal ve düz yelpaze hüzmeli yanaklı tip memelerde enine ilaç dağılım düzgünliği görülmektedir. Şekil 4.54.a'da görüldüğü gibi, normal yapıdaki yanaklı memeden püskürtülen ilaçın büyük yoğunluğu meme merkezinde birikirken, geliştirilmiş düz yelpaze hüzmeli memede ilaç dağılım düzgünliği daha iyidir (Şekil 4.54.b).



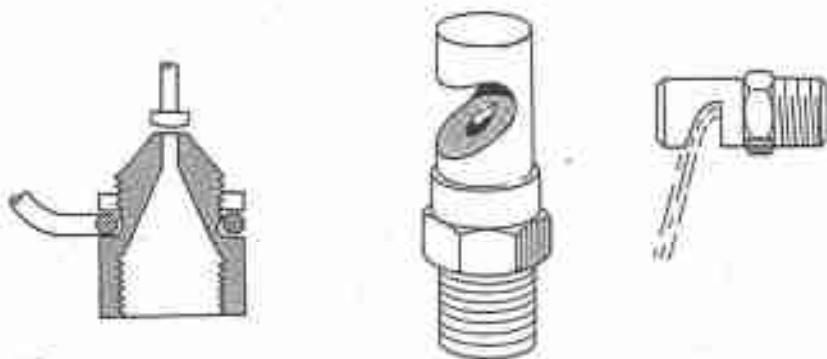
Şekil 4.54. Normal ve düz yelpaze hüzmeli yanaklı memelerde ilaç dağılım düzgünliği.

Yelpaze hüzmeli memelerle tarafda düzgün bir ilaç dağılımı elde etmek için bum üzerinde yan yana bulunan memelerden çıkan ilaç hüzmelerinin üç kısımlarından libaren belirli ölçüde birbirine girişim yapması (katlanması) gereklidir. Ancak, hüzme uçlarının girişim yaptığı kesimlerdaki damlalar çarpışarak birbirleriyle birleşebilmekte ve böylece büyük çaplı damlalar oluşturabilmektedir. Bunun önlenmesi için yelpaze hüzme eksenlerinin bum doğrultusıyla 5° açı yapacak şekilde memelerin ofset olarak ayarlanması yeterli olmaktadır (Şekil 4.55).



Şekil 4.55: Yelpaze hüzme memelerin yum üzerine yerleştirilmesi.

Aynalı (çarpımlı) tip memeler de yelpaze hüzme oluştururlar. Diğer meme tiplerine göre daha büyük çaplı bir delikten çıkan silindirik sıvı jel, deliğin karşısındaki ayna adı verilen düzgün bir yüzeye çarpıttıktan sonra yelpaze hüzme meydana getirilir. Meme deliğinden çıkan sıvının çarpması yüzeyine çarparak yön değiştirmesi nedeniyle bu memeler, deflektörü(saptırmalı) memeler olarak da adlandırılır. Şekil 4.56'da uygulamada en çok kullanılan aynalı tip yelpaze hüzme memeler görülmektedir. Hüzme açısı 50° den 150° ye kadar değişen tipleri bulunmaktadır. Hüzme açısı, çarpması yüzeyinin merkez eksenile yaptığı açıya bağlı olarak değişir. Aynalı memeler, 250 µm'den daha büyük çaplı damalar üretirler. Damla çapı; çalışma basıncı, silindirik deliğin çapı, aynanın düşeyle yaptığı açı ve delik ağızından uzaklığa bağlıdır.



Şekil 4.56: Aynalı tip yelpaze hüzme memeleri.

Düşük basınçlarda çalıştırılan bu memeler, herbisit uygulamalarında damla sürükleşmesini önlemek için kullanılır. Aynalı tip memeler, yankı tip memelerde çok küçük çıkış deliginin neden olduğu tikanma sorununu ortsadan kaldırmak amacıyla kullanılabilirler. Ayrıca, hüzme açılan fazla olduğundan belirli bir bum genişliği için daha az sayıda memeye gereksinim duyulmaktadır. Çoğunlukla plastikten imal edilen bu memelerde, delik çapına göre renk kodu kullanılır. Bu memelerin ilaç dağılım düzgünlikleri ise oldukça iyidir.

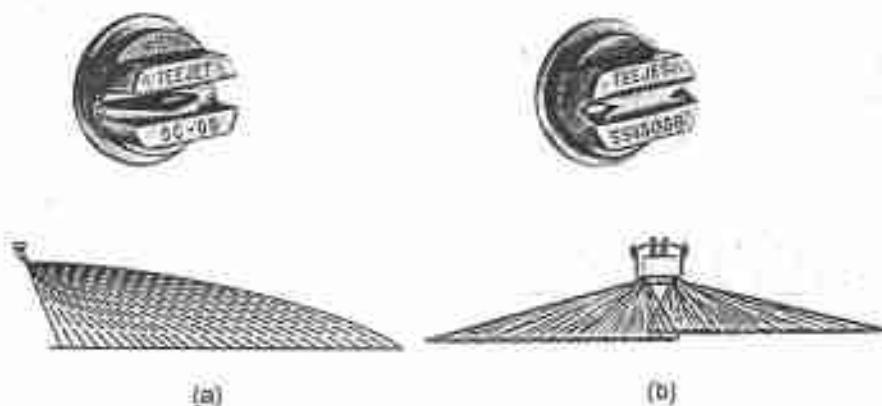
Aynalı memelerle düşük basınçlarda (0,7-1,7 bar) çıkış öncesi toprağa herbisit uygulamaları yapılmaktadır. Meme aralıkları 50-100 cm arasında, meme yükseklikleri ise 35-50 cm arasında olup, in damallarla ilaç sürükleşmesine izin verilmeden ilaç uygulamaları yapılmaktadır. Hüzme açısı çok geniş olan tiplerde 0,7-2,8 bar basınç aralığında, 100-300 cm meme aralığı ve 45-140 cm meme yüksekliğinde ilaç uygulamaları gerçekleştirilebilmektedir. Aynalı tip memeler, genellikle doğrudan toprağa sıvı ilaç uygulamalarında, sistemik herbisit, fungusit ve insektisit uygulamalarında kullanılan memelerdir.

Standart yelpaze hüzme memeler dışında, özel amaçlar için kullanılan yelpaze hüzme memeler de geliştirilmiştir. Örneğin çift yankı yelpaze meme başlığı, tahlillarda başaklanma zamanı fungusit uygulamaları gibi çok iyi yüzey kaplamaların gerekliliği olduğu koşullarda kullanılır. Ayrıca çıkış öncesi toprak üzerine yüzey ilaçlarının ve çıkış sonrası temas etkili herbisit uygulamalarında da kullanılır. Bu memelerde hem ilaçın bitki içeresine penetrasyonu artırmakta, hem de küçük damallara yaprak üzerinde iyi bir ilaç kaplaması elde edilmektedir. Şekil 4.57'de çift yankı bir meme başlığı görülmektedir.

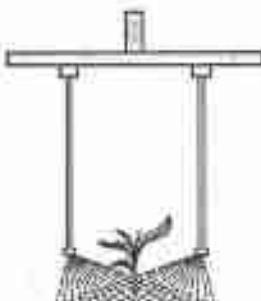


Şekil 4.57. Çift yankı yelpaze hüzme meme başlığı

Özel amaçlar için geliştirilen bir başka tip ise yana doğru tek ya da çift taraklı yelpaze hüzme veren yanlı memelerdir (Şekil 4.58). Yana doğru tek taraklı hüzme veren tiplerde hüzme açısı 85° dir. Bu memelerden iki adet kullanılarak kontak etkili herbisitler veya sıvı gübreler bitki kök bölgelerine doğru bant şeklinde uygulanabilmektedir (Şekil 4.59). Bu sistem, mekanik yabancı ol kontolü ile de birleştirilebilmektedir. Çift taraklı hüzme veren tipler ise yaprak altında geniş bant ilaçlarını için uygun olup hüzme açıları 150° dir.



Şekil 4.58. Yana hizmetli (merkezi kaşık) yelpaze memeleri (a. Tek taraflı, b. Çift taraflı).



Şekil 4.59. Yana hizmetli memeleri bantla bağlama.

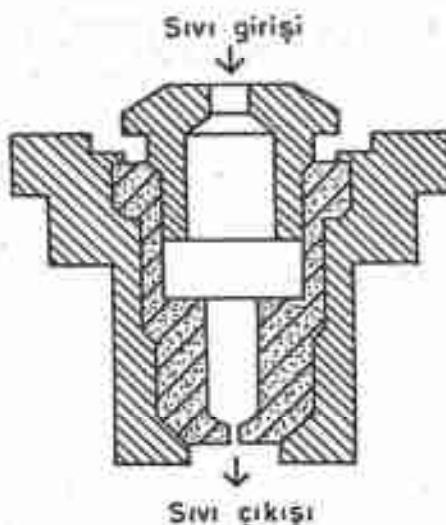
4.1.12.1.3. Düşük sürükleme sağlayan memeler

Püverzatör memeleri üreten goğu imalatçı firmalar son yıllarda "low-drift" olarak adlandırdıkları düşük sürükleme sağlayan değişik tiple memeler (DriftGuard, Turbo TeeJet, Turbo Flood, TurboDrop ve AI TeeJet) üretmişlerdir.

DriftGuard olarak adlandırılan düz yelpaze memeleri, aynı verdi ve çalışma basıncında standart düz yelpaze memelerinden daha büyük damlalar oluşturmak için tasarlanmıştır. Bu memelere bir ön orifis eklenmiştir (Şekil 4.60).

Bu yeni tip düşük drift sağlayan memelerde sıvı küçük bir orifis içerişine gider ve meme gövdesi içerişine deşenmiş bir odaya (ön orifis) akar. Sıvı daha sonra bu odadan kısa bir geçit içine akar ve çıkış orifisinden dışarı çıkar. Ön

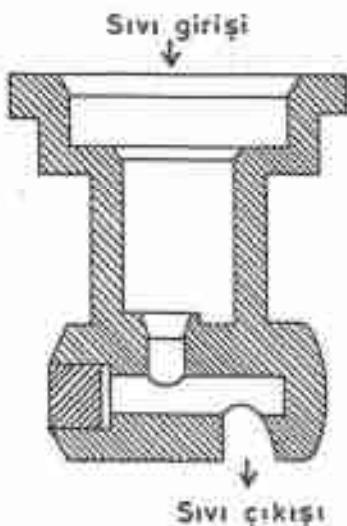
orifis, çıkış orifisindeki sıvı hızını ve basıncını azaltır. Böylece daha büyük damlalar yaratarak sürüklendirmeyi önemli derecede azaltırlar. Bu şekildeki memelerde $200 \mu\text{m}$ 'den daha küçük damlaların sayısı % 50 – 80 oranında azalmaktadır.



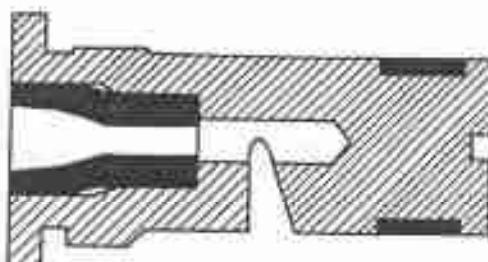
Şekil 4.60. DriftGuard meme.

Turbo TeeJet memeleri standart bir düz yelpaze meme gibi kullanılabilirler (Şekil 4.51). Turbo TeeJet memeleri daha geniş basınç sınırlarında (1 ile 8 bar, standart düz yelpaze memede bu değer 2 ile 4 bar) çalıştırılabilirler ve aynı büyüklükteki standart düz yelpaze memelere göre sürüklendirme eğilimi daha az damlalar üretmektelardır. Turbo TeeJet meme ucunda, sıvı hızını yavaşlatan bir ön orifis bulunmaktadır. Daha büyük damlaların oluşması sonucu sürüklendirme olasılığı daha az ve aynı zamanda uniform bir ilaç paterni ile iyi bir kaplama sağlarlar.

Turbo Flood memeleri, tıkanmaya dirençli düz yelpaze memelerin hassas ve uniformluğu ile aynalı memelerin geniş açılı ilaç paterni özelliklerini biraraya getirmektedir. Yeni Turbo Flood memeleri ve klasik tip aynalı memeler arasında tasarım açısından temel farklılık memeye sıvı giriş noktasındaki bir ön orifis ve sıvı çıkış noktasındaki bir türbülans odasıdır. Bu yeni tasarım, mevcut aynalı tip memelere göre çok daha tekdoze damlalar üretmekte ve ilaç dağılım düzgünliğini iyileştirmektedir. Yaygın çalışma basınçlarında, Turbo Flood memeler standart aynalı memelere göre % 30 – 50 daha büyük damlalar üretirler. Damla büyüğündeki iyileşmeye ek olarak klasik taşırmalı memelere göre daha iyi bir ilaç dağılım paterni sağlarlar (Şekil 4.62.).



Şekil 4.61. Turbo TeeJet membe.

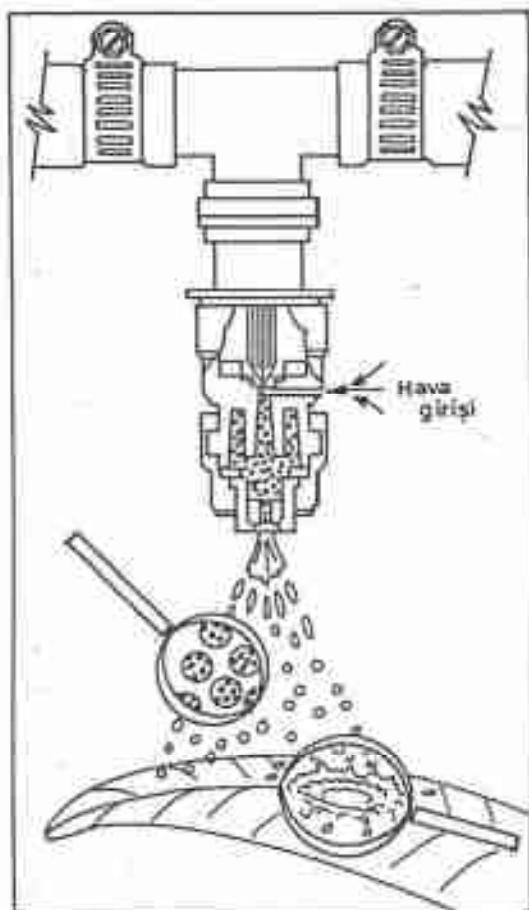


Şekil 4.62. Turbo Flood membe.

TurboDrop ve AJ TeeJet Hava Emission Memeler, hem küçük çaplı damlaların % olarak azaltmak, hem de daha büyük çaplı damlalar üretmek için tasarlanmıştır. Diğer düşük drift memelerinde olduğu gibi Turbo Drop ve AJ TeeJet hava emisyonlu memeler, ilaç çıkış noktasındaki sıvının üzerine uygulanan basıncı azaltmak için çıkış orifisinin önünde bir ön orifice sahiptirler.

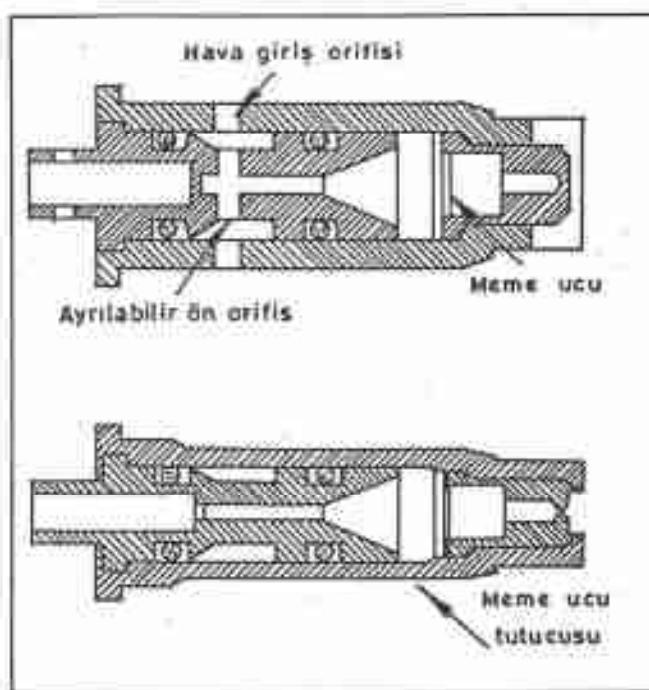
TurboDrop memeninin uç kısmı, tipik bir standart yelpaze hüzmeli memeye benzermektedir (Şekil 4.63). Memenin üst kısmı dar kanallı bir basınç azaltma odasına sahiptir. Bu dar kanal basınç odası içine havayı emmek için kullanılır. Memenin verisi, ilk meme bölümünün altına yerleştirilen seramik bir orifice plakasıyla kontrol edilmektedir. Sıvı orifice plakası içerisinde geçtikçe, bu venturi tarafından产生的 basınç düşmesinin bir sonucu olarak meme gövdesi

İçine hava emilmektedir. Kanışım odasında hava ve püskürme sıvısı karıştırılmaktadır. Sıvı meme ucundan çıkışken içeriği hava ile dolu damllalar üretilmektedir. Bu memeler için önerilen çalışma basıncı sınır 2.8 – 6.2 bar' dir.



Şekil 4.83. TurboDrop meme

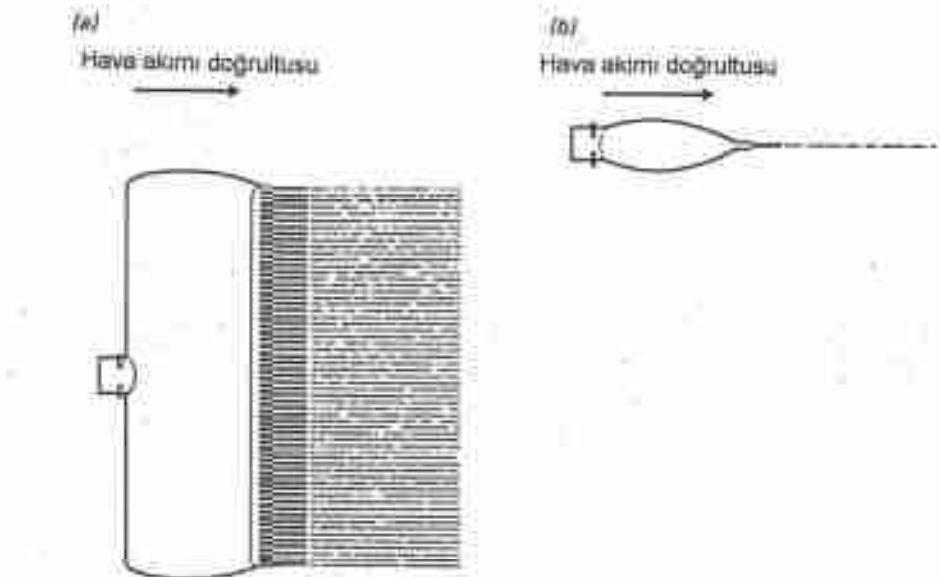
Al TeeJet hava emişli meme, hüzme açısı 110° olan düz yelpaze şeklinde ilaç pateni oluşturur. Önerilen basınç sınırı 2.8 – 6.9 bar arasında olan bu memede de havayı meme gövdesi içerişine çekmek için özel bir venturi tasarımlı kullanılır. Püskürtülen sıvı damllalar içine hava kabarıklığı karıştırılmaktadır. Böylece damla büyüklüğü artmaktadır ve rüzgar doğrultusundaki damlaçık drifti önemlidir derecede azaltmaktadır. Kolayca tanımlanabilmesi amacıyla meme ucu renk kodlu olup pastanızın çelik bir çapılı orifisine sahiptir(4.84).



Sekil 4.64. Al TeeJet hava emişli memeler

4.1.12.1.4. İğne tipi hidrolik memeler

İğne tipi memeler, özellikle uçak ve helikopterlerde yapılan ilaç uygulamalarında driftte neden olmayacağı büyük ölçüde damlalar oluşturmak amacıyla kullanılır. Bu memeler 0,33 ve 0,7 mm çapında olmak üzere iki farklı büyük ölçüde imal edilirler. Bu tip memelerde ileriye hızının 95 km/h'ı ve basıncın 0,14 barı aşmaması durumunda 800-1000 μm çapında ve damla büyüğünü dağılımı açısından oldukça tekdüze bir pülverizasyon elde edilebilmektedir (Şekil 4.65).

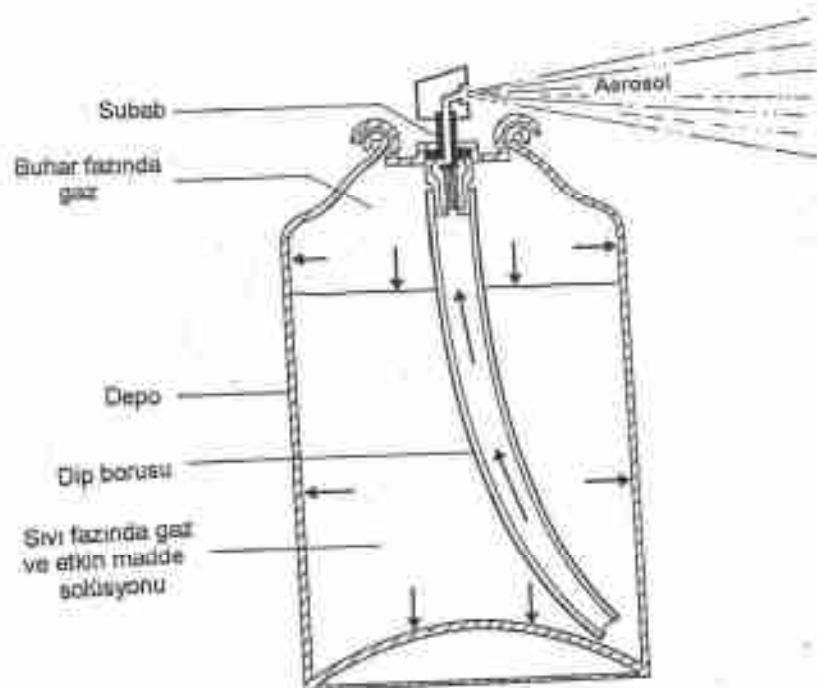


Şekil 4.65: Igne tipi memeler.

4.1.12.1.5. Basınçlı kutu (sprey) memeleri

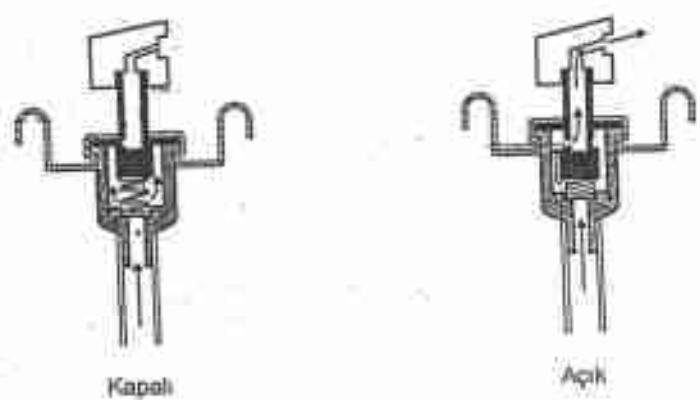
Sprey ve aerosol olarak bilinen basınçlı kutu memeleri; çeşitli boyalı, saç spreyleri, deodorant, pestisit vb. sivilann aerosol düzeyinde çok küçük çaplı damlacıklar uygulanmasında yaygın olarak kullanılmaktadır (Şekil 4.66). Metal, plastik, cam vb. farklı malzemelerden yapılmış ve farklı hacimlerdeki sızdırmaz kutular içerişine, püskürtülecek sıvı ve basınç altında sıvılaştırılabilen gazlar konulur. Gaz olarak florlu hidrokarbonlar (Freon 12 gibi) kullanılır. Bu gazlar, yanıcı olmamaları, kokusuz ve zehirsiz olmaları nedeniyle tercih edilmektedirler. Ancak son zamanlarda çevreye olumsuz etkileri saptandığı için bunların yerine karbondioksit, bütan ve nitrojen gibi gazlar da kullanılmaya başlamıştır.

Basınçlı kutunun üst kısmında yaylı bir subap (valf), bu subabın üstünde ise meme bulunur. Memeye üstten aşağı doğru bastırılınca, kutu içindeki sıvı ile meme deliği arasındaki kanal açılır. Sivının üst yüzeyine etki eden gazın basıncıyla hareket eten sıvı, kutunun dibine kadar uzanan ve subapla bağlantılı olan dip borusu yardımıyla subaptan gereklilik memede dışarıya basınçlı bir şekilde çıkar ve damlacıklar halinde parçalanır. Memeden çıkan damlacıklar hedefe doğru ilerlerken katı maddelerinin hızla buharlaşması nedeniyle çapları küçülür. Bu nedenle hedef üzerinde düzgün bir ilaç dağılımı elde etmek için, meme hedefe çok yakını tutulmamalıdır.



Şekil 4.66. Basınçlı kutunun yapısı.

Basınçlı kutularda külalanın ve sıvının memeye geçişini sağlayan subabin kapalı ve açık konumları Şekil 4.67'de görülmektedir.



Şekil 4.67. Basınçlı kutularda kullanılan subabin kapalı ve açık konumları.

Basınçlı kutu memelerinde delik çapı genellikle 0,43 mm'dir. Meme delikleri farklı şekillerde yapılabilmektedir. Şekil 4.68'de uygulamada en çok kullanılan meme deliği tipleri görülmektedir. İri damlalı bir kaba püverizasyon yapılacak ise gaz miktarı azaltılmalıdır. Çıkışa doğru daralan konik orifis kullanıldığından ise hüzme açısı genişlemekte ve daha ince bir püverizasyon yapılabilmektedir.

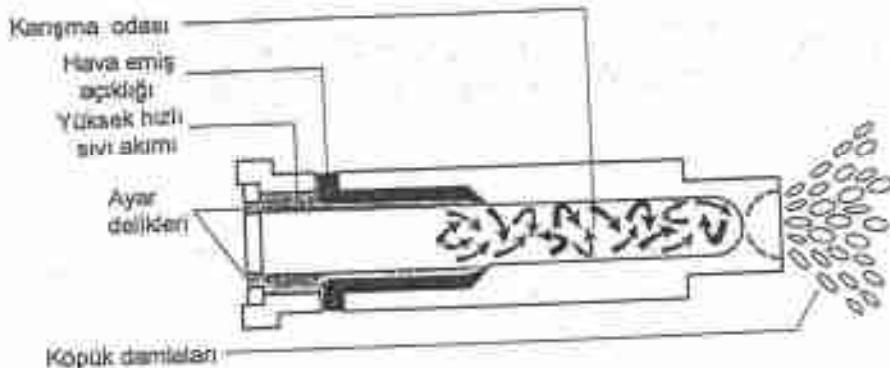


Şekil 4.68: Basınçlı kutu memelerinde sıvı çıkış kanalları (orifis) tipleri.

4.1.12.1.5. Hava emişli hidrolik memeler (Köpük memeleri)

Bu tip memelerde, sıvı memeden çıkmadan önce meme içine emilen hava ile karışmaktadır. İlaçlama sıvısı içerisinde köpürtücü kimyasal katkılar kanstırınlarak memeden köpük halinde gözle görülebilen bir püskürme sağlanabilmektedir.

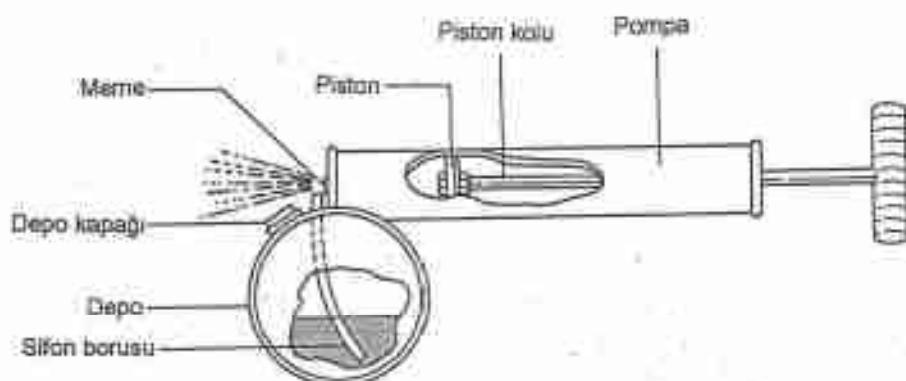
Köpük memeleri, konik veya yelpaze şeklinde hüzme oluşturabilirler. Bu köpük memelerinin en önemli yaran, hedef üzerindeki köpüklerin kolayca görülmESİ nedeniyle ilaçlanan kısımların ilaçlanmayan kısımlardan kolayca ayırtılmasına imkan vermesidir. Tarla püverizatörlerinde, püskürtme çubuğuunun (bumun) her iki ucuna takılarak ilaçlama genişliğinin işaretlenmesinde kuşanılır. Böylece ilaçlanan alanların yeniden ilaçlanması önlenmiş olmaktadır. Şekil 4.69'da bir köpük memesinin yapısı verilmiştir.



Şekil 4.69. Kopyük memesinin yapısı.

4.1.12.2. Gaz enerjisi ile çalışan pnömatik memeler

İkiz akışkanlı (twin-fluid) memeler olarak da adlandırılan pnömatik memelerde, sıvı ilaçın damalar şeklinde parçalanması ve oluşan damaların hedefe taşınmasında gerekli olan enerji, hava akımı ile sağlanmaktadır. Akışkanlardan biri yüksek hızlı hava akımı, diğeri ise ilaçlama sıvısı olmak üzere, iki akışkanın birbirleri ile çarptırılması sonucu damalar oluşmaktadır. En basit pnömatik meme tipi, filti pompası yada tabancası olarak adlandırılan memedir (Şekil 4.70). Viskozitesi 50 cst ve daha düşük olan sıvılar bu memeler yardımıyla uygulanabilmektedir.

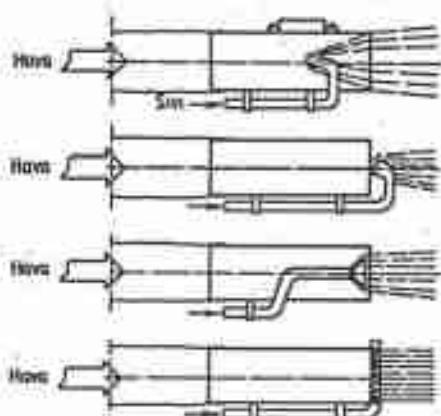


Şekil 4.70. Filti pompası.

Pnömatik memelerde sıvı ilaç, depodan ince bir boru veya hortumla hava akımının geçtiği kanalın içine ilettilir. İletim bonusunun ucunda bulunan sıvı, büyük bir hızla kendisine çarpan hava akımı tarafından parçalanır ve oluşan damlalar hava akımının içine karışarak hedef üzerine taşınır.

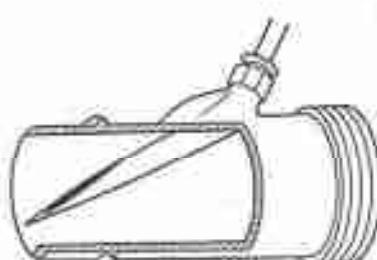
Çoğu pnömatik memeler, özellikle endüstriyel kullanımlar için tasarlanmıştır. Örneğin, süt ve benzeri sıvı materyallerin çok soğuk ya da sıcak bir ortama püskürtülerek konservasyonu, otomobil boyaması gibi boyalar püskürme amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır.

Pnömatik memeler, hava akımı ve sıvının hava kanalı içinde ve dışında karışma durumuna göre içten karışmalı ve dıştan karışmalı pnömatik memeler olarak adlandırılır. Pnömatik memelerde sıvının hava kanalı içine verilmesi ile ilgili en çok kullanılan düzenlemeler Şekil 4.71'de verilmiştir. Bu şekilde görüldüğü gibi sıvı kanalının ağzı, hava akımının akış yönüne ters veya onuna aynı yönde olabilir.



Şekil 4.71. Pnömatik memelerde sıvının hava kanalına verilmesi şékilleri.

Motorlu sırt atomizörlerinde kullanılan meme tipi, içten karışmalı tip pnömatik memedir (Şekil 4.72). Vantilatör tarafından sağlanan hava akımı, hava kanalı çıkış ağzında sıvı ile karşılaşmaktadır. Çıkış ağzındaki daraltılmış kısmda venturi etkisi ile oluşan alçak basınç, sıvının hava içine akışını sağlar ve sıvı damlalar halinde parçalanır. Sıvı hava kanalı içine düşük basınçta (yaklaşık 0,2 bar) beslenir.



Şekil 4.72. Motorlu sıvı atomizöründe kullanılan içten kanışmalı pnömatik meme.

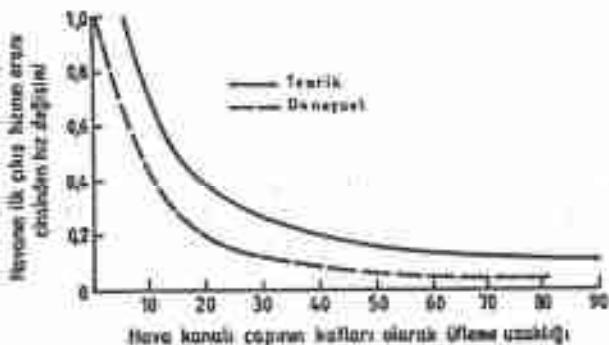
Pnömatik memelerde yapılan püplerizasyonun istenen düzeyde olabilmesi için, hava hızının en az 50 m/s olması gerekmektedir. Hava hızı arttıkça püplerizasyonun ortalamama damla çapı küçülmede ve damlalar daha uzak mesafelere ulaşabilmektedir.

Pnömatik memelerde, damla büyütüğü üzerinde hava hızının yanı sıra hava verdisinin sıvı verdisine oranı da oldukça önemli bir rol oynuymaktadır. Sıvı verdisi arttıkça damla büyütüğü artmaktadır, buna karşılık hava verdisi arttıkça damla büyütüğü küçülmektedir. Hava akımının etkisini artırmak ve sıvının etken bir şekilde parçalanmasını sağlamak için, sıvı hava kanalı içinde ince bir tabaka halinde yayılmıştır. Çizeğe 4.13' de pnömatik memede sıvı verdisindeki artışın damla büyütüğünne etkisi verilmiştir. Damla büyütüğündeki değişim, hava kanalına sıvı ileten orifisinin hava kanalına göre konumu ve tasarım gibi bazı faktörlere de bağlıdır. Puskürme sıvısının fiziksel özelliklerinin damla büyütüğü üzerindeki etkisi ise henüz tam olarak belirlenmemiştir.

Çizeğe 4.13. Pnömatik memede sıvı verdisinin damla büyütüğünne etkisi.

Sıvı verdisi (L/min)	Damla büyütüğü (VMD, μm)
0,7	200
1,6	242
2,0	265

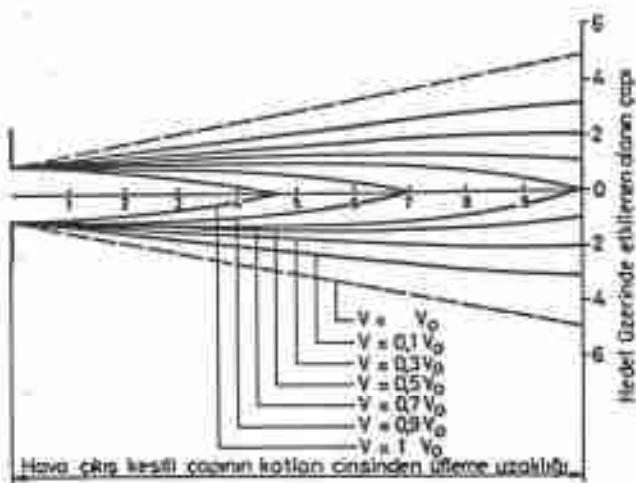
Pnömatik memelerde, silindirik hava kanalından çıkan hava akımının hızı, atmosfer içinde karşılaştığı dirençler nedeniyle hızla azalmaktadır. Şekil 4.73' de meme ekseni doğrultusunda uzaklaştıkça hava hızındaki azalma görülmektedir.



Şekil 4.73. Dairesel bir kesitten çıkan hava hızının ışık hızına göre uzaklığa bağlı olarak şallması.

Şekil 4.73' den görüleceği gibi, ışık hızı mesafesi hava kanalı çapının 40 katı olduğunda, hava hızı ilk çıkış değerinin % 20' sine inmektedir. Örneğin, çapı 5 cm olan bir memeden 50 m/s hızla çıkan havanın hızı 200 cm ($= 5 \times 40$) ışık hızlığında 10 m/s ($= 50 \times 0,20$) değerine inecektir.

Bir pnömatik memeden çıkan hava hızının değişik noktalarındaki hızları da birbirinden farklıdır. Şekil 4.74' de çıkış hızının katları olarak, hava hızının içindeki eşit hız eğrinin değişimi verilmiştir. Bu şekil yardımcıyla, hava kanalı çapının katları cinsinden farklı ışık hızı mesafelerindeki hız dağılımları ve hedef üzerinde etkilenen alanın çapı belirlenebilmektedir.



Şekil 4.74. Pnömatik memeden çıkan hava hızının eş hız eğrileri.

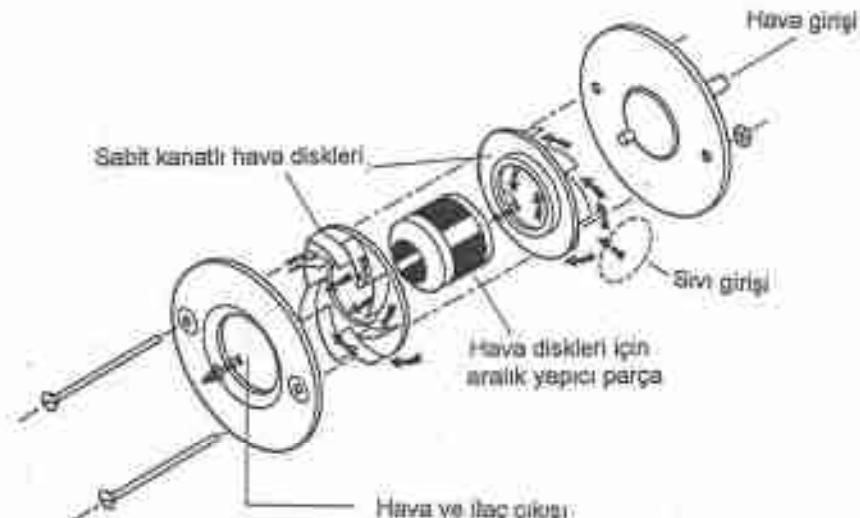
Ortamın çevre havası, içinde hareket eden her cisme, hareket hızının karesiyle orantılı bir direnç göstermektedir. Pnömatik memeden çıkan hava akımının hızı arttıkça karşılaşacağı direnç, hızının karesiyle artış gösterecektir. Bu nedenle pnömatik memelerin enerji gereksinimi, hidrolik memelerden daha fazladır. Bir pnömatik memenin enerji gereksinimi aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanabilmektedir.

$$J = 0,05 \cdot Q \cdot v^2$$

Burada:

- J : Pnömatik memenin enerji gereksinimi,
- Q : Sıvı verdisi ,
- v : Hava hızı' dir.

Diğer bir ikiz aksaklı meme ise girdaplı meme olarak adlandırılan memelerdir (Şekil 4.75). Bu memelerde, sıvı çıkış orifisi etrafında yüksek hızlı ve girdaplı bir hava akımı oluşturulur. Sıvı, bu girdaplı hava akımı içine ince bir tabaka halinde yayılır. Hava girdapları, çoğunlukla bir çift sabit kanatlı hava diskleri tarafından oluşturulur. Sıvı merme içine basılarak ilk parçalanma ve girdaplı hava akımının neden olduğu ikinci parçalanma etkisiyle aerosol büyüğüğünde çok küçük çaplı damlacıklar oluşturulur. Bu tip memeler, teknik malathion gibi ULV formülasyonlarıyla yedişkin sıvısına mücadeleninde çok yaygın kullanılmaktadır. Damlacık oluşumu, nisbeten düşük hava basınçlarında ($<0,3$ bar) gerçekleştilir. Fakat aerosol büyüğüğünde damlacıklar oluşturulmak istendiğinde, hava hacmi ve ayrıca hava/sıvı hızındaki farklılık artırılmalıdır.



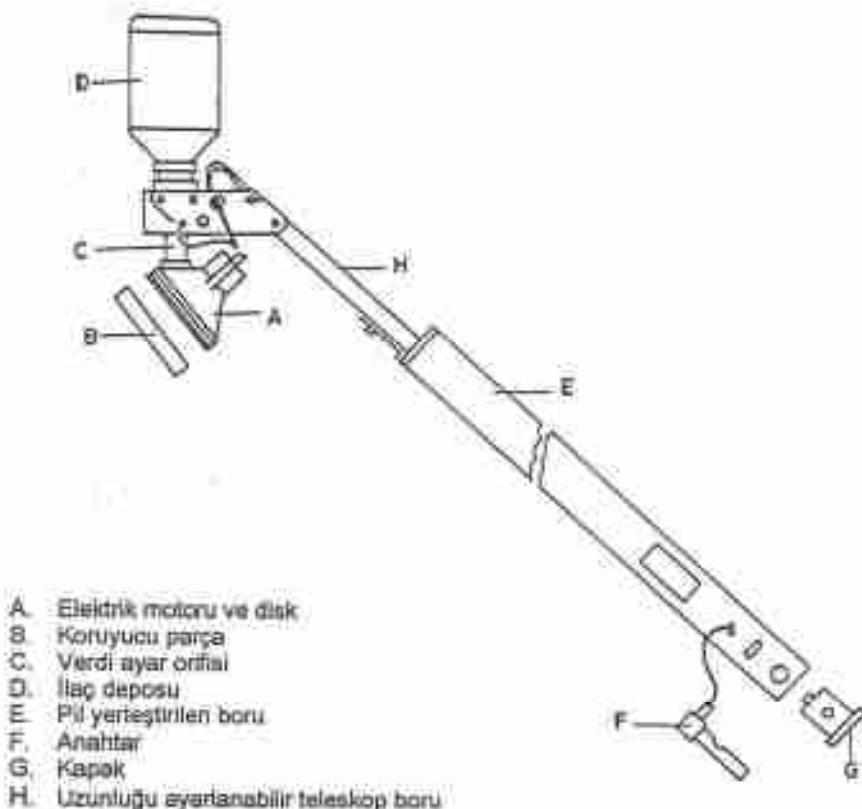
Şekil 4.75. Girdaplı meme.

4.1.12.3. Merkezkaç kuvvetiyle çalışan santrifüj memeler

Merkezkaç kuvvetiyle çalışan memeler, ilk olarak su sakızıtı çekilen ve henüz traktörün yaygın kullanılmadığı bölgelerde, pille çalıştırılan basit el pülverizatörlerinde kullanılmıştır. Ancak son yıllarda, tariha pülverizatörlerine adapte edilerek kontrollü damla uygulamalarında kullanılmaktadır.

Bu memeler, hidrolik enerji ile çalışanlara göre damla büyütük dağılımı (spektrumu) dar sınırlar arasında kalacak şekilde tekdüzeliği oldukça yüksek bir pülverizasyon sağlarlar. Bu tip memelerle çalışmada, ilaç normunu değiştirmeden istenilen damla büyütüğünü elde edilebilmektedir.

Merkezkaç enerjisiyle çalışan memelerin döner diskli ve döner kafesli olmak üzere iki tipi vardır. Döner kafesli memeler uçak ve helikopterlerde kullanılmaktadır. Döner diskli memeler ise, tek diskli elle taşınan ufak tiplerden çok diskli tariha pülverizatörlerine kadar çok değişik tiplendir. Şekil 4.76'da, merkezkaç enerji ile çalışan elle taşınır tip bir döner diskli memeye sahip pülverizatör görülmektedir.

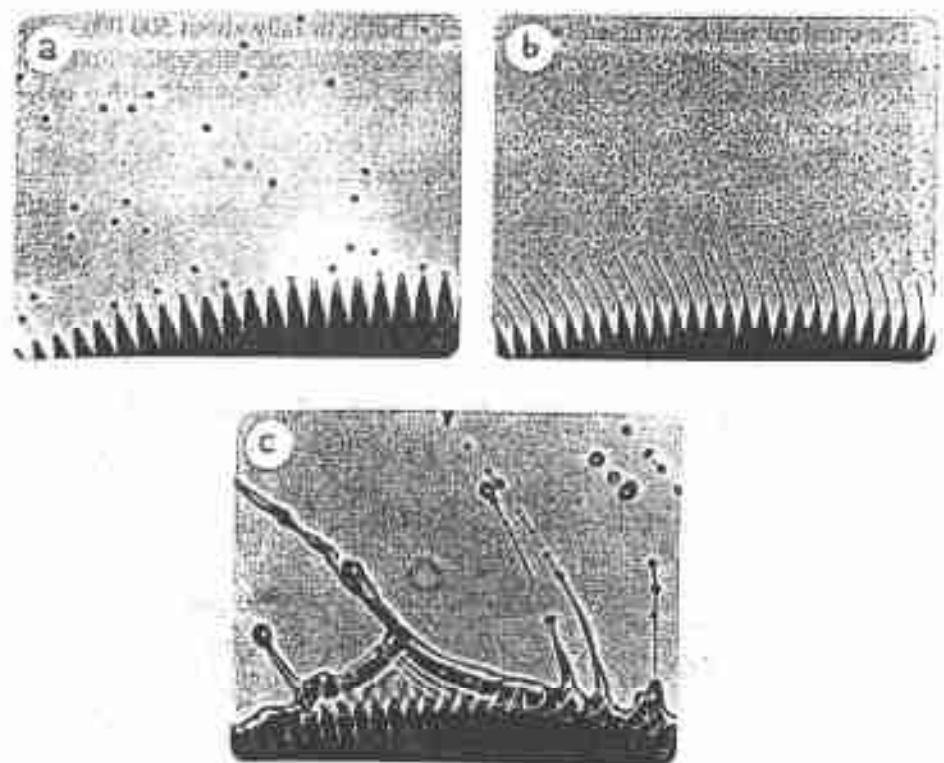


Şekil 4.76. Elle taşınır tip döner diskli pülverizatör.

Hafif yapılı olan bu pliivertzatörler, disk ve diske hareket veren motorun bulunduğu baş kısım, bir sıvı deposu, uzunluğu ayarlanabilir bir sap ve güç kaynağından oluşmaktadır.

Döner diskli memelerde sıvı, dönen yüzeyin merkezine yakın bir noktadan akıtsır. Bu sıvı, dönen yüzey üzerinde merkezkaç kuvvetinin etkisiyle yayılıarak ince bir film tabakası haline gelir ve diskin kenarlarına doğru hızla ilerler. Bu tip memelerde damla oluşumu 3 şekilde gerçekleşmektedir (Şekil 4.77). Bunlar:

- Disk kenarındaki ince sıvı dışlarından doğrudan damla oluşumu (Şekil 4.77.a),
- Disk kenarındaki sıvı dışlarından çevreye doğru uzayan ince sıvı iplikçiklerinin hava direnci ile karşılaşınca parçalanarak damla oluşumu (Şekil 4.77.b).
- Disk kenarından ince bir film şeklinde atılan sıvının parçalanmasıyla damla oluşumudur (Şekil 4.77.c).



Şekil 4.77. Döner diskli memelerde damla oluşum şekilleri.

Merkezkaç enerjisiyle çalışan döner diskli memelerde damla oluşumuna etkili olan faktörler aşağıdaki şekilde sıralanabilmektedir;

- disk devir sayısı,
- sıvı verdisi,
- sıvının fiziksel özellikleri,
- döner diskin yüzey özellikleri,
- sıvının disk üzerindeki ataleti,
- disk konanındaki damla ile çevre havası arasındaki sürtünmedir.

Diskin düşük devirlerinde, çevre hızı az olduğundan damla oluşumunda sıvının viskozitesi ve yüzey genilimi gibi fiziksel özellikleri daha etkindir. Yüksek disk hızlarında ise atalet kuvveti ve sürtünme daha etkilidir. Disk üzerine beslenen sıvının verdisi arttığında, damanın oluşabilmesi için disk devir sayısının da artırılması gerekmektedir. Bu nedenle yüksek besleme verdilerinde, atalet kuvveti ve sıvı ile hava arasındaki sürtünmenin etkisi daha ön plana çıkmaktadır.

Merkezkaç enerji yardımıyla damla oluşturan döner tip memelerde, diskin devir sayısı ve çapı arttıkça damla çapı küçülmektedir (Çizelge 4.14). Buna karşın sıvının viskozitesi, yüzey genilimi, yoğunluğu ve besleme verdisi arttıkça damla çapı büyümektedir.

Çizelge 4.14. Disk devir sayısına bağlı olarak damla çapının değişimi (Besleme verdisi= 36 mL/min).

Disk devir sayısı (1/min)	Damla çapı (μm)
1200	375
1400	315
1600	270
1800	240
2000	215
2200	190
2400	165
2600	150
2800	140
3000	135
3200	130

Döner tip diskli memelerde disk devir sayısı, besleme verdisi, damla çapı ve tüketim katsayıları arasındaki ilişkiler ise Çizelge 4.15' de verilmiştir.

Çizeğe 4.15. "Mini JLVA" Döner diskli memede devir sayısı, verdi, damla büyüklüğü ve teknolojik arasındaki ilişkiler.

Disk devri (1/min)	Verdi (mL/min)	VMD (μm)	NMD (μm)	$\frac{\text{VMD}}{\text{NMD}}$
15000	0.4	48	26	1.9
	1.5	40	23	1.7
	4.0	40	29	1.4
	8.5	41	32	1.3
	13	44	32	1.4
	26	45	35	1.4
	42	48	33	1.5
	60	64	37	1.7
12000	0.4	69	30	2.3
	1.5	62	31	2.0
	4.0	56	27	2.1
	8.5	54	33	1.6
	13	54	33	1.6
	26	52	39	1.3
	42	57	41	1.4
	60	60	38	1.6
9000	0.4	82	75	1.1
	1.5	80	32	2.5
	4.0	71	30	2.0
	8.5	64	40	1.6
	13	65	37	1.8
	26	71	50	1.4
	42	79	48	1.6
	60	81	55	1.5

Döner diskli memelerden oluşan sıvı damlalarının büyüklüğünü belirlemek amacıyla bazı ampirik eşitlikler geliştirilmiştir. Bu eşitliklerden birisi aşağıda verilmiştir.

$$D_m = \frac{K}{W} \sqrt{\frac{\sigma}{D \rho}}$$

Bu eşitlikte;

- D_m : Ortalama damla çapı (μm),
- K : Deneysel yolla bulunan sabit sayı (3.8),
- W : Diskin açısal hızı (rad/s),
- D : Disk çapı (mm),
- σ : Sivının yüzey genilimi (N/m),
- ρ : Sivının yoğunluğu (g/cm^3)'dur.

Daha sonra yapılan çalışmalarla, kullandan sıvının viskozitesi ve disk besleme verdisinin de ortalama damla çapları üzerinde etkili olduğu anlaşılarak bu eşitlige doğaşen olarak eklenmiştir. Buna göre ortalama damla çapı;

$$D_m = K Q^n \mu^{-0.5} \rho^{-0.5} \sigma^2$$

eşitliğiyle hesaplanabilmektedir. Bu eşitlikte (Q) besleme verdisini, (μ) sıvının viskozitesini ve (n) disk devir sayısını göstermektedir.

Bu tip memelerle yapılan diğer bir araştırmada, oluşan damlaların sauter çapı cinsinden damla büyüklüğünü belirlemek için aşağıdaki eşitlik geliştirilmiştir.

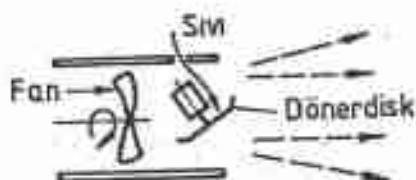
$$d_{v/s} = \frac{0,008}{n^{0.81}}$$

Bu eşitlikte;

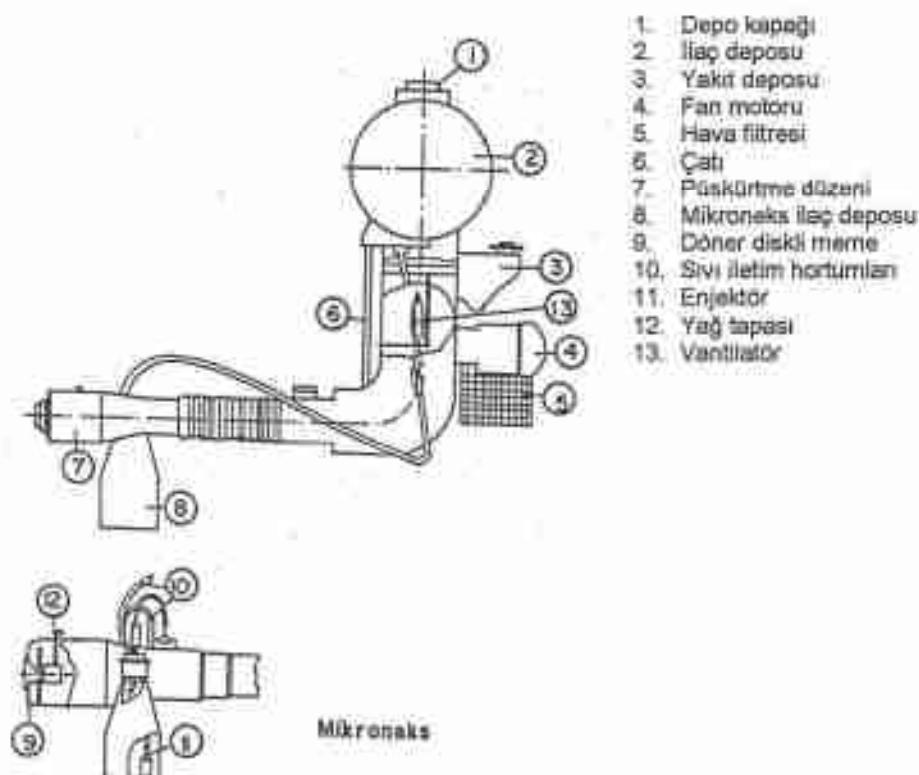
$d_{v/s}$ = Sauter (hacim/yüzey) çapı (m),

n = Disk devir sayısı (1/s)'dır.

Döner diskli memelerin bazı tipleri bir yardımcı hava akımı ile birlikte kullanılabilirler. Bu şekildeki memeler hava akımı döner diskli memeler olarak tanımlanabilmektedir. Şekil 4.78'de hava akımı döner diskli bir meme şematik olarak gösterilmiştir. Şekil 4.79'da ise motorlu sırt atomizörünün püskürme başlığına takılan bir döner diskli meme gösterilmiştir. Motorlu sırt atomizörü püskürme başlığına takılan döner disk, atomizörün hava akımıya dönmekte ve disk üzerine sıvının beslenmesi ise 0.5 litrelik depodan yine hava akımının etkisiyle sağlanmaktadır.



Şekil 4.78: Hava akımı döner diskli meme örneği.



Şekil 4.79. Döner diskli motorlu sıvı atomizörü.

Hava akımı igerisinde çalıştırılan bir döner diskli membede üretilen damla boyutluğu, hava akımı etkisiyle değişebilir. Bu tür hava akımı döner diskli bir memeden elde edilen dammanın boyutunu aşağıdaki eşitlikle hesaplanabilir.

$$d = \frac{K\gamma}{\rho V^2}$$

Burada:

- V : Hava akımının hızı (m/s),
- d : En büyük damla çapı (μm),
- K : Damla boyutuna bağlı bir katsayı,
- ρ : Havanın yoğunluğu (g/cm^3),
- γ : Sivinin yüzey gerilimi (N/m)' dir.

Merkezkaç kuvvetinin sağladığı enerjiyle damla oluşturan döner memelerde, damyanın hava içinde gidebileceği mesafe ise aşağıdaki eşitlikten bulunabilir.

$$L = 1,3 \cdot (D \cdot d)^{1/2}$$

Bu eşitlikte;

L : Damyanın gidebileceği uzaklık (cm),

D : Disk çapı (cm),

d : Damla çapı (mm)' dir.

4.1.12.3.1. Döner diskli memelerde disk yapısı ve çalışma özelliklerı

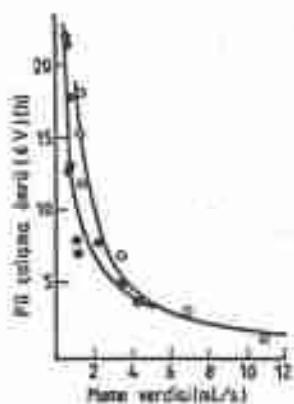
Bu memelerin ilk tiplerinde üst üstte yerleştirilmiş iki disk bulunmaktadır. Bu disklerin kenarları ince tırtıl diş şeklindedir. Bu tip çift diskli memelerde, iki disk arasında dönme nedeniyle oluşan hava hareketi, memelerin güç gereksinimini artırmıştır. Bu nedenle diskleri döndüren motorun güç tüketiminin azaltmak amacıyla tek diskli memeler geliştirilmiştir. Bu memelerin çapı genellikle 80 mm kadardır. Kenar kısımlarında yaklaşık 1-2 mm'lik bölüm, 60° lik açıyla bükülmüş ve uçları çepçeçevre ince tırtıl diş haline getirilmiştir. Bu memelerin en son geliştirilen tipleri ise kesik bir konya benzemekte olup küçük çapı 30 mm, büyük çapı 55 mm ve derinliği 20 mm kadardır.

Döner diskli memelerde amaca uygun damla çapını verecek devir sayısı seçildikten sonra tüm çalışma boyunca bu devir sayısının sabit kalması damla tekdüzeliliği açısından oldukça önemlidir. El tipi döner diskli memeler pil bataryaları ile çalıştırıldığı için, pilin voltajı azaldıkça disk döndürmenin devir sayısı da azalmaktadır. Bu memelerde genellikle kullanılan Çinko-Karbon esaslı pillerin voltajı, diskin dönmesini sağlayan motor çalıştırıldığça azalmaktadır. Motor çalıştırılmadığında, pillerden akım çekilmemişti. İyon repolarizasyon nedeniyle voltajtan bir miktar yükselir. Koltuk ve taze 1,5 V'luk bu tip pillerden 12 volt sağlanacak şekilde kesikli olarak günde en fazla 2 saatlik çalışma yapılması durumunda, pillerin verebileceği voltaj 6 V'un altına inmeden 14 saatlik bir çalışma ömrü sağlanabilmektedir.

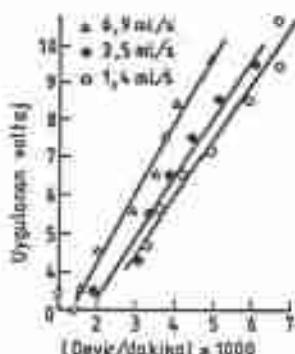
Disklerin döndürülmesinde diğer alternatif güç kaynakları da kullanılabilir. Bunlar, özellikle kurşun asit ve nikel-kadmium türü yeniden şarj edilebilir pillerdir. Ayrıca güneş enerjisile şarj edilebilen güç kaynakları da kullanılabilir. Bu tip güç kaynakları, özellikle elektriğin olmadığı kimselere oldukça önemlidir.

Yeniden şarj edilebilen 12 V 4 Ah'lik D-tipi nikel-kadmium piller, pülverizasyon süresinin uzun olduğu uygulamalarda daha fazla voltaj sağlarlar. Bu piller, gece boyunca 400 mA'de şarj edildiklerinde, bir tam gün kullanılabilirler.

Döner diskli memelerde yüksek hacimli uygulamalar yapıldığında, yanı disk üzerine sıvı besleme verdişi artırdığında, çinko-karbon pillerin ömrü kısalmaktadır (Şekil 4.80) ve diskin devir sayısı azalmaktadır(4.81).



Şekil 4.80. Verdi değişiminin pil ömrüne etkisi.



Şekil 4.81. Farklı verdilerde çalışmada pil voltajının disk devir sayısına etkisi.

Memeyi döndüren motoru çalıştıran pil bateryalarının ömrü, çalışma ortamının sıcaklığından ve sıvının viskozitesinden de etkilenmektedir. Sıcaklık 27 °C'den 15 °C'ye düşüğünde ve daha viskoz sıvılarda pülverizasyon yapıldığında, motorun güç gereksinimi de artmada ve pil ömrü 1/3 oranında azalmaktadır.

Disk besleme verdisi, pülverizasyon başlangıcında ve pülverizasyon sırasında özellikle sıcaklıkta bir değişme varsa, belirli zaman aralıkları ile kontrol edilmelidir. Bu kontrolün, disk dönerken yapılması tercih edilmelidir. Verdi artışı nedeniyle motor yükü arttığında, hem güç tüketimi artmaktadır hem de disk devir sayısı azalarak damla büyüğü artmaktadır.

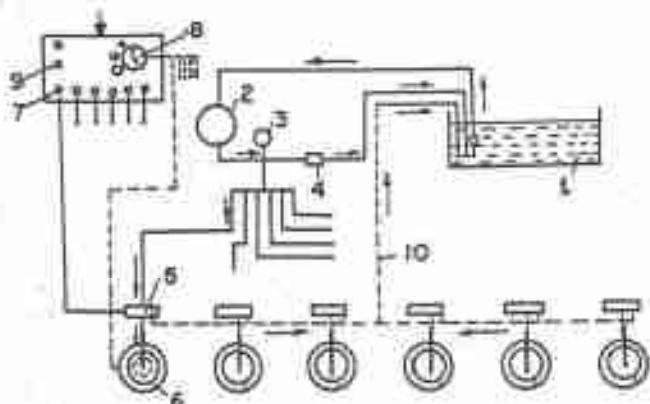
Merkezkaç enerjile çalışan döner diskli memelerin verdisi, disk üzerine akılan sıvı miktarına bağlıdır. Yerçekiminin etkisiyle akan sıvı, bir onfisten gerek disk üzerine iletilmektedir. Memeyi verdisi, bu onfislerin delik çapına

bağı olarak değişmektedir. Genellikle bu orifislerin delik çaplarının belirtilmesinde renk kodları kullanılmaktadır (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16. Döner diskli memelerde sıvı orifis çapını belirten renk kodları.

Renk	Delik (orifis) çapı (mm)
Beyaz	0.50
Kabverengi	0.65
Mavi	0.78
Şar	1.00
Turuncu	1.30
Kırmızı	1.56
Siyah	1.60
Gri	2.00
Yeşil	2.90

Döner diskli memelerin tariha püplerzatörlerinde kullanımı son yıllarda oldukça yaygınlaşmıştır. Traktörle kullanılanlarında, gereksinim duyuğu iş genişliğini sağlayacak sayıda disk ünitesi, bir taşıyıcı çabası üzerine 1-1,5 m aralıklarla yerleştirilmektedir (Şekil 4.82). Diskler, küçük tip elektrik motorlarıyla çalıştırılabildiği gibi, traktör hidrolik sisteminden faydalananarak hidrolik motorlar yardımıyla çalıştırılabilirliktedir.

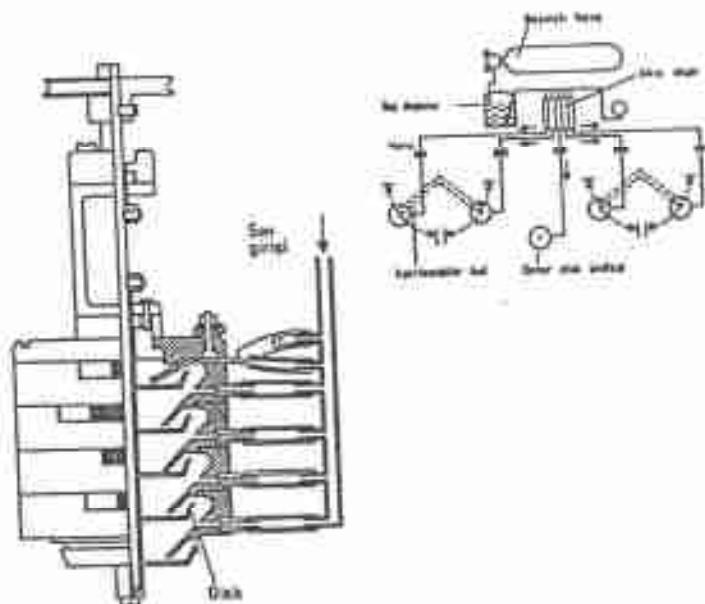


- | | |
|----------------------|--|
| 1. Depo | 6. Sentritüp meme |
| 2. Besleme pompası | 7. Elektrovana komuta anahtarları |
| 3. Manometre | 8. Memə motoru komuta anahtarı ve reosta |
| 4. Basınç regülatörü | 9. Ana soliter |
| 5. Elektrovana | 10. Elektrovonalar kapandığında geri dönüş hattı |

Şekil 4.82. Döner disk memeli bir tariha püplerzatörünün prensip şeması.

Tariha püplerzatörlerinde kullanılan döner diskli memelerin bazı tipleri çok disklidir. Çok diskli memeler, traktör hizasına bağlı olarak artan meme verdisi gereksinimini karşılayabilecek amacıyla yapılmışlardır. Bu amaçla geliştirilen bir memenin ve sistemin prensip şeması Şekil 4.83'de görülmektedir. Bu memede, 5 disk düzeyi bir mil üzerine yerleştirilmiş olup eşit devir sayısı ile dönerler. Sıvı ılaç yaklaşık 1,4 bar basınçta disklerin üzerine ayrı

ayn kanallardan enjekte edilir. Bu memelerde, devir sayılarına bağlı olarak herbisit uygulama için uygun damla büyüklüğüne ulaşılabilmektedir.



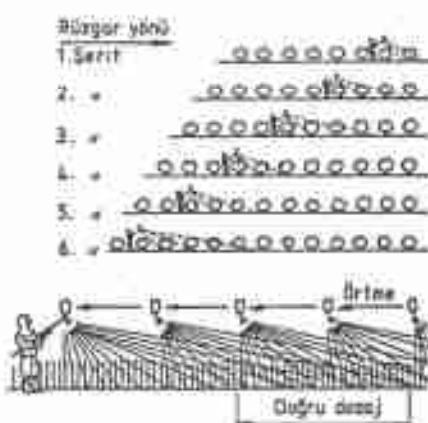
Şekil 4.83. Tıra pülverizatörlerinde kullanılan çok diskli döner tip meme ve sistem şeması.

4.1.12.3.2. Döner diskli memelerde çalışmada iş genişliği ve ilaçlama tekniği

Döner diskli memeye sahip pülverizatörlerin özellikle el veya omuzda taşıınanlarının, uygulama sırasında ilaçladığı şeridin genişliği, oluşan damla büyüklüğünə, esen rüzgarın özelliklerine ve diskin tutuluş konumuna yakından bağlıdır. Koruyucu perdesiz döner diskli bir memeden elde edilen 250 μm 'lik damlalarla 1,2 m genişliğinde bir alan ilaçlanabilirken, 70 μm 'lik damlalarla 1 m yükseklikten ilaçlama yapıldığında, rüzgar hızının 7 km/h' den daha az olması koşulunda bile 10 m' ye yakın bir iş genişliği elde edilebilmektedir.

İlaçlanan alandaki yüzey şekilleri ve bitki örtüsüne bağlı olarak oluşan hava türbünlensleri nedeniyle, damlalar çok uzaklara sürüklenebilmektedir. Bu tür hava hareketleri nedeniyle 100 μm ' den daha küçük çaplı damlalar ile 20 m iş genişliği elde edilebilmektedir. Ancak kararlı olmayan hava koşullarında, hava hareketlerindeki değişiklikler ilaç dağılım düzgünliğünün bozulmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, tek geçişte geniş bir şeridin ilaçlanması yerine, örtme payını artırıp her geçişte daha dar şeritlerin ilaçlanması ilaç dağılım düzgünliğünün iyileşmesini sağlar. Ancak, bu tür uygulamalar sırasında, ilaçın

Üst üste bindiği alanlarda aşın birikme olmaması için, ilaç konsantrasyonu düşük tutulmalıdır. Şekil 4.84'de döner diskli memeye sahip bir el pülverizatörü ile ilaçlama tekniği görülmektedir.

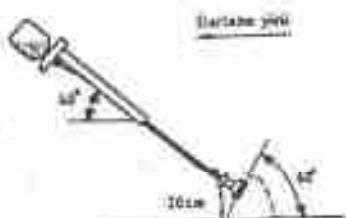


Şekil 4.84: Döner diskli memeye sahip el pülverizatörleri ile ilaçlama tekniği.

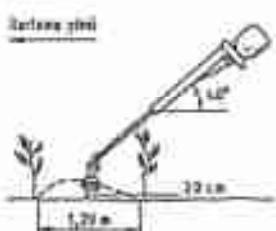
Bu tür pülverizatörlerde, aynı tarlada aynı anda birkaç kişi birden ilaçlama yapıyorsa, özellikle rüzgarlı çalışma koşullarında sürükleşen damlalardan ilaçlamayı yapan kişilerin konummasını sağlayacak bir düzenleme yapılmalıdır.

Döner diskli el pülverizatörleriyle herbisit uygulamalarında, damlaların rüzgarla sürüklenemasını önlemek amacıyla, disk yerden 15-20 cm yukarıda tutulur. İlaçlama yapan kişinin, ilaçlanmış alanlara basmaması için çalışma sırasında, disk genellikle ilerleme yönüne göre ilaçlayıcının arkasına gelecek şekilde tutulur (Şekil 4.85). Püskürtme hüzmesinin içi boş bir koni şeklinde olması için, disk yer yüzeyi ile 80° açı yapacak şekilde ayarlanmalıdır.

Pülverizatör, ilerleme yöne göre ters tutularak çalıştırıldığında, ilaçlanan şerit genişliği ve sıraları kontrolünde bazı zorluklarla karşılaşılabilir. Bu nedenle pülverizatör ilerleme yönüne doğru ve çalışanın önünde olacak şekilde tutulur. İlaçlamayı yapan kişiye ilaç damlalarının gelmemesi için, disk geniye doğru hafif eğik olacak şekilde tutulmalıdır (Şekil 4.86).



Şekil 4.85. Döner diskli el püplerizatörünün ilaçlayıcı kişinin arkasında oturma durumu.



Şekil 4.86. Döner diskli el püplerizatörünün ilaçlayıcı kişinin önünde oturma durumu.

4.1.12.4. Isı enerjisiyle çalışan memeler

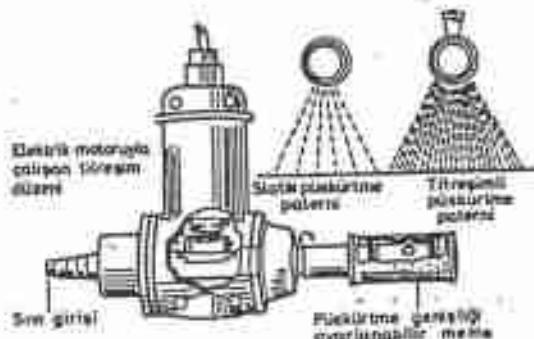
Isı enerjisiyle çalışan memeler, sıvı ilaçın bir sis bulutu şeklinde yayılması amacıyla hazırlanan sisleme makinalarında (sisleyicilerde) kullanılmaktadır. Bu memeler, sıvı ilaç 15 – 30 μm lik damlalara dönüştürerek bir sis bulutu şeklinde uygularlar. Çözüçü bir yağ içinde eritilen ilaç, sıcak gazların bulunduğu bir ortama enjekte edilerek buharlaşması sağlanmaktadır. Buharlaşan ilaç memeden hızla dışarı atılan sıcak gazlarla birlikte dış ortama circa, ortam sıcaklığının azlığı nedeniyle kışılımdaki yağ bir anda yoğunlaşmakta ve sis bulutu şeklinde etrafı yayılmaktadır. Bu memelerde elde edilen damla büyüklüğü, kullanılan pestisit solusyonunun özelliklerine ve verdiye bağlıdır. Verdi arttıkça damla büyüklüğü artmaktadır. İlacın buharlaşması için gerekli sıcak gazlar, içten yanmalı bir motordan veya puls-jet esasına göre çalışan motorlardan yararlanılarak elde edilebilmektedir.

Isı enerjisiyle çalışan memeler, sisleyici veya sisleme makinaları olarak da adlandırılmasında olup sisleyicilere ilişkin bilgiler Bölüm 5' de ayrıntılı olarak verilmiştir.

4.1.12.5. Kinetik enerjili memeler

Ucunda sulama süzgeci olan bir bahçivan kovası ya da sulama hortumu ucuna takaşmış bir süzgeçte olduğu gibi, eğer sıvılar küçük çaplı bir delikten yerçekimi kuvvetiyle akıtıldığında sıvı ıpliği oluşur. Bu sıvı ıplığı sallandığında koparak in damlalar oluşur. Bu prensip, titreşimli (Vibrajet) memelerde kullanılmıştır.

Titreşimli memelerde bir titretme düzeneği ve üzerinde çok sayıda delik bulunan bir meme başlığı bulunur. Meme başlığı, plastikde kaplanmış içi boş küçük çaplı bir boru şeklidindedir. Titretme düzeneği, 12 V'luk bir doğru akım motoru ile bir krank düzendenden oluşmaktadır. Motordan alınan hareket krank düzeni yardımıyla memeye iletişim olarak memenin titreşim yapması sağlanır. Meme, uzun eksen boyunca 25° 'lik açı içerisinde ve 58 Hz'lik bir frekansla titreştiir. Şekil 4.87'de titreşimli bir memenin ana parçaları ve çalışma prensibi gösterilmiştir.



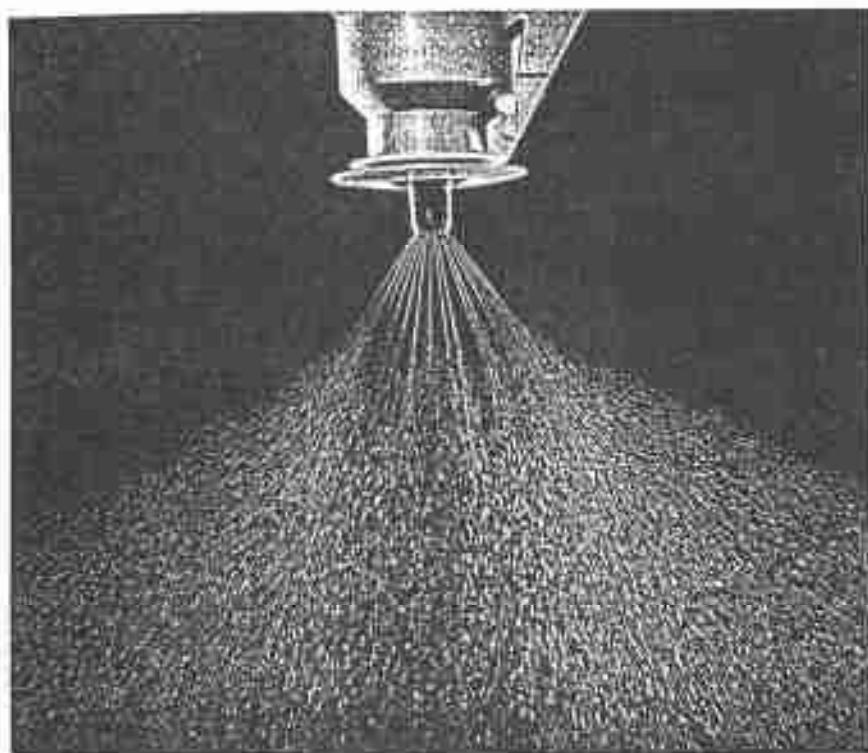
Şekil 4.87. Titreşimli bir memenin ana parçaları ve çalışma prensibi.

Titreşimli memelerde oluşturulan damlaların büyüklükleri, meme başlığı delik çapları değiştirilerek ayarlanabilmektedir. Delik çapı 0,25 mm olduğunda 500 μm 'lik damlalar elde edilirken, delik çapı 0,74 mm'ye çıktığında 1250 μm 'lik damlalar elde edilmektedir.

Titreşimli memelerde iri damlalar elde edilmekte olup genellikle herbisit uygulamaları ve 100 L/ha' dan daha fazla ilaç normu gerektiren uygulamalarda kullanılır. Fakat bu memelerin maliyetlerinin yüksek olması, uygulamada yaygın olarak kullanılanlarını engellemiştir.

4.1.12.6. Elektrik enerjili memeler

Bu memelerde, sıvı ilaç ince bir kılcal kanaldan yerçekiminin etkisiyle akarken, yüksek电压 uygulanarak yüklenmektedir. Yüklenmiş sıvı iplikçileri şeklinde kılcal kanaldan geçen akan sıvı, bu yükün etkisiyle elektrostatik olarak yüklenmiş damlacıklar halinde parçalanır (Şekil 4.88). Oluşan damlacıkların tekdüzlüğü oldukça iyidir. Bu memelere ilişkin detaylı bilgiler elektrostatik yükleme tekniği bölümünde (Bölüm 6) verilmiştir.



Şekil 4.88. Elektrodinamik memede pulverizasyonun olumunu.

4.1.12.7. Konik ve yelpaze hüzmeli memelerin bazı karakteristik özelliklerinin karşılaştırılması

Konik ve yelpaze hüzmeli hidrolik memelerin genel karakteristik özellikleri daha önceki bölümlerde detaylı olarak verilmiştir. Meme seğirmine esas olacak bazı karakteristik özellikler Çizelge 4.17'de karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Çizelge 4.17'de görüldüğü gibi damlaianın bitki içeresine penetrasyonu açısından en iyi meme tipi konik hüzmeli memelerdir. Ayrıca, konik hüzmeli memelerin fungusit ve insektisit uygulamalarında oldukça başarılı olduğu, ancak herbisit uygulamaları için uygun olmadığı görülmektedir. Buna karşın, yelpaze hüzmeli yanaklı memelerin herbisit uygulamalarında son derece başarılı oldukları görülebilimtedir. Rüzgarla sürükleme yönünden ise konik hüzmeli memelerin kötü olduğu, yelpaze hüzmeli memelerin daha büyük damla çaplı püskürzasyonlar oluşturmalan nedeniyle iyi oldukları söylenebilmektedir.

Çizelge 4.17. Konik ve yelpaze hüzmeli memelerin bazı karakteristik özelliklerinin karşılaştırılması.

Karakteristik özellik	Konik hüzmeli meme	Yelpaze hüzmeli meme		
		Yanaklı tip		Aynalı Tip
		80°	110°	
Çıplak toprakta hacimsel dağılım düzgünliği	0	2	3	2
Bitki aralarına girebilme (penetrasyon)	3	2	2	1
Rüzgarla sürükleme	0	2	2	3
Meme yükseliştiğinden etkilenme	0	1	3	3
Tikanmaya duyarlılık	2	1	0	3
Cıkış sonrası (post emergence) herbisit uygulama başarısı	1	3	3	0
Cıkış öncesi (preemergence) herbisit uygulama başarısı	0	3	3	2
Fungusit ve insektisit'e uygunluk	3	2	2	0
Anra ekim için yabancı ot mücadelebine uygunluk	0	3	3	2

0= Kötü 1= Orta 2= İyi 3= Çok İyi

4.1.12.8. Hidrolik memelerin kodlanması

Basınç enerjisiyle çalışan hidrolik memelerin seçiminde kolaylık sağlanması amacıyla memeler üzerinde bazı harf ve rakamlardan oluşan kodlar bulunmaktadır. Bu kodlama sistemi, ülkelere ve imalatçı firmalara göre değişiklik göstermektedir. Memelerin kodlanması sırasında, genellikle memenin dört özelliğinin belirtilmektedir. Bunlar;

- Meme tipi,
- Standart çalışma basıncındaki hüzme açısı,
- Meme verdisi,
- Çalışma basıncı'dır.

Konik hüzmeli ve yelpaze hüzmeli memelerdeki kodlama sistemleri de birbirinden farklılık göstermektedir. Konik hüzmeli memelerde numaralandırmada, meme plakası delik çapı esas alımlı. Metrik sistemde söz

konusu delik çapının mm cinsinden değeri memenin numarasını belirtir. Örneğin, delik çapı 1 mm olan memenin numarası 1'dir. İnç sisteminde ise meme numarası 1/64 inç'in katları şeklinde gösterilir. Bu sisteme göre 2 numara memenin delik çapı 0,79 mm ($=2 \times 1/64$ inç)'dır. Örneğin Teejet firması tarafından üretilen konik hizmeli D2 memesindeki 2 rakamı 2 no'lu memeyi ifade etmektedir.

Yelpaze hizmeli memelerde ise kodlama sistemi daha farklıdır. İngiliz Bitki Koruma Konseyi (BCPC), meme kodu olarak 4 özelliği kabul etmiştir. Örneğin, E110/1.6/3 kodlu memede;

- F : Meme tipi (yelpaze hizmeli meme),
- 110 : Hızme açısı ($^{\circ}$),
- 1,6 : Meme verdisi (L/dak),
- 3 : Çalışma basıncı (bar)'dır.

Bazı meme imalatçıları, yelpaze hizmeli memeler kodlamak amacıyla 4 veya 5 haneli sayılar kullanırlar. Eğer kullanılan sayılar 4 hanelli ise ilk ikinci rakamı, 5 hanelli ise ilk üç rakamı memenin meydana getirdiği pülverizasyonun hızme açısını, geriye kalan rakamlar ise 10 katı olarak memenin verdisini göstermektedir. Bu tür kodlama genellikle ABD ve İngiliz yapımcılarda kullanıldığından meme verdisi (galon/dakika) cinsinden verilmektedir. Örneğin meme üzerindeki 8001 rakamı, bu memenin hızme açısının 80° ve verdirinin 0,1 gal/min ($0,1 \times 10 = 0,1$) olduğunu gösterir. 11001 rakamı ise hızme açısının 110° , verdirinin 0,1 gal/min olduğunu gösterir. Bir ABD galonu 3,785 litre, 1 İngiliz galonu 4,5 litredir.

Aşağıda, farklı meme imalatçıları tarafından kullanılan kodlama sistemleri ve açıklamalarına ilişkin örnekler verilmiştir.

- Albuz API 11003 Blue kodlu yelpaze hizmeli memede;

- Albuz : Meme markası,
- API : Meme malzemesi (Alüminyum),
- 110 : Hızme açısı ($^{\circ}$),
- 03 : Meme verdisi ($0,3 \times 3,785 = 1,2$ L/min)
- Blue : Meme rengi (Mavı)'dır.

- DF 110-04 C kodlu memede;

- DF : Meme serisi,
- 110 : Hızme açısı ($^{\circ}$),
- 04 : Meme verdisi ($0,4 \times 3,785 = 1,52$ L/min),
- C : Meme malzemesi (Seramik)'dır.

ISO 10626'de ise yelpaze hizmeli memeler renk kodları ile ifade edilmektedir (Çizelge 4.18).

Çizeğe 4.18. ISO 10626'e göre renk ve meme koduna bağlı olarak meme verdiler.

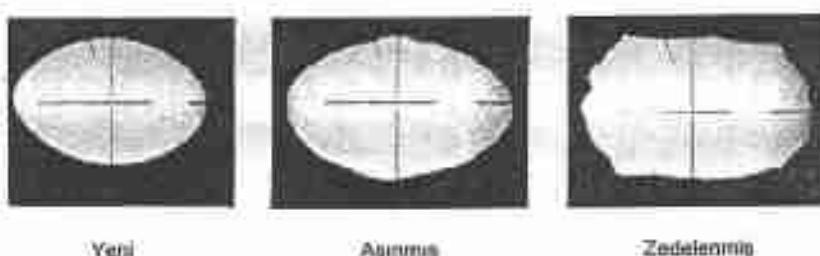
Renk kodu	Meme kodu	3 bar basıncındaki meme
Turuncu	01	0,4
Yeşil	015	0,6
Sarı	02	0,8
Mavi	3	1,2
Kırmızı	04	1,6
Kahverengi	05	2,0
Gri	06	2,4
Beyaz	08	3,2

4.1.12.9. Pülverizatör memelerinde aşınma

4.1.12.9.1. Memelerde aşınmaya etkili faktörler

Pülverizatörlerin başarısında en önemli görevde sahip olan memeler, kontrol ve bakım açısından en çok ihmal edilen parçalardır. Memeler zamanla aşınabilen parçalardır. Aşınma, hem sıvı ilaçın kırmızısal etkisiyle, hem de ilaç içindeki ıslanabilir toz formülasyonları veya çoğulukla yabancı maddeferin mekanik aşındırma etkisiyle oluşmaktadır. Ayrıca memelerin sert cisimlerle temizlenmesi de zedelenmeye neden olmaktadır. Aşınma, meme orifisinde meydana gelmektedir.

Meme orifislerine çiplak gözle bakıldığından aşınma durumu görülemez, ancak bir mikroskopla optik olarak incelendiklerinde aşınma ve zedelenme durumları açıkça görülebilir. Şekil 4.89'da yeni, aşınmış ve zedelenmiş meme orifisleri görülmektedir. Şekilde görüldüğü gibi aşınmış meme orifisinin ekseni boyutları yeni meme orifisinin göre hem daha büyük hem de kenarlarda deformasyon olmuştur. Zedelenmiş meme orifisinde ise bu durum daha belirgindir.



Şekil 4.89. Meme orifisinde aşınma ve zedelenme durumu.

Memelerdeki aşınma oranları çeşitli faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Bu faktörler;

- meme malzemesi,
- uygulanan kimyasal formülasyonun tipi,
- meme verdisi,
- meme tipi,
- çalışma basıncı,
- kullanım zamanı' dir.

Memeler alüminyum, pirinç, naylon, plastik, paslanmaz çelik, sertleştirilmiş paslanmaz çelik ve seramik gibi çok çeşitli malzemelerden yapılarlar ve farklı aşınma karakteristiklerine sahiptirler. Alüminyum, pirinç, naylon ve plastik malzemelerden yapılan memeler nispeten ucuzdur. Buna karşın ıslanabilir tozlar gibi aşındırıcı materyaller püskürtüldüğünde hızlı bir şekilde aşınır. Seramik ve paslanmaz çelik malzemeden yapılan memeler aşınma ve korozyona karşı en dirençli fakat en pahalı memelerdir.

Naylon ve plastikten yapılan memeler bazen metalden yapılan memelere göre aşınmaya karşı daha dirençlidirler. Özellikle pirinç ve alüminyum memelerin imalatı ve meme orifisinin dalınmasının bir sonucu olarak pürüzlü yüzeyler oluşmaktadır. Bu durum, meme içerisinde geçen sıvı ilaçın türbülansına neden olmaktadır ve ilaç içindeki partiküllerin aşındırma etkisini kuvvetlendirmektedir. Buna karşın çok ekonomik ve şekil verilmesi kolay bir materyal olan plastik malzemeler, oldukça düz yüzeyli oldukları için, ilaç formülasyonu içindeki aşındırıcı bileşenlerin etkileri azalmaktadır. Ancak plastikten üretilen memelerin düşük basınçlı uygulamalarda kullanılması tavsiye edilmektedir. Naylon ve plastik malzemeden üretilen memelerin diğer bir dezavantajı ise özellikle ağır sıkımların sonucunda meme gövdeleri ve meme somunlarının dışları kolayca zedelenebilmektedir. Ayrıca bu tip memeler, bütün ilaç formülasyonlarına uygun olmayıp bazı solventler sızmeye neden olurlar.

Seramikten üretilen memeler aşınmaya ve korozyona karşı en dirençli memelerdir. Çünkü seramik yalnızca sert değil aynı zamanda metallerden daha düz yüzeylidir. Fakat seramik memeler pahalı oldukları gibi kırılmaya karşı oldukça hassastır. Son zamanda kırılmaya dirençli seramik memeler piyasaya sunulmuştur. Bu memelerde seramik malzeme plastide kaplanmıştır. Burada plastik, çatlama ve kırımı önlerek için koruyucu bir örtü görevi yapmaktadır.

Memelerde aşınmayı etkileyen önemli faktörlerden birisi de uygulanan kimyasal formülasyonun tipidir. Formülasyonu içindeki partikülerin büyüklüğünə, sevgilijine, biçimine ve konsantrasyonuna bağlı olarak aşınma oranları değişmektedir.

Meme tipi de aşınmayı etkilemektedir. Meme orifi (lacın çıkış deliği) elips biçiminde olan yelpaze hüznelli memeler, yuvarlak orifili konik hüznelli memelere oranla aşınmaya daha eğilimlidirler. Ayrıca büyük orifili memeler küçük orifiliere oranla daha az aşınmaktadır. Aşınmayı etkileyen diğer bir

faktör ise çalışma basıncıdır. Yüksek çalışma basıncında aşınma oranı artmakta ve aşınma süresi kısamaktadır. Kullanım süresinin aşınmeye etkisi ise aşınmayı etkileyen diğer faktörlere bağlı olarak değişmekte olup kullanım süresi arttıkça aşınma artmaktadır.

4.1.12.9.2. Memelerde aşınmanın pülverizasyon karakteristiklerine etkileri

Daha önce belirtildiği gibi ilaçlama başarı pülverizasyon karakteristiklerine bağlı olarak değişmektedir. Ancak memelerde meydana gelen aşınmalar pülverizasyon karakteristiklerini etkilemektedir. Aşınma nedeniyle memelerin verdileri artmaktadır ve aşın miktarda ilaç uygunanmaktadır. Aşırı ilaç uygulaması, ilaçlama maliyetini artırdığı gibi çevre kirliliğine neden olmaktadır. ABD'nin Ohio eyaletindeki kalibrasyon merkezlerinde kontroller yapılan pülverizatörlerin 1/3'ünden fazlasının aşın kimyasal ilaç uyguladıkları saptanmış ve bunun nedeni olarak da aşınmış memeler gösterilmiştir. Yine Güney Caroline eyaletinde yapılan bir çalışmada, pülverizatörlerin yaklaşık % 85'inin % 10'lu kabul edilebilir hata oranından daha büyük bir hata ile aşın kimyasal uyguladıkları saptanmıştır.

Meme aşınması üzerine yapılan araştırmaların çoğu, aşınma ile meme verdisindeki değişimlere birebirlikle bağlıdır. Bu araştırmaların tümünde aşınmanın meme verdisini artırdığı belirtilmektedir. Ancak meme verdilerindeki artış oranları, uygulanan aşındırma yöntemine, meme tipine, malzemesine, büyüklüğe ve çalışma basıncı gibi faktörlere bağlı olarak farklılıklar göstermiştir.

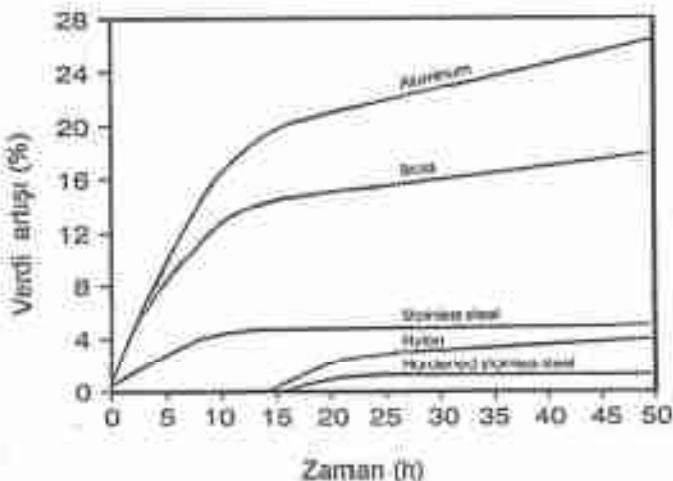
Çizelge 4.19'da farklı malzemelerden yapılmış yelpaze hüzmeli memelerde aşınmanın verdiği değişimine etkisi verilmiştir. Bu çalışmada püskürtme sıvısı olarak kaolin kili ve su karışımı (60 g/L) kullanılmış ve denemeler 270 kPa basınçta yapılmıştır. Çizelgede görülebileceği gibi en fazla verdiği artışı pirinç memede en az verdiği artışı ise sertleştirilmiş paslanmaz çelik memede bulunmaktadır. Plastik memedeki verdiği artışı pirinç memeye göre daha az, sertleştirilmiş paslanmaz çelik ve paslanmaz çelik memeye göre daha fazladır.

Çizelge 4.19. Memelerde (%) dierak verdiği artıslarına aşınmanın etkisi

Meme malzemesi	Meme verdisi (L/min)			
	0.8	1.5	2.3	3.0
Pirinç	22.8(26)*	19.6(44)	21.0(110)	20.2(268)
Naylon	15.8(40)	17.9(100)	23.8(242)	17.7(352)
Plastik	18.1(40)	12.4(100)	14.9(242)	13.5(352)
Paslanmaz Çelik	14.0(40)	12.2(100)	12.9(242)	11.0(352)
Sertleştirilmiş Paslanmaz Çelik	1.5(40)	5.5(100)	5.3(242)	-

* Parantez içindeki rakamlar memelerin saat olarak kullanımı süreçlerinde

Şekil 4.90' da ise yine farklı malzemelerden yapılmış memelerde kullanım zamanına bağlı olarak verdi artışları verilmiştir. Bu şekilde anlaşılabileceği gibi, alüminyum ve pırınc malzemeden yapılan memelerde zamanla bağlı olarak verdi artışları en yüksektir. Buna karşın sertleştirilmiş paslanmaz çelik memede verdi artışları en düşük, yani aşınmaya karşı en dirençli memedir. Ayrıca, naylon memenin alüminyum, pırınc ve paslanmaz çelik memelere göre aşınmaya karşı daha dirençli olduğunu da görülmektedir.



Şekil 4.90. Farklı malzemelerden yapılmış memelerin aşınma oranları.

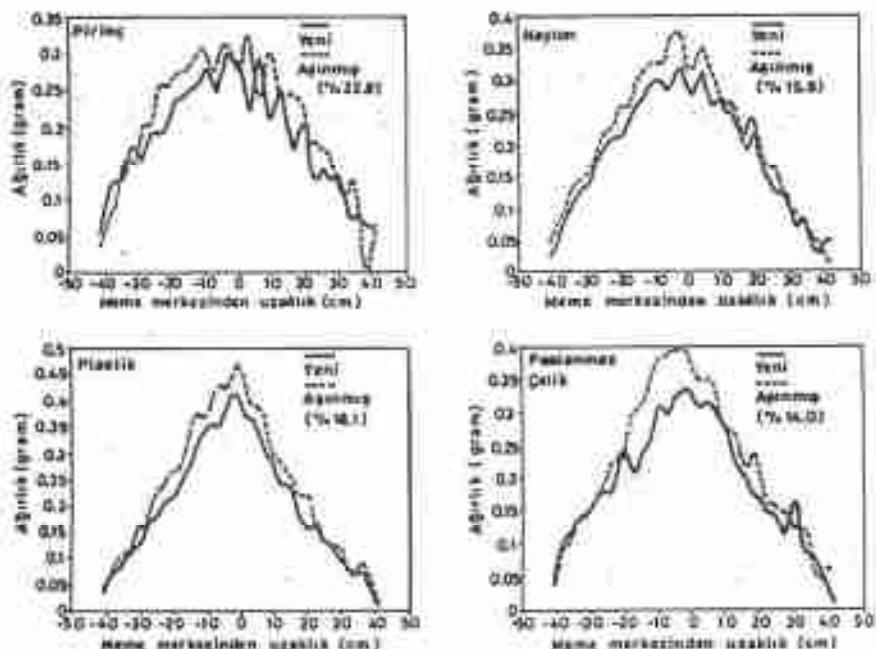
Memelerdeki verdi artışı % 10' un üzerinde ölçüldüğünde yenileri ile değiştirilmelidir. Çoğu araştırmacı % 10 verdi artışını sınır değer kabul ederek bu sınır değerine ulaşıcaya kadar memelerin kullanım sürelerini belirlemiştir.

Meme aşınması ilaç dağılım düzgünlüğüne de etki etmektedir. Bazı ilaçlama uygulamaları, yan yana bulunan memelerin ilaç paternlerinin birbirlerine uygun bir şekilde girişim yapmasını (overlapping) gerektir. Memeler aşındığında, ilaç dağılım paternleri bozulmaktadır. Bu bozulmalar düşük veya aşır dozlu alanların oluşmasına neden olmaktadır. Yani ilaçlama genişliği boyunca ilaç dağılım düzgünlüğü kötüleşmektedir. Bu şekilde ilaçlama alanının bazı bölgelerine aşırı miktarda, bazı bölgelerine ise gereğinden az ilaç uygulanmaktadır, hastalık, zararlı ve yabancı otlara karşı arzu edilen biyolojik kontrol sağlanamamaktadır.

Memenin ilaç dağılım paternleri bir paternatör yardımıyla belirlenmektedir. Paternatörden elde edilen ilaç dağılım değerlerinin varyasyon katsayıları (% C.V.) hesaplanarak, memelerin ilaç dağılım düzgünlüğüne ilişkin değerlendirmeler yapılmaktadır. % C.V. değerinin yükselmesi ilaç dağılımının kötüleşmesi (bozulması) anlamına gelmektedir. C.V. değerinin % 10'un altında olması tavsiye edilmektedir.

Şekil 4.91'de farklı malzemelerden yapılmış yeni ve aşınmış memelere ilişkin ilaç dağılımları görülmektedir. Memelerin verdileri 0,8 L/min'dir. Şekilde

göründüğü gibi aşınmış memelerde memenin merkezi kısımlarında toplanan sıvı miktarı daha fazladır.



Şekil 4.91. Farklı malzemelerden yapılmış yeni ve aşınmış memelerin ilaç dağılımları.

Meme aşınması, hastalık, zararlı ve yabancı olıann kontrolünde oldukça önemli bir faktör olan damla büyüğünü de etkilemektedir. En az ilaç kullanarak ve en az çevre kiriliğiyle en yüksek biyolojik etkiye sahipacak optimum damla büyüğünü veren memeler seçilmelidir. Ancak en uygun memenin seçilmesi yeterli değildir. Çünkü memeler aşındıkça, üretikleri damla çapları büyümektedir. Farklı malzemelerden yapılmış ve farklı verdilere sahip yelpaze hüzmeli memelerle yapılan bir araştırmada, aşınma ile damla çaplarındaki artış oranının, meme malzemesine bağlı olarak % 1-30 arasında değiştiği belirtilmiştir. Bu araştımadan elde edilen sonuçlar Çizege 4.20'de verilmiştir.

Çizege 4.20. Yeni ve aşınmış memelerin hacimsel ortalamalı çapları (μm).

Meme malzemesi	Meme verdisi (L/min)							
	0.6		1.5		2.3		3.0	
	Yeni	Aşınmış	Yeni	Aşınmış	Yeni	Aşınmış	Yeni	Aşınmış
Piring	180	182	211	234	237	308	285	351
Nylon	169	175	200	204	266	325	282	321
Plastik	184	202	205	216	255	305	300	318
Paslanmaz Çelik	160	199	208	246	292	305	320	355
Sertleştirilmiş Paslanmaz çelik	164	170	206	203	241	256	-	-

4.1.12.9.3. Memelerde aşınmaya karşı alınabilecek önlemler

Memelerdeki aşınmanın bu olumsuz etkilerini en düşük seviyeye indirmek için göz önünde bulundurulması gereken hususlar şunlardır;

- İlaçlama dönemi girmeden önce püskürme çubuğu üzerindeki memelerin verdiler tek tek ölçülmeli ve aynı memelerin yeni durumındaki verdilerine göre % 10' un üzerinde artış gösteren memeler değiştirilmelidir. Verdi kontrolleri ilaçlama dönemi boyunca da belirli aralıklarla yapılmalıdır.
- İlaçlama ekipmanında paslanmaz çelik ve seramik gibi aşınmaya karşı dirençli olan malzemelerden yapılmış memelerin kullanımı tercih edilmeli, pırmak, naylon ve plastik gibi aşınma direnci kötü olan malzemelerden yapılmış memeler kullanılırken verdi kontrolleri daha sık yapılmalıdır.
- Memeler her ilaçlama döneminden sonra temizlenmelidir. Ancak temizleme yaparken metal gibi sert cisimler kullanılmamalıdır. Aksı halde meme onfisinde zedeleinme olmaktadır. Bu nedenle memelerin temizliğinde her zaman yumuşak bir kıl fırça kullanılmalıdır.
- Püskürme çubuğu üzerinde sökülen ve temizlenen memeler kuru ve temiz bir ortamda muhafaza edilmelidir.
- İlaçlamada kullanılacak suyı olabildiğince temiz su kaynaklarından sağlanmalı ve iyice filtre edildikten sonra kullanılmalıdır. Böylece su içerisinde memelerin aşınmasına neden olan yabancı maddeler arındırılmış olacaktır.
- İlaç formülasyonu içinde meme aşınmasına neden olan partiküllerin etkin bir şekilde filtrasyonu için, pülverzatörde ilaçın akış hattı boyunca belirli yerlerde ve uygun özellikte filtre bulunmalıdır.
- Aşındırma özelliği fazla olan ıslanabilir toz ilaçlarla ilaçlamada ve bağ-bağcık ilaçlaması gibi yüksek basınçlı ilaç uygulamalarında meme aşınması daha hızlı olduğundan aşınma dayanımı en yüksek olan seramik ve paslanmaz çelik malzemeden yapılmış memeler kullanılmalı ve verdi kontrolleri daha sık yapılmalıdır.

4.2. Pülverizatör Tipleri ve Çalışma İlkeleri

Pülverizatörler, depolarına konulan sıvı ilaç üzerindeki memeler yardımıyla damalar şeklinde parçalayarak hedef yüzeylere (hastalık, zarar veya yabancı et) listen tanımsal savaşım makinalarıdır. Sıvı ilaç uygulamalarında, farklı yapı ve özelliklere sahip çeşitli pülverizatörler kullanılmaktadır. Pülverizatörlerin sınıflandırılmasında çeşitli kriterler göz önüne alınabilmektedir. Bu kriterlerden ilki ve en çok kullanılan, sıvı ilaç damalar şeklinde parçalanması ve hedefe itilmesinde uygulanan yöntemlerdir. Bu sınıflandırma kriterine göre pülverizatörler aşağıdaki şekilde sınıflandırılmışlardır:

- Hidrolik pülverizatörler,
- Hava akımı hidrolik pülverizatörler,
- Hava akımı (Pnömatik) pülverizatörler,
- Santrifüj etkili (Döner diskli) pülverizatörler,
- Hava akımı santrifüj etkili pülverizatörler,
- İni enerjisiyle çalışan pülverizatörler (Sisteme makinaları veya sisleyiciler).

Pülverizatörler, taşınma ve hareket etme özelliklerine göre:

- Elde taşınan pülverizatörler,
- Elle çekilen pülverizatörler,
- Sırtta taşınan pülverizatörler,
- Hayvana çekilen pülverizatörler,
- Traktörle çekilen pülverizatörler,
- Traktöre asdan pülverizatörler,
- Kendi yürüp pülverizatörler,
- Uçak veya helikopterle taşınan pülverizatörler

olmak üzere 8 grupta toplanabilirler. Pülverizatörler, kendilerini çalıştırın gög kaynaklarına göre ise 4 grupta toplanırlar. Bunlar;

- Elle çalıştırılan pülverizatörler,
- Kendi tekerlekinden hareket alan pülverizatörler,
- Üzerindeki motordan hareket alan pülverizatörler,
- Traktör kuyruk milinden hareket alan pülverizatörler" dir.

4.2.1. Hidrolik püverizatörler

Hidrolik püverizatörlerde, bir pompa yardımıyla suandırılmış ilaca kazandırılan basınç enerjisi, membe çıkışlığında kinetik enerjiye dönüştürülüyor ve sıvı oldukça yüksek bir ilk hızla havaya içeriğine püskürtülmektedir. Püverizasyon işleminin gerçekleştiği membenin tipine ve yapısal özelliklerine göre hava direnci ile karşılaşan sıvı, damlalar şeklinde parçalanmaktadır ve çaplarıyla orantılı olarak təşidikian kinetik enerjiyle hedef yüzeylere iletilmektedir. Şekil 4.92'de hidrolik bir tara püverizatörü şematik olarak gösterilmiştir.

Şekil 4.93'de ise çeşitli tip hidrolik püverizatörler görülmektedir. Bunlar, küçük elle taşınan ve üzerindeki motordan hareket alan püverizatörler şeklinde olduğu gibi büyük kendi yürü püverizatörler şeklinde de olabilmektedir.

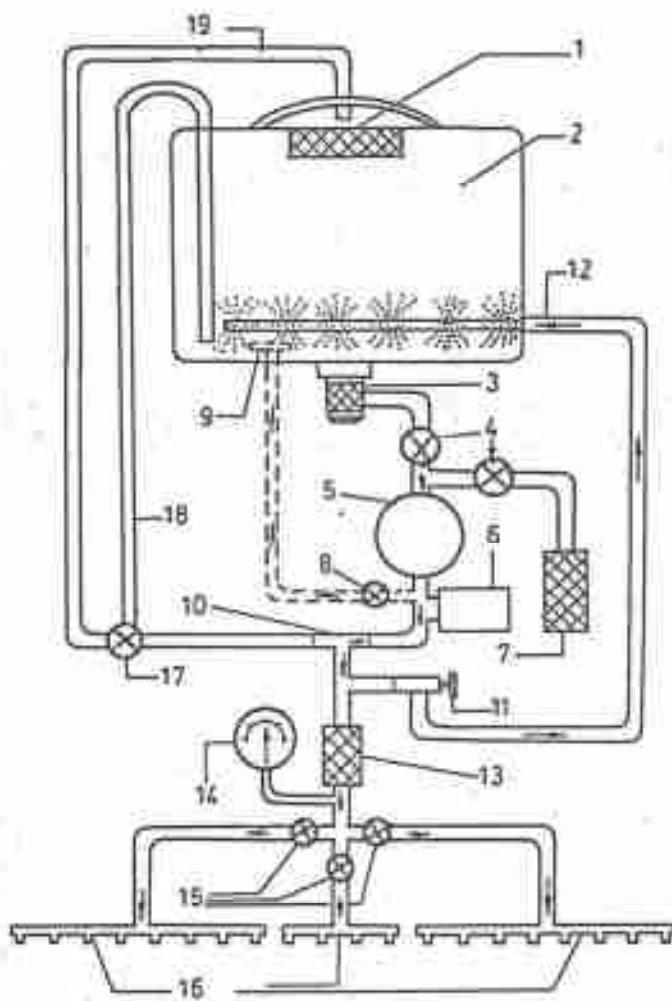
Bu tip püverizatörlerde, memeyi terkeden damyanın sahip olduğu kinetik enerjiye ilaveten yerçekimi kuvveti de hedefe doğru hareket etmesini sağlırmaktadır. Ancak, damla havaya içerisinde hareket ederken havanın kaldırma kuvveti, damyanın havada astı kalmasına neden olmaktadır. Küresel bir damlaya etki eden yerçekimi kuvveti ve havanın kaldırma kuvveti aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanabilmektedir:

$$F_G = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho g$$

$$F_B = \frac{\pi d^2}{6} \rho_a g$$

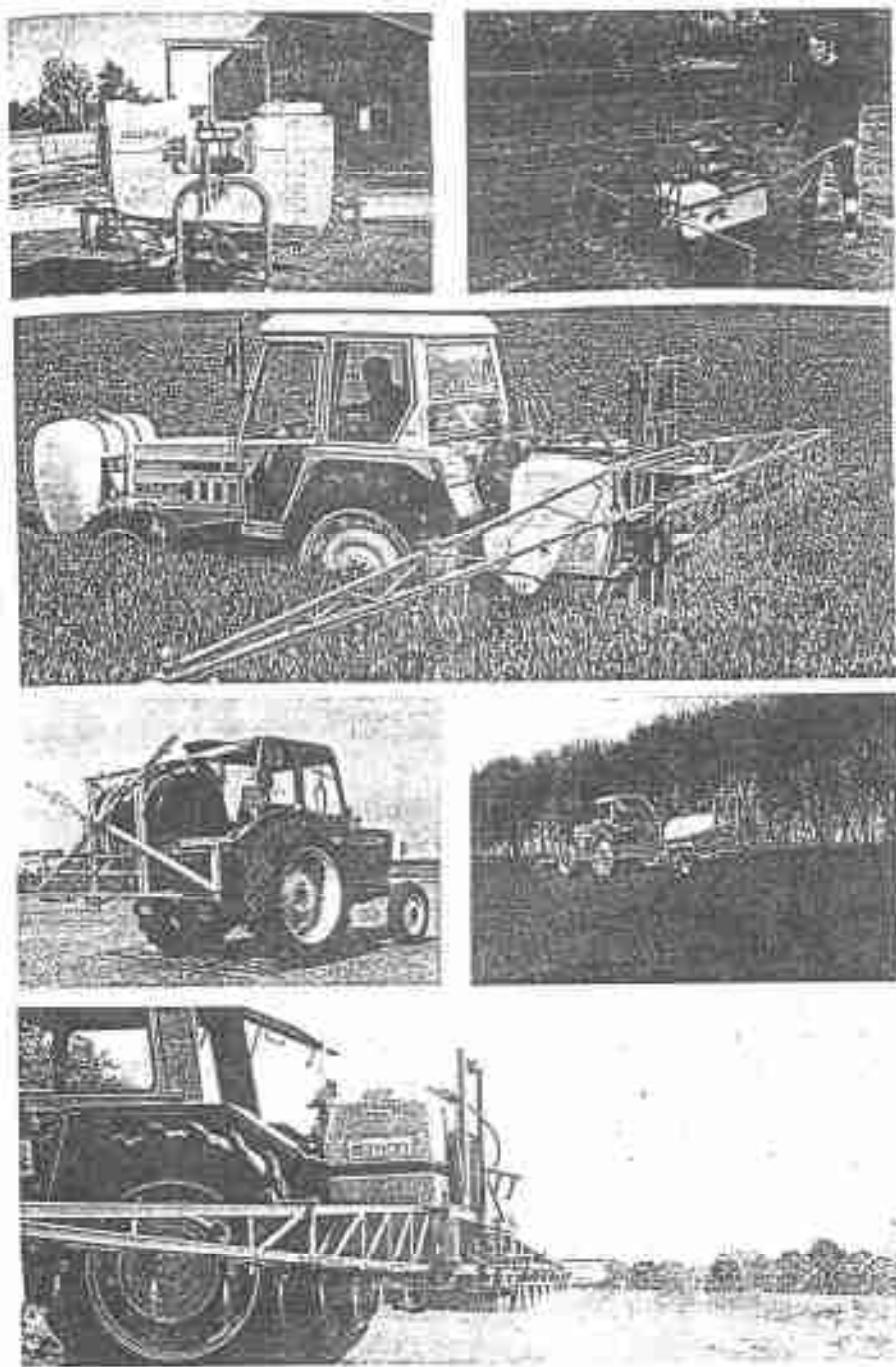
Bu eşitliklerde:

- F_G : Yerçekimi kuvveti (N),
 r : Damla yarıçapı (m),
 ρ : Püskürtülen sıvının yoğunluğu (Su için 10^3 kg/m^3),
 g : Yerçekimi ivmesi (m/s^2),
 F_B : Havanın kaldırma kuvveti (N),
 d : Damla çapı (m),
 ρ_a : Havanın yoğunluğu (20 °C'de ve 1 atm'de 1.2401 kg/m^3).



- | | |
|--|---|
| 1. Depo giriş filtresi | 11. Basınç regulatörü |
| 2. Depo | 12. Geri donıştı kanıştırıcı |
| 3. Emme filtresi | 13. Basma hattı filtresi |
| 4. Emme kontrol vanası | 14. Manometre |
| 5. Pompa | 15. Akış kontrol vanası |
| 6. Hava deposu | 16. Püskürme borusu (bum)
ve memeler |
| 7. Depo doldurma sistemi
füz filtresi | 17. Ana kontrol vanası |
| 8. Yardımcı kanıştırıcı kontrol vanası | 18. Devindaim borusu |
| 9. Yardımcı kanıştırıcı | |
| 10. Damlamayı önleyen ventili | 19. Doldurma borusu |

Şekil 4.92. Hidrolik bir tartsı püverizatörünün şematik olarak görünümü.



Şekil 4.93: Çeşitli tür hidrolik tarla pülverizatörleri.

4.2. 2. Hava akımı hidrolik pülverizatörler

Hava akımı hidrolik pülverizatörlerde damla oluşumu, hidrolik pülverizatörlerde olduğu gibidir. Ancak, uygun olmayan çalışma koşullarında, memeler tarafından üretilen damlaların büyük bir kısmı (özellikle $100 \mu\text{m}$ 'den küçük olanlar) hedefe ulaşamamaktadır. Özellikle meyve bahçelerinde, ağaç yüksekliğinin fazla olması nedeniyle damlaların aşağıdan yukarıya doğru yerçekimine zıt yönde hareket ederek hedef üzerine ulaşmamalı gerekmektedir. Bu amaçla gerek bahçe pülverizatörlerinde, gerekse tarla pülverizatörlerinde yardımcı (taşıcı) bir hava akımı kullanılarak hem damla hızı ve buna bağlı olarak damla ulaşım uzaklığı artırılmaktır, hem de özellikle küçük damlaların rüzgarla hedef doğuya sürüklendirme etkisi azaltılmaktadır. Yardımcı hava akımı uygulama tekniği, bahçe pülverizatörlerinde uzun yillardır kullanılmıştır rağmen tarla pülverizatörlerinde kullanımı özellikle son yıllarda artmıştır.

4.2.2.1. Yardımcı hava akımı tarla pülverizatörleri

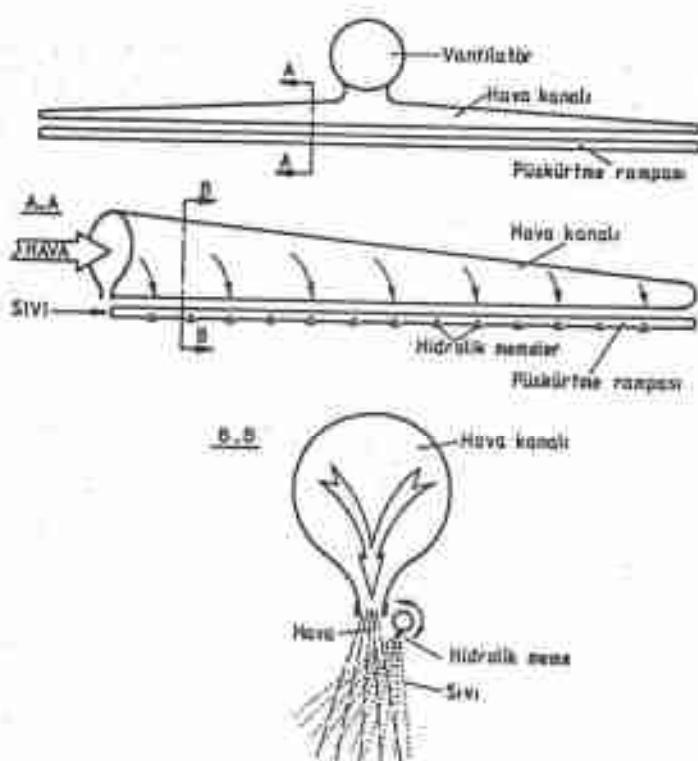
Yardımcı hava akımı tarla pülverizatörlerinin basınç enerjisi ile çalışan klasik tip hidrolik tarla pülverizatörlerinden tek farkı, damlaların hedefe taşınmasında kullanılan hava akımı sağlayan bir fan ve bu fanın sağladığı hava akımının memeler üzerine iletilmesini sağlayan bir hava kanalına sahip olmalıdır (Şekil 4.94).

Hava kanalı, püskürme çubuğu (burn) genişliği boyunca uzamakta olup alt kısmında belirli aralıklarda hava çıkış delikleri bulunmaktadır. Bu deliklerin çapları 4 – 5 cm, yan yana iki delik eksenin arasındaki mesafe ise 8 – 10 cm arasında değişmektedir. Hava kanalı silindirik olup genellikle fandan ibaren püskürme çubuğu ucuna doğru çapı küçülmektedir. Çok sık dokunmuş ve kalın bir bez veya plastik malzemeden yapılmış hava kanalı, fanın çalışmasıyla birlikte şişmeye ve silindirik duruma gelmektedir. Bazı tiplerinde ise saç malzemeden silindirik bir boru şeklinde hava kanalı bulunmaktadır. Hava çıkış deliklerinden çıkan hava akımının hızı 50 m/s^2 ye kadar çıkabilmektedir. Ayrıca, hava çıkış ağzı ve delikleri ile memelerin birbirlerine göre konum açılan değiştirilememektedir. Fan, hareketini traktörün kuyruk milinden ya da hidrolik bir sistemden almaktadır. Hidrolik sisteme tıhrik edilen fanlarda, fanın devir sayısı değiştirilerek ürün çeşidine, ürünün gelişme durumuna (yaprak alanı indeksine) ve ilaçlama sırasında rüzgar hızına göre en uygun hava akımı hızı elde edilebilmektedir. Hareketini kuyruk milinden alan fanların bazı tiplerinde ise kanat açıları değiştirilebilmekte ve böylece sabit çalışma devrinde farklı hava hızları üretilebilmektedir.

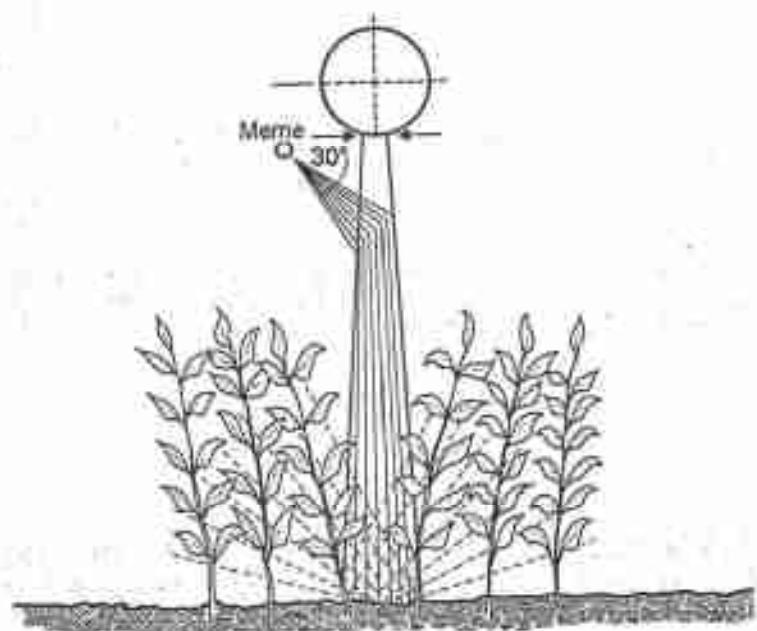
Son 10 yılda, yardımcı hava akımı tarla pülverizatörlerinin kullanımında önemli bir artış kaydedilmiştir. Gelişmiş ülkelerde tarla pülverizatörleri pazaryarının yaklaşık olarak % 15'ini oluşturan yardımcı hava akımı pülverizatörlerle olan talep her geçen gün artmaktadır. Hardi, Degania, Danfoil ve Ferrag gibi firmalar

tarafından üretilen bu tip püplerizatörlerin çalışma prensipleri birbirine oldukça yakın olmasına karşın yapısal özelliklerinde bazı küçük farklılıklar bulunmaktadır.

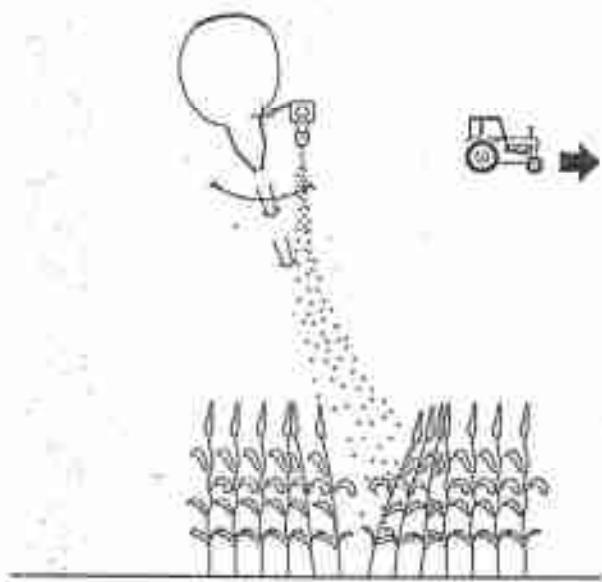
Degania püplerizatöründe, hava akımı ürüne doğru dikay olarak yönlendirilmekte, mame ise geriye doğru yatayla 30° açı yapacak şekilde yerleştirilmiştir (Şekil 4.95). Hardi püplerizatöründe ise hava akımı ve memenin birbirinden göre açıları ($\pm 30^{\circ}$) değiştirilerek farklı kombinasyonlar oluşturulabilmektedir (Şekil 4.96).



Şekil 4.94. Yardımcı hava akımı taraflı püplerizatöründe hava kanalları ve memelerin durumu.

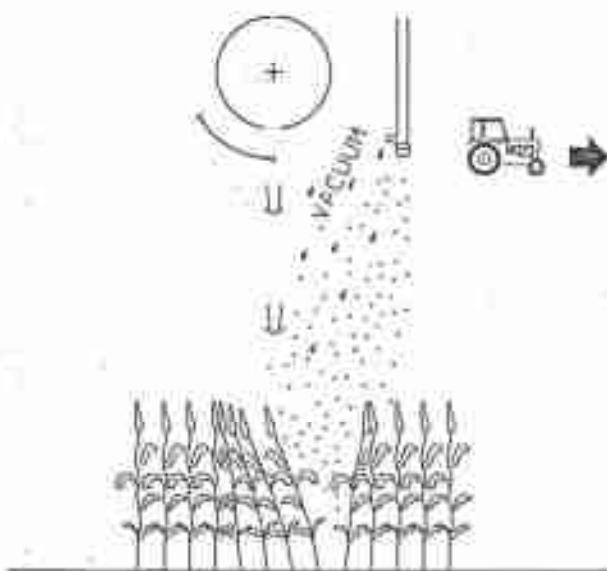


Şekil 4.95. Degania pülverizatörü çalışma ilkesi (Sleeve boom).



Şekil 4.96. Händi pülverizatörü çalışma ilkesi (Twin sistem).

Vakumlu sistem olarak adlandırılan sisteme ise haya akımı damlalar taşımak amacıyla kullanılmamaktır, sadece memelerin arkasında vakum oluşturmalıdır. Memeler aşağı doğru dikey olarak yerleştirilmişlerdir. Böylece haya akımının etkisinden dolayı olarak yararlanılmaktadır (Şekil 4.97).

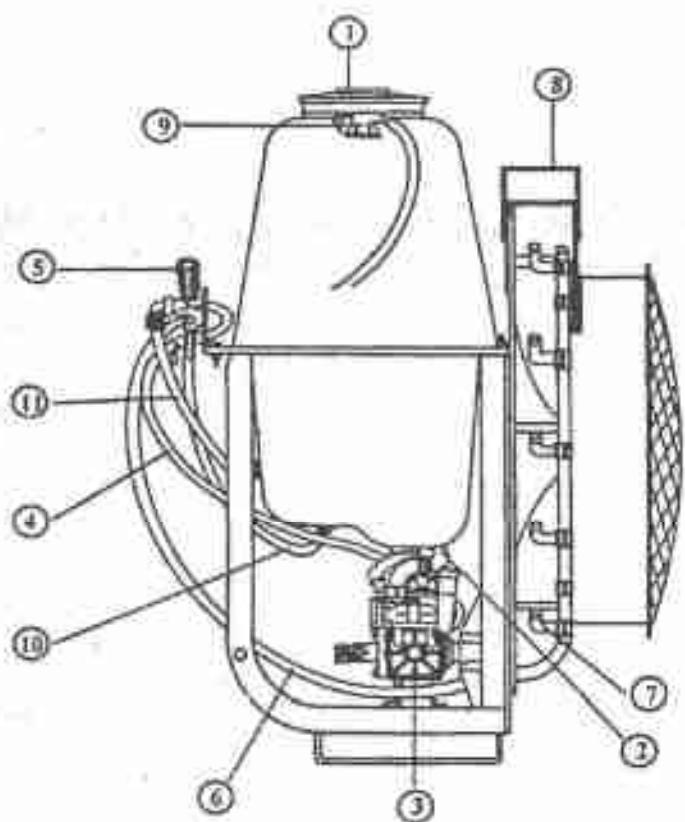


Şekil 4.97. Vakumlu sistemin çalışma ilkesi.

4.2.2.2. Yardımcı hava akımı bahçe pülverizatörleri

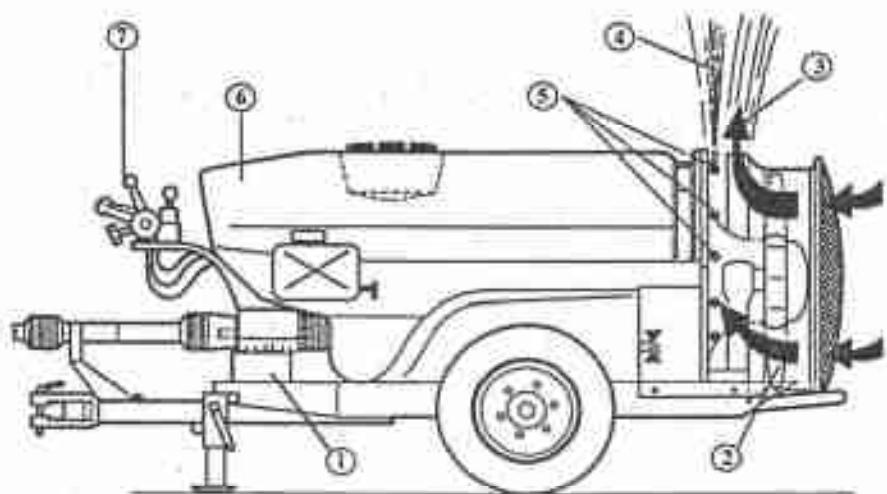
Meyve bahçelerinde ağacın yüksekliği daha fazla ve damalar aşağıdan yukarıya doğru yerçekimi etkisini de yenerek hedef üzerine ulaşmak zorunda olduklarından sadece damla çapını artırarak üst dal ve yaprakları etkili bir şekilde ilaçlanması mümkün olmamaktadır. Bu nedenle, damyanın ulaşım uzaklığını artırmak için yardımcı hava akımı kullanılması gerekmektedir. Bahçe pülverizatörlerinde yardımcı hava akımı, genellikle aksiyal veya radial bir fan ile sağlanmaktadır. Oluşturulan hava akımının damla oluşumuna önemli bir etkisi bulunmamaktır, sadece damyanın taşınmasına yardım etmektedir. Ancak, damalar hava akımı içinde hedefe taşınırken ya yeniden küçük damlalara ayrılmaktadır; ya da bazı damalar birleşerek çapları büyütülmektedir.

Traktörle çekilen veya asılan tip yardımcı hava akımı bahçe pülverizatörlerinin çok değişik tipleri bulunmaktadır. Şekil 4.98'de asıl tip, 4.99'da çekili tip yardımcı hava akımı bahçe pülverizatörleri ve parçalan görülmektedir. Göründüğü gibi yardımcı hava akımı tarihi pülverizatörlerinden tek fark, püskürme sistemi ve haya çıkış ağzının şeldidir. Kullanılan fanın pülverizatör üzerindeki konumu, havanın fana zıyma ve verilme şekline etki etmektedir. Şekil 4.100'de değişik tip püskürme sistemi - haya çıkış ağzı ve fan yerleşim düzenlemeleri görülmektedir.



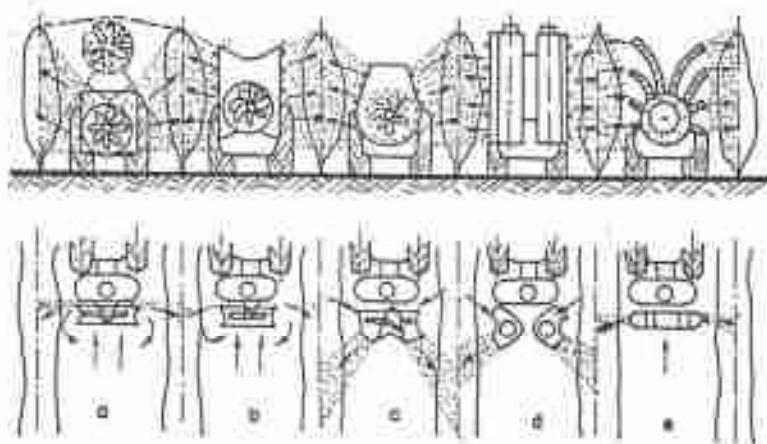
- | | |
|------------------------|-------------------------|
| 1. Doldurma kapaklı | 7. Membranlar |
| 2. Emis hortumu | 8. Fan |
| 3. Pompa | 9. Doldurma anjeleri |
| 4. Basınç hortumu | 10. Sirkülasyon hortumu |
| 5. Regülatör | 11. Geri dönüş hortumu |
| 6. İlaç iletim hortumu | |

Şekil 4.98. Aspiratip yardımcı havası tıkanaklı bıçke püverizatörü.



1.Pompa
 2.Fan
 3.Hava akımı
 4.Sıvı püskürme
 5.Mermeler
 6.Depo
 7.Regülator ve dağıtım vanası

Şekil 4.99. Çeldir tip yardımcı hava akımı bantlı pülverizatör).



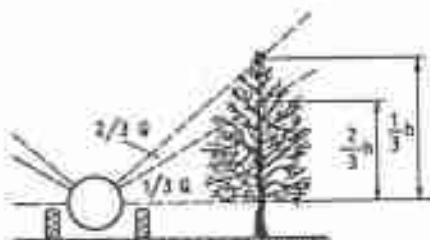
Şekil 4.100. Değişik tip yardımcı hava akımı bantlı pülverizatörler.

Yardımcı hava akımı bahçe pülverizatörlerinde ilaç dağılımına etkili olan faktörler; kullanılan fan tipi, hava debisi, hava hızı, hava dağılımı ve yönü, meme konumu, meme verdisi, püskürme çubuğu düzenleme biçimini ve damla çapı şeklinde sıralanabilir.

Hava çıkış ağzında hız kayiplarının azaltılması, ilaçın bitkiye tutunma etkinliğinin artırılması ve tüm bitki tacına olabildiğince tekdüze (homojen) bir ilaç dağılımının sağlanması açısından hava çloş ağzının şekli ve havanın yönlendirilmesi oldukça önemlidir.

Hava akımı bahçe pülverizatörleri ile çalışırken genellikle makinanın yüksekliği, ventilatörün merkezi, ağaçların yaprak ve dallannın yoğun olduğu bölgenin biraz altına gelecek şekilde ayarlanır. Memelerin püskürme dovrultulan ve varsa havâ yönlendirme kanatları veya borulan hafifçe yukarı doğru yönlendirerek ilaç damalarının hava akımı yardımıyla ağaç tacının iç kısımlarına girmesi sağlanmaya çalışılır. Bu ayar, traktöre asılan tip pülverizatörlerde hidrolik bağıntı kolları yardımıyla yapılmaktadır.

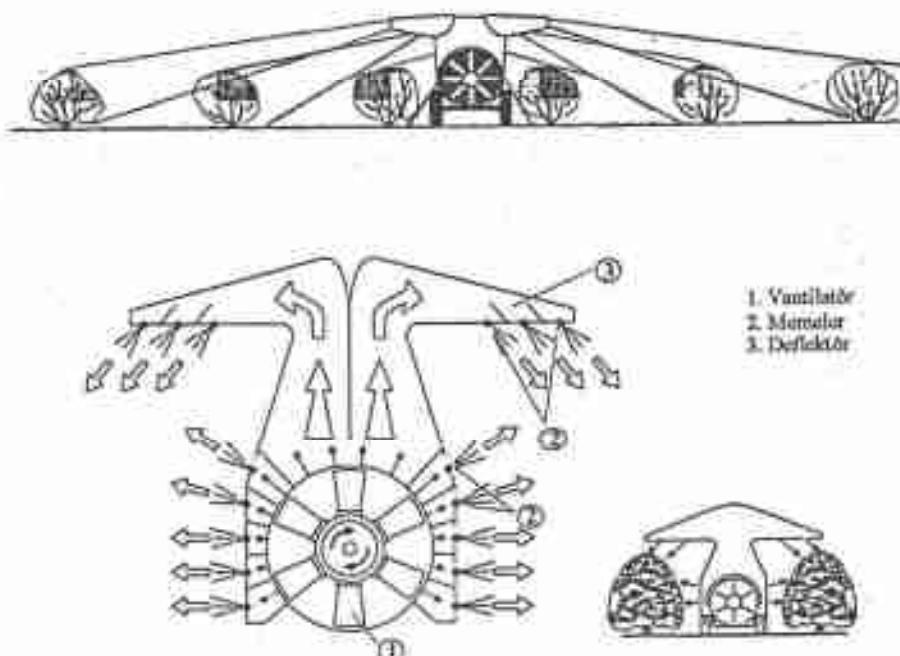
Yardımcı hava akımı pülverizatörlerde yapılan ilaç uygulamalarında ağaç üzerinde iyi bir ilaç dağılımı saglayabilmek için memelerden püskürtülecek ilaçın $1/3$ 'ü, ağaçın alt dallarından libaren $2/3$ yüksekliğine, $2/3$ 'ü ise ağaçın $1/3$ ' luk üst kısmına püskürtülecek şekilde ayarlanmalıdır (Şekil 4.101). Ancak buna rağmen, ilaçın büyük bir kısmı ağaç etek kısımlarında toplanmakta ve uygun olmayan bir ilaç dağılımı meydana gelmektedir.



Şekil 4.101. Yardımcı hava akımı bahçe pülverizatörlerinde püskürtülen ilaç miktarının örensel dağılımı.

Ağaç üzerindeki bu istenmeyen ilaç dağılımını iyileştirmek amacıyla bazı pülverizatörler tepe aparatlı şekilde bir ünite eklenmektedir. Hava akımı, tepe kısmındaki memelerden sıvı ilaç ağaç tacının üst losimlarına doğru yönlendirerek bu kısımların da yeterli miktarda ilaç almasına ve böylece

düzenin bir ilaç dağılımına yardımcı olur. Tepe kısmındaki deflektörün açısı her çeşit ve büyüklükteki ağaçlara göre ayarlanabilmekte ve bir geçişte tek sırada veya birden fazla sırayı ilaçlamak mümkün olmaktadır (Şekil 4.102).

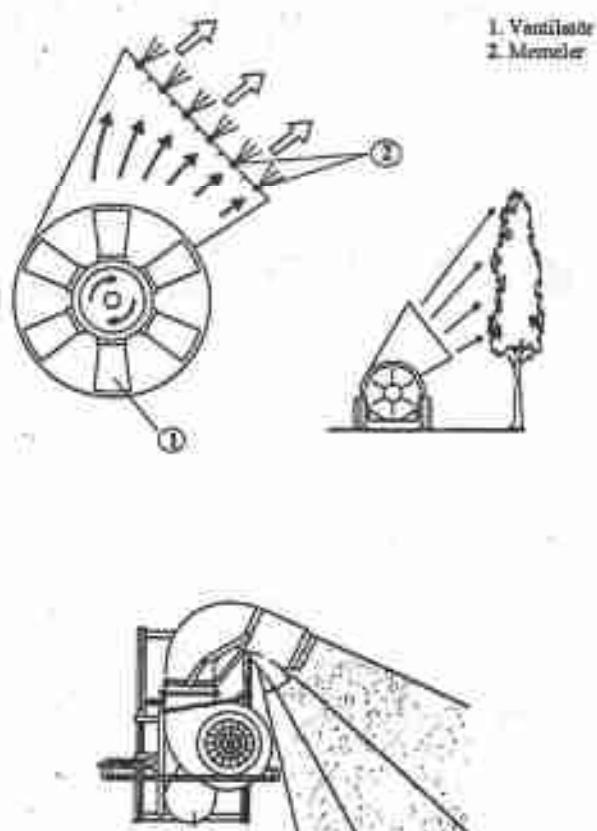


Şekil 4.102. Tepe aşırılık yardımı hava akımı bahçe pülverizatörü.

Yardımcı hava akımı bahçe pülverizatörlerinde tek tarafa yönlendirilmiş püskürme başlıkları da mevcut olup çok sık ve çok yüksek boylu kültür bitkileri iyi bir şekilde ilaçlanabilmektedir. Şekil 4.103' de tek tarafa yönlendirilmiş püskürme başlıkları görülmektedir.

4.2.2.3. Yardımcı hava akımı tarla ve bahçe pülverizatörlerinde kullanılan fanlar

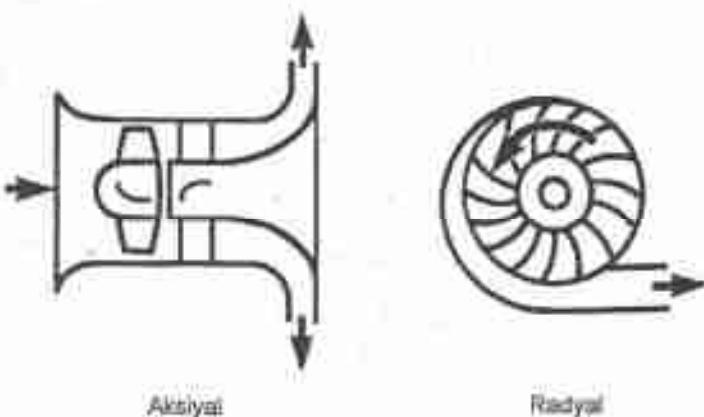
Fanlar hareketlerini ya traktör kuyruk miliinden, ya pülverizatör üzerindeki ayrı bir motordan ya da hidrolik bir motordan alırlar. Çoğunlukla hafif alaşımından ve bazen sentetik malzemelerden yapılan fanların çapları 0,6 – 1,0 m arasında değişmektedir. Fanlar, pülverizatörün toplam güç ihtiyacının % 75' ine gereksinim duyarlar. Güç gereksinimleri hava verdeğine bağlı olarak 10 – 20 kW arasında değişmektedir.



Şekil 4.103. Tek taraflı yönlendirilmiş püskürme bezikleri.

Fanlar, memelerden püplerizasyon sonucu oluşan damlaların hedef yüzeylere taşınması için gerekli olan hava akumunu sağlarlar. Hava akımı püplerizatörlerde kullanılan扇in tipi, sağlanığı hava hızı ve verdisi gibi karakteristik özellikler, püplerizatör tipine ve ilaçlama yapıacak kültür bitkilerinin çeşidine, laç yapısı ve boyutlarına, sıra arası ve sıra üzeri mesafelerine bağlı olarak değişmektedir.

Günümüzde hava akımı püplerizatörlerde genellikle aksiyal ve radyal fanlar kullanılmaktadır (Şekil 4.104).



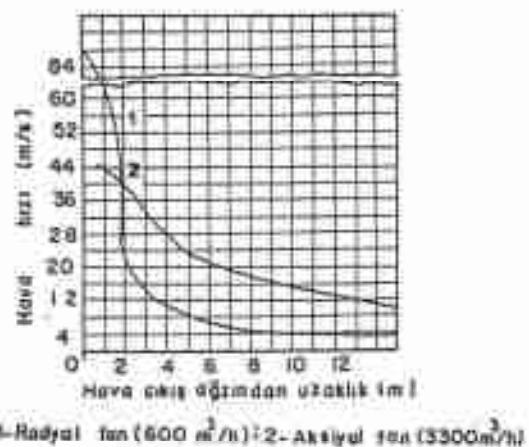
Şekil 4.104. Püplerzatörlerde kullanılan aksiyal ve radyal fanlar.

Aksiyal fanlarda, hava fana eksenel olarak girip eksenel olarak çıkmaktadır. Buna karşın radyal fanlarda, eksenel olarak fana giren hava, fana radyal olarak terketmektedir. Radyal fanlar, özellikle pnömatik püplerzatörler gibi yüksek hava hızına gereksinim duyulan yerlerde kullanılmaktadır. Aksiyal fanlarda üretilen hava hızı, radyal fanlara göre küçük olmasına rağmen hava verdileri daha yüksektir. Aksiyal fanlarda hava verdisi $120000 \text{ m}^3/\text{h}$ e kadar hava hızı ise 40 m/s ye kadar olabilmektedir. Traktörde çekilir veya astır tipteki hava akımı bahçe püplerzatörlerinde aksiyal fanlar kullanılmaktadır. Radyal fanlarda hava debileri $25000 \text{ m}^3/\text{h}$, hava hızları ise 80 m/s kadar olup çoğunlukla motorlu sirt atomizörleri olarak da bilinen pnömatik püplerzatörlerde kullanılmaktadır.

Hava akımı püplerzatörlerde kullanılan bir diğer fan tipi ise karışık akışı fandır. Çapraz akışı fanlar olarak da adlandırılın bu fanlarda hava bir yandan girip diğer yandan çıkar. Bunların etkinlikleri, aksiyal ve radyal fanlara göre daha azdır. Hava hızları maksimum 30 m/s , hava verdileri $20\,000 - 40\,000 \text{ m}^3/\text{h}$ kadar olup düşük basınç üretirler. İlaç uygulamalarında bir geçişte her iki tarafın ilaçlanması için iki fan gereklidir. Bu da diğer fan tiplerine göre daha pahalı olmalarına neden olmaktadır. Ayrıca, fan mili desteksiz olduğundan yüksek devir sayılarında titreşim problemi oluşturabilemektedir. Buna karşın, tüm ürün boyunca düzgün bir hava dağılımı oluşturduklarından hedef üzerinde iyi bir ilaç dağılımı sağlarlar.

Fanlarda elde edilen hava akımının hızı, en iç damıtallann bile hüzme içerisinde zınlamasına izin vermeyerek ağacın üst kusmlarına ulaştırabilecek büyülüklükte olmalıdır. Bu nedenle hüzme içindeki hava hızı 5 m/s den daha düşük olmamalıdır. Hava akımının hızı, dammayı taşımanın yanı sıra dal ve yaprakları da saldırayarak, damıtallann iç kusmlara kadar girmesini sağlayacak büyülüklükte olmalıdır. Bu amacın gerçekleştirilebilmesi için, hava hızının 12 m/s olması yeterlidir. Rüzgarlı çalışma koşullarında, fan tarafından sağlanması gereken hava hızı daha büyük olmalıdır.

Fanı terk eden hava akımının hızı, çevre havasının gösterdiği direnç nedeniyle hızla azalmaktadır. Hava hızındaki bu azalma oranı, fan tipine ve ütleme uzaklığına bağlı olarak önemli ölçüde değişmektedir. Şekil 4.105' de radyal ve aksiyal fanlarda üretilen hava hızının fandan itibaren farklı uzaklıklardaki hız değişimleri verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi radyal fandaki hava hızı çıkışta 67 m/s iken, hava çıkış sağından 1,5 m uzaklıkta hemen hemen yarıya düşmektedir. Buna karşın, aksiyal fande başlangıçtaki hava hızı 44 m/s iken, hava çıkış sağından 5,5 m uzaklıkta yanya düşmüştür. Görüldüğü gibi aksiyal fanlarda uzaklığa bağlı olarak hava hızı azalması radyal fanlara göre daha az olmaktadır.



Şekil 4.105. Radyal ve aksiyal fanlarda uzaklığa bağlı olarak hava hızı değişimini.

4.2.2.4. Yardımcı hava akımı pülverizatörlerde damla taşıma enerjisi

Yardımcı hava akımı pülverizatörlerde, hidrolik memeler tarafından oluşturulan damlalar (özellikle düşük kinetik enerjili küçük damlalar), kuvvetli bir hava akımı yardımıyla hedefe ulaşmaktadır. Bu tip pülverizatörlerde damlaların hedefe ulaşabilmeleri için gerekli olan taşınma enerjisi, pülverizatör pompası ve hava akımı tarafından sağlanmaktadır. Pompanın küre şeklindeki bir damlaya kazandırdığı kinetik enerji aşağıdaki eşitlikle ifade edilebilir:

$$E_p = \frac{2}{3} \cdot r^3 \cdot p \cdot V_d^2$$

Burada;

- E_p : Pompenin damlaya kazandırdığı enerji (J),
 r : Damla yarıçapı (m),
 p : Sivının yoğunluğu (kg/m^3),
 V_d : Damla hızı (m/s)' dir.

Damla hızı, çalışma basıncına bağlı olarak şu eşitlikle hesaplanabilir;

$$V_d = \sqrt{2gH}$$

Burada;

- g : Yerçekimi ivmesi (m/s^2),
 H : Çalışma basıncı (mSS)' dir.

Damla taşımada kullanılan hava akımının sağladığı enerji (taşıma gücü) ise;

$$E_h = 16,26 \cdot 10^{-4} \cdot Q \cdot h \cdot H$$

eşitliğiyle hesaplanabilir. Burada;

- E_h : Taşıyıcı havanın damlaya ilettiği enerji (kW),
 Q : Hava verdişi (m^3/min),
 h : Hava akımının toplam basıncı (cmSS).

Bu eşitlikteki h 'nin değeri hava hızına bağlı olarak aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanabilir:

$$h = (V_m/766)^2$$

Eşitlikte;

$$V_m = \text{Hava hızı } (\text{m}/\text{min})' \text{ dir.}$$

Çalışma (püskürme) basıncını artırarak damla enerjisini artırmak belirli sınırlar içinde mümkün olmaktadır. Ayrıca, membe ölçüler sabit kalmak koşuluyla çalışma basıncı artırıldığı zaman damla hızı artmasına rağmen damla çapı küçüldüğü için damlanın taşıyacağı enerji, ortamındaki havanın direnç kuvvetinin artması nedeniyle yine önemli ölçüde artmamaktadır. Dolayısıyla bu tip makinalarda, damla taşıma enerjisini artırmada en etkili yolun, yardımcı hava akımı hızı ve verdisini artırmak olduğu açıklar.

Hava akımı içerisinde hareket eden bir damlaya etki eden havanın taşıma kuvveti aşağıdaki eşitlikle hesaplanabilmektedir;

$$F_v = 6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot V_d \cdot r$$

Burada;

- F_v : Havanın damla taşıma kuvveti (N),
 V_d : Dammanın bağıl (rölatif) hızı (m/s),
 η : Havanın dinamik viskozitesi (mPas),
 r : Damla yarıçapı (m)' dir.

Dammanın bağıl hızı, yardımcı hava akımı hızı ile dammanın memeden çıkış hızı arasındaki farktır. Yukarıdaki eşitlikte görüleceği gibi yardımcı hava akımıyla damnanın taşınmasında, damlaya etki eden taşıma kuvvetinin büyüklüğü, damla çapı ve bağıl hızı bağlı olarak artmaktadır.

4.2.2.5. Yardımcı hava akımı bahçe pülverizatörlerinde hava verdisine etkili faktörler

Yardımcı hava akımı bahçe pülverizatörlerinde kullanılan fanlarda, gereksinim duyulan hava verdisi; ilaçlama yapılacak ağaç çeşidine, ağaç yüksekliğine, sıra arası mesafesine ve makinanın yerleştirme hızına bağlı olarak sağlanmalıdır.

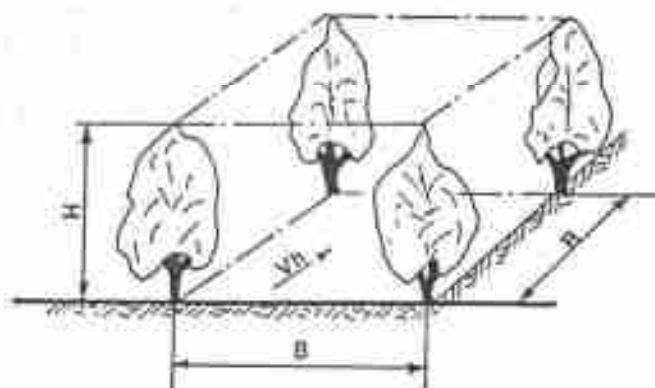
Şekil 4.108'de şematize edildiği gibi, pülverizatör dikdörtgen prizma içinden geçen dammayı hedefe lütfetmesi için, en azından prizma hacmine eşit hacimde hava sağlayarak ortamındaki havanın yer değiştirmesini sağlamalıdır. Böylece yardımcı hava akımı içinde taşınan damalar hedefe lütfenler.

İlaçlama sırasında fanın sahip olması gereken teorik hava verdisi şu eşitlikten hesaplanabilir;

$$Q_T = \frac{BH V_h}{C_p}$$

Burada:

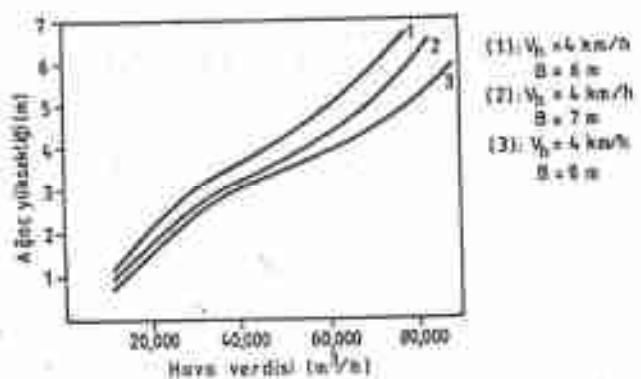
- Q_T : Fanın verdi (m³/h),
- B : Sıra arası mesafe (m),
- H : Ağac yüksekliği (m),
- V_h : İlerleme hızı (m/h),
- C_p : Püskürme katsayıdır.



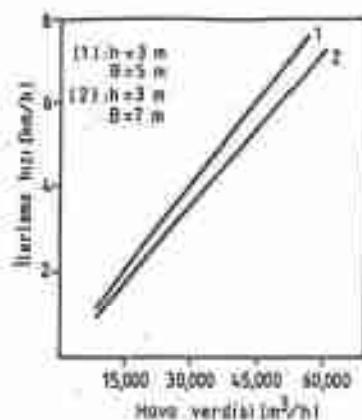
Şekil 4.108. Teorik hava verdiinin hesaplanmasıında etkili parametreler.

Püskürme katsayısi (C_p) 2 – 3 arasında değişen bir katsayı olup, ağacın taç şekline göre hesaplanmaktadır. Yaprak yoğunluğu da bu katsayiya etkili olmaktadır. Eğer yaprak yoğunluğu fazla ise bu değer 2 alınır.

Gerekli teorik hava verdiinin, ağaç yüksekliği ve sıra arası mesafeye bağlı olarak değişimini Şekil 4.107'de, ilerleme hızı ve sıra arası mesafeye bağlı olarak değişimini ise Şekil 4.108'de görülmektedir.

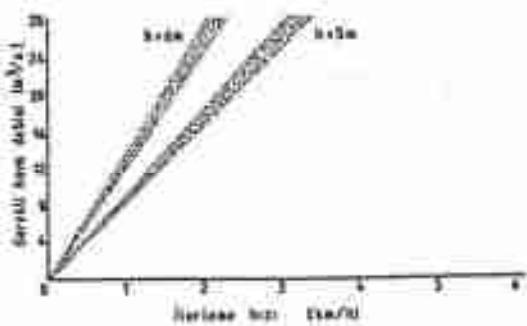


Şekil 4.107. Teorik hava verdisinin ağaç yüksekliği ve sıra arası mesafeye bağlı olarak değişimi.

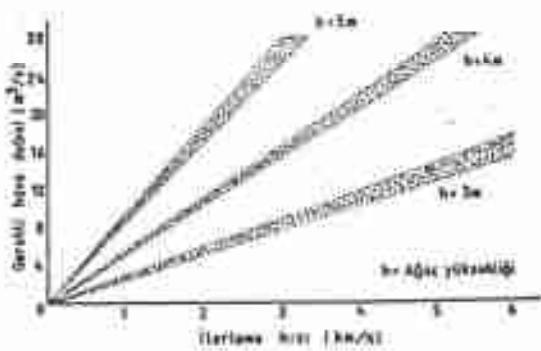


Şekil 4.108. Teorik hava verdisinin iplerme hızı ve sıra arası mesafeye bağlı olarak değişimi.

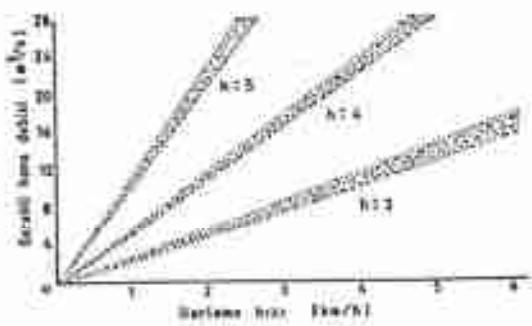
Şekil 4.109, 4.110 ve 4.111'de ise narçiye, şeftali ve elma bahçelerinin ilaçlanması sırasında gereksinim duyulan hava verdilerinin ağaç yüksekliği ve iplerme hızına bağlı olarak değişimleri görülmektedir. Bu şekillerde verilen hava verdileri, makinanın bir geçişinde her ilü tarafındaki ağaç sıralannının ilaçlanması için gerekli olan miktarları göstermekte olup yalnızca tek sıra ağaç ilaçlanması durumunda bu verdi değerlerinin yarısı yeterli olacaktır.



Şekil 4.109. Narenciye ağaçlarının ilaçlamada gereklili olan hava verdisi.



Şekil 4.110. Çiftlik ağaçlarının ilaçlamada gereklili olan hava verdisi.



Şekil 4.111. Elma ağaçlarının ilaçlamada gereklili olan hava verdisi.

4.2.2.6. Yardımcı hava akımı uygulama tekniğinin yararları

Yardımcı hava akımı uygulamanın yararlarını aşağıdaki şekilde sıralamak mümkündür:

- Hava akımı bitki yaprak ve saplarının hareketlendirerek kanıştırıldığı için, damlaların bitki tacının iç kısımlarına penetrasyonu ve yapraklıların alt yüzeylerinde toplanan ilaç kalıntı miktarı artmaktadır.
- Yardımcı hava akımı uygulamasıyla damlaya kazandırılan hız ve enerji, klasik tip hidrolik püverizatörlerde göre oldukça fazla olup bu durum Çizelge 4.21' de açıkça görülmektedir.

Çizelge 4.21. Hava akımsız ve yardımcı hava akımı tarla püverizatöründe mermelerin 0.5 m altındağı damla hızları.

Damla çapı (μm)	Hava akımsız uygulama	Hava akımı uygulama
100	1.6	4.3
200	2.4	6.2
300	5.7	9.7
400	7.9	11.3
500	11.7	12.8

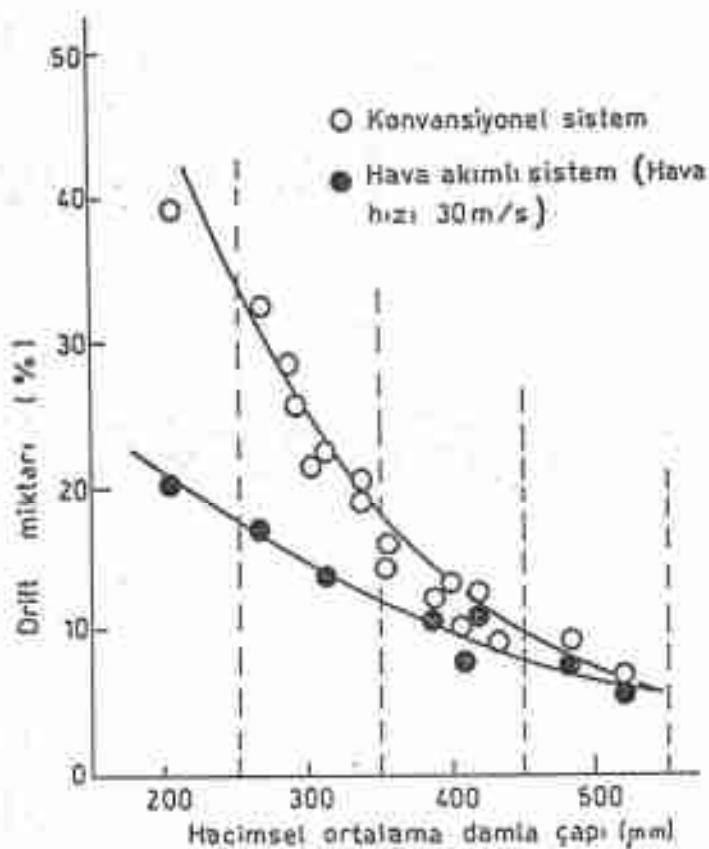
- İlaç damlalarının hızını artırığı ve hedefe yöneltiliği için rüzgarın sürükleme etkisi ve buna bağlı olarak ilaç kayıpları azalmaktadır. Bu durum daha düşük bir çevre kirliliği, yüksek biyolojik etkinlik ve düşük ilaçlama maliyetine yardımcı olmaktadır. Şekil 4.112' de hava akımının dammayı hedefe yönetim ve sürüklemeye (drift) azaltma etkisi gösterilmiştir. Ayrıca, damla hızının artması nedeniyle damalar hedefe daha kısa sürede iletişerek buharlaşma etkisi azaltılmaktadır.



Şekil 4.112. Hava akımının damlayı hedefe yönetme ve sürükleme etkisi (drift) azaltma etkisi.

- Yardımcı hava akımı, damlaların sürükleme tehlikesini azalttığı için klasik tip hidrolik pülverizatörlerde ilaçlama yapılamayacak kadar yüksek hızda bile çalışmaya olanak vermektedir. Bu durum ilaçlamanın zamanında yapılmasını ve böylece etkinliği artırmaktadır. Ayrıca pülverizatörlerin iş verimleri de önemli ölçüde artmaktadır.
- Klasik pülverizatörlerde ilaçlama sırasında rüzgar hızı $3 - 4 \text{ m/s}^*$ yi geçtiği zaman, drift aşın altacagından ilaçlama işlemine ara verilir. Yardımcı hava akımlı pülverizatörlerde ise $8 - 9 \text{ m/s}^*$ lik rüzgar hızlarında bile ilaçlama yapılabilmektedir. Şekil 4.113' de yardımcı hava akımının drift miktarına etkisi görülmektedir.
- Daha küçük damlalarla ilaçlama yapılmasına olanak verdiklerinden uygulama için gerekli ilaç normu azaltılabilmektedir. Düşük su ihtiyacı, deponun daha az sayıda doldurulmasını sağlanmakta, dolum için geçen süre azaltılmakta ve böylece enerjiden, zamanдан ve paradan tasarruf sağlanmaktadır. Depo daha az sayıda doldurulduğu için ve bir depo ile ilaçlanan alan daha fazla olduğu için iş verimleri de daha yüksek olmaktadır.

Yardımcı hava akımlı pülverizatörlerin bu üstünlüklerine karşın klasik pülverizatörler göre daha ağır (fan ve diğer parçalar nedeniyle) ve bundan dolayı satın alma maliyetleri daha yüksektir.

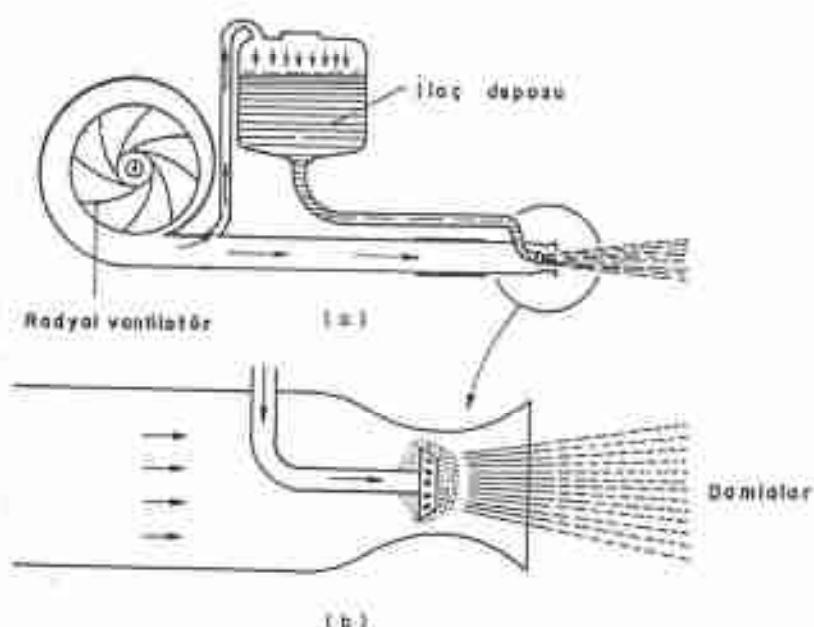


Şekil 4.113. Yardımcı hava akımının drift miktarına etkisi.

4.2.3. Hava akımı (pnömatik) pülverizatörler

Bu pülverizatörlerde, sıvı ilaçın damlalar şeklinde parçalanması ve oluşan damlaların hedefe taşınması hava akımı tarafından sağlanır. Pnömatik memeler (Bölüm 4.1.12.2) kısmında anlatıldığı gibi, sıvı ilaç ince bir boru veya hortumla hava akımının geçtiği kanalın içine iletilir. Ventilatör tarafından sağlanan hava akımı, hava kanalı çıkışlığında sıvı ile karşılaşır. Çıkış ağzındaki daraltılmış kısımda (venturi boğazında) oluşan alçak basıncı, sıvının hava içine akışını sağlar ve sıvı damlalar halinde parçalanarak hedef yüzeylere taşınır. Pnömatik pülverizatörlerde çalışmada pülverizasyonun istenen düzeyde olabilmesi için, hava hızının en az 50 m/s olması gerekmektedir. Bu nedenle,

pnömatik pülverizatörlerde gerekli hava akımının sağlanması için genellikle radyal ventilatörler kullanılmaktadır. (Şekil 4.114)



Şekil 4.114. Pnömatik pülverizatör (a. Genel , b. Merke)

4.2.4. Santrifüj (döner diskli) ve hava akımı santrifüj etkili pülverizatörler

Gerek santrifüj etkili, gerekse hava akımı santrifüj etkili pülverizatörlerle ilişkin detaylı bilgiler, "Merkezkaç kuvvetiyle çalışan santrifüj memeler" kısmında (Bölüm 4.1.12.3) verildiği için burada tekrar edilmeyecektir.

4.2.5. Elle çalıştırılan mekanik sırt pülverizatörleri

Bu pülverizatörler özellikle küçük çiftliklerde, bahçelerde, fidanlıklarda, seralarda vb. çok yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. İlk kez 19. yüzyılın sonlarında bağlarda fungisit uygulamaları için imal edilen ve bir çalışma kolu ile elle hareket verilerek çalıştırılan sırt pülverizatörlerinin tarihinden, o günden

bugüne kadar çok küçük değişimler olmuştur. Bu pülverizatörler bir ilaç deposu, bir hava deposu, elle çalıştırılan bir pompa, pompayı çalıştmak için bir kol, kısa bir hortum ve püskürtme çubuğuundan oluşur. Pompa ve hava deposu, herhangi bir düşme veya çarpmaya nedeniyle zarar göremeleri için genellikle ilaç deposunun içine yerleştirilirler.

Depo, genellikle polietilen veya plastik malzemeden yapılmaktadır. Bazı imalatçılar, galvanizli veya boyalı pirinç ve çelikten yapılmış depolar da imal etmektedirler. Ayrıca paslanmaz çeliğinden yapılmış depolar kullanılmaktadır. Depo kapasiteleri yaklaşık olarak 15 litredir. Toplam pülverizatör ağırlığı 20 kg'ı geçmemektedir. Deponun üst kısmında, çapı 95 mm'den daha az olmayan bir doldurma ağızı bulunmaktadır. Büyük doldurma ağızı, depo içinin elle temizlenmesi durumunda rahat çalışmaya olanak tanımaktadır.

Pülverizatörün pompasını çalıştırma sırasında kullanılan kol, deponun üstüne veya altına yerleştirilebilir. Uzun boylu bıkkilerin sırada aralarında yürüyerek yapılan uygulamalarda, üstten kollu pülverizatörlerle daha kolay çalışılmaktadır. Ancak çalışma süresinin uzaması durumunda, yorgunluk hissi duyulduğundan genellikle çalışma kolu depo altına yerleştirilen tip pülverizatörler tercih edilmektedir.

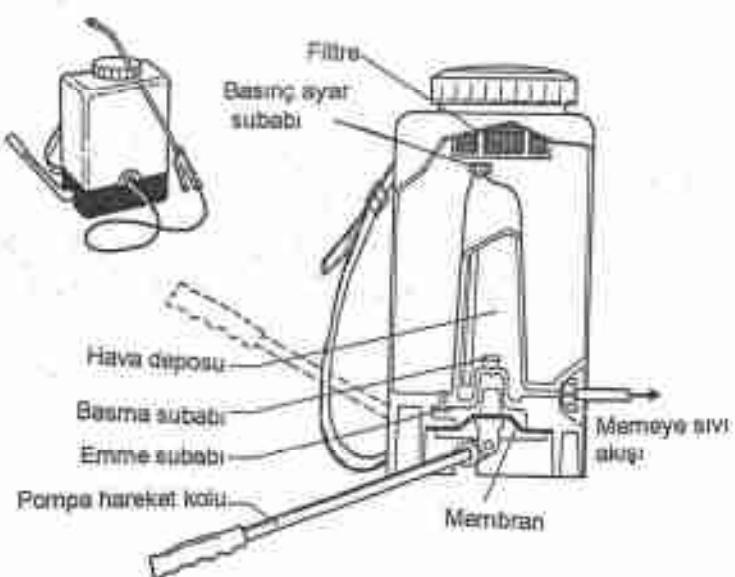
Çalışma sırasında kolun rahatça kullanılabilmesi, pülverizatörün işçinin sırtına tam ve rahatça oturmasına bağlıdır. Bu nedenle pülverizatörün askerlerin ayarlanabilir olması ve ilaçlamayı yapan kişinin omuzlarını scitmayacak yapıda olmasına dikkat edilmelidir. Pülverizatör deposunun sırtta gelen kısmında, yumuşak sünge vb. malzemeden yapılmış bir yastığın bulunması, daha rahat ve verimli bir çalışmaya olanak tanımaktadır.

Elle çalıştırılan sırt pülverizatörleri, pompa tiplerine göre pistonlu veya membranlı olarak iki gruba ayrılmaktadır. Pistonlu pomپaya sahip sırt pülverizatörlerinde, çalışma basıncı 6 bar kadardır. Membranlı pompa ise süspansiyon şeklindeki ilaç uygulamalarında aşırımı azaltmak için tercih edilmekte olup çalışma basıncı 3 bar civandadır. Şekil 4.115' de piston pompalı, Şekil 4.116' da ise membran pompalı tip sırt pülverizatörü görülmektedir.

Pülverizatör kullanılırken, pompa çalışma kolu ile pompayla hareket verildiğinde, pompanın emme strokunda emme subabını açılarak sıvı silindir içine emirnektedir. Pompanın basma strokunda, silindir içindeki sıvı, basma subabından hava deposu içine basılmaktadır. Bu işlem sırasında emme subabi kapalı olduğundan sıvının depoya geri dönüşü önlenmektedir.



Şekil 4.115. Piston pompalı sırt püverizatörü.



Şekil 4.116. Membranlı sırt püverizatörü.

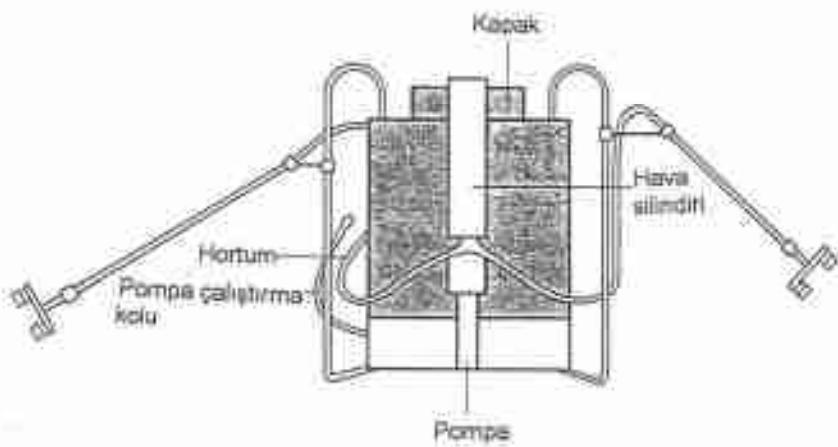
Sıvı hava deposu içine basıldıça, havanın sıvı üzerine uyguladığı basınç artmaktadır. Sıkışan ve basıncı artan hava, sıvının hava deposuna bağlı bir hortumla püskürme çubuğu ucundaki memeye basımasını sağlamaktadır. Hava deposunun büyüğlüğü çeşitli tip sırt pülverizatörlerinde önemli ölçüde değişiklik göstermektedir. 160-1300 mL arasında olmalıdır. Hava deposu mümkün olduğunda büyük ve pompa kapasitesinin en az 10 katı olmalıdır. Hava deposu hacmi uygun olmadığındada, basınçta önemli değişiklikler olmaktadır. Ancak hava deposu, basınçta bu dalgalanmaları önleyeceğin şekilde tasarlanmış olsa bile püskürme çubuğuna bir basınç ayar subabı bağlanmadıkça, basınçta küçük değişimler oluşmaktadır. Bu nedenle püskürme çubuğu üzerinde bir basınç ayar subabı ve bir manometre bağlanması gerekmektedir. Böylece ilaç normu ayan ve basınç kontrolü kolayca yapılabilmektedir.

İslanabilir toz ilaçlar gibi süspansiyonlarla ilaçlama yapılırken çökelmeyi önlemek için karıştırma zorunludur. Kanıtırıcı, bazı pülverizatörlerde pompa çalışma koluna bağlı bir çark şeklidir. Bazlarında ise pompa verdisinin bir kısmını depoya geri göndermek suretiyle hidrolik bir karıştırma sağlanmaktadır.

Bazı sırt pülverizatörlerinde, hava deposuna bir emniyet subabı bağlanabilmektedir. Bu subap, hava deposunda aşın basınç olmasını önermektedir. Ancak emniyet subabı bir basınç ayar subabı olarak kullanılmamalı, yalnızca depo boş ve temiz iken dokunulmalıdır.

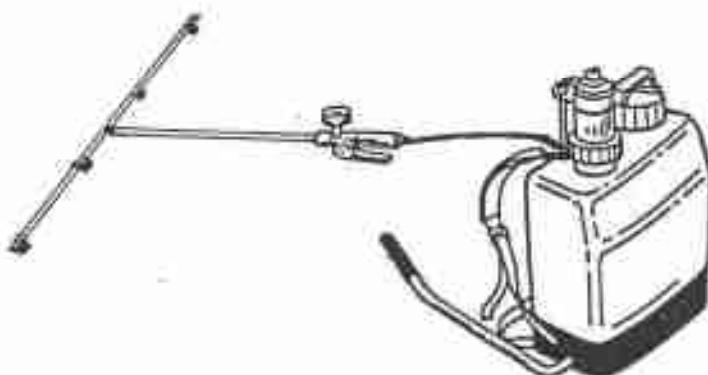
Elle çalışılan sırt pülverizatörleri kullanılırken, hava deposunda basınçın oluşabilmesi için, püskürme çubuğu üzerinde sıvı akışını kontrol eden musluk kapalı iken ilaçlamayı yapacak kişi pompaya hareket veren çalışma kolunu yukarı ve aşağı doğru defalarca hareket ettirir. Daha sonra musluk açılır ve ilaçlamaya başlanır. İlaçlamayı yapan kişi, bir eliyle püskürme çubuğunu hedefe doğru yönlendirirken bir eliyle sürekli olarak pompalamaya devam eder. Bir elle sürekli olarak pompanın çalıştırılması, püskürme çubuğunun hedefe doğru bir şekilde yönlendirilmesini güçleştirir.

Elle çalışılan sırt pülverizatörleriyle çalışmada diğer bir sorun, ilaçlamayı yapan kişinin, püskürme çubugunu yönettiği yere doğru yürümesi ve böylece ilaçladığı bitkiler arasında yürüyerek geçerken özellikle ayaklarının ilaçlarla kirlenmesidir. Bundan dolayı bazı sırt pülverizatörlerinde ilaçlama güvenliğini iyileştirmek, ilaç damlaianının daha lyl dağılmaması sağlamak ve ilaçlama hızını artırmak için değişik püskürme sistemleri geliştirilmiştir. Şekil 4.117'de ilaç deposunun arkasına yerleştirilmiş püskürme sistemi görülmektedir. Bu tip sırt pülverizatörleri ile çalışmada, operatör ilaçlanan alan içerisinde geçmediği için ilaçla kirlenme riski ortadan kaldırmaktadır.



Şekil 4.117. Püskürme sistemi arkada olan sırt pülverizatörü.

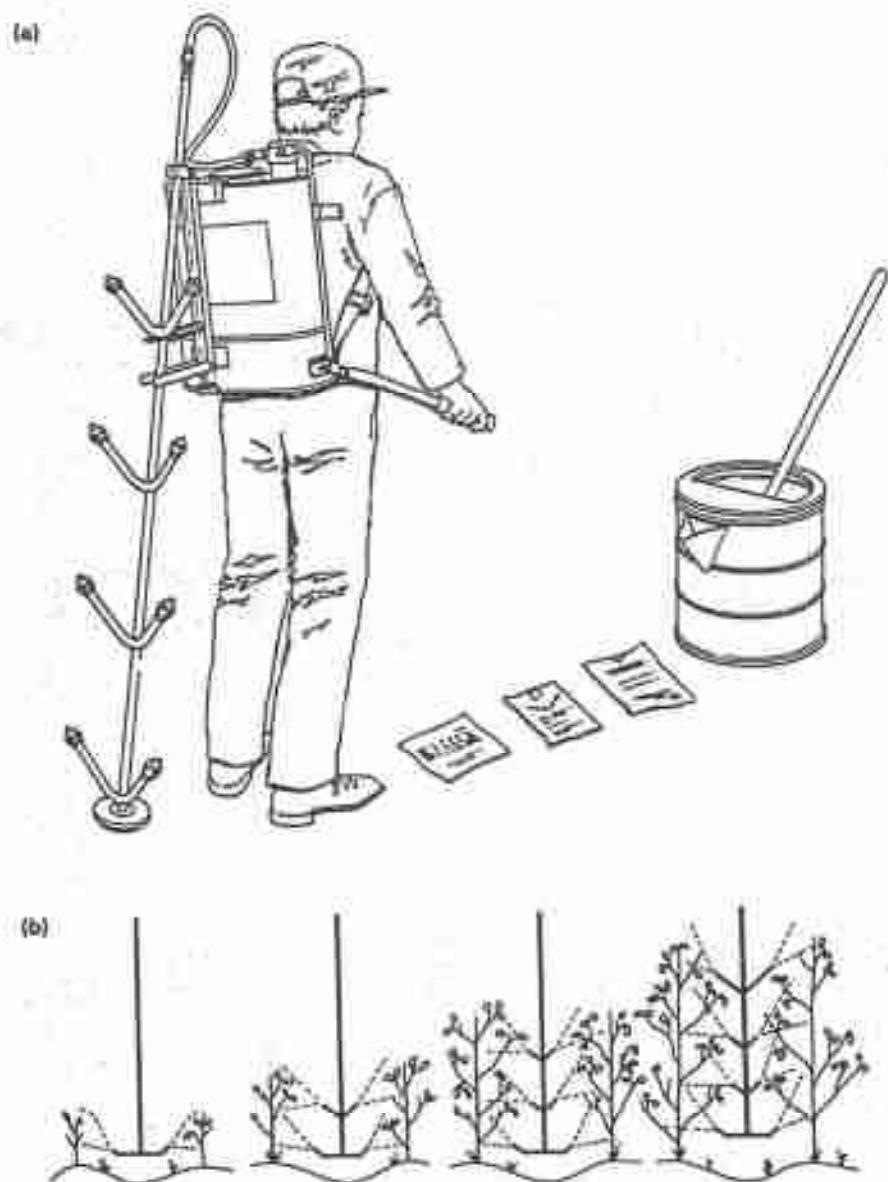
Mekanik sırt pülverizatörlerinde, tarla pülverizatörlerinde olduğu gibi yatay püskürme bumerleri da kullanılmamaktadır. Böylece bir geçişte birden fazla bitki sırası ilaçlanabilmektedir. Püskürme bumu üzerinde coğunuşlu 2 veya 4 membe bulunmakta olup iş genişlikleri 1-2 m arasındadır (Şekil 4.118).



Şekil 4.118. Yatay bumi mekanik sırt pülverizatörü.

Pamuk bitkileri üzerinde daha iyi bir ilaç dağılımı elde etmek amacıyla geliştirilmiş olan diğer bir tip ise yine pülverizatör deposunun arka kısmına dikdörtgen şeklinde yerleştirilmiş bir püskürme çubuğuuna sahip sırt pülverizatördür.

(Şekil 4.119.a). Memeler, dikey püskürme çubuğu üzerine belirli aralıklarla ve hem sağa hem de sola püskürme yapacak şekilde ikişerli gruplar halinde yerleştirilmiştir. Püskürme çubuğu üzerindeki meme sayısı, ilaçlanan bitkinin yüksekliğine göre azaltılabilimekte veya artırlabilmektedir (Şekil 4.119.b).



Şekil 4.119. Pamuk İlaçlamasında Kullanılan dikey püskürme çubuklu sırı pülverizatörü (a: Genel görünüm, b: Bitki yükseliği ile meme sayısındaki değişim).

Özellikle selektif olmayan herbisitlerin, hassas bitkilere veya ağaçlara yakın (ağaçaltı uygulamaları vb.) uygulandığı durumlarda memeler bir konuyucu örtü içine alımlılmaktadır (Şekil 4.120).

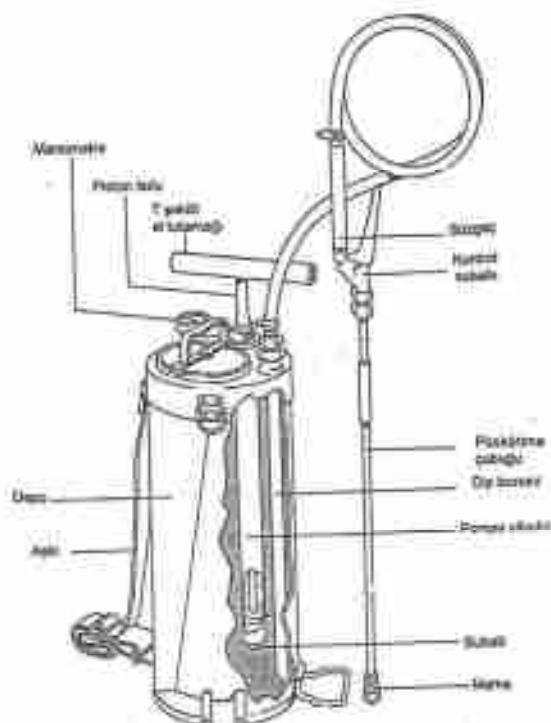


Şekil 4.120. Herbisit uygulamada kullanılan konuyucu örtülü meme sistemi.

4.2.6. Otomatik sırt pülverizatörleri

Bu tip pülverizatörlerde bir hava pompası kullanılmaktadır. Hava pompalı sırt pülverizatörleri, pülverizasyon sırasında bir kol yardımıyla

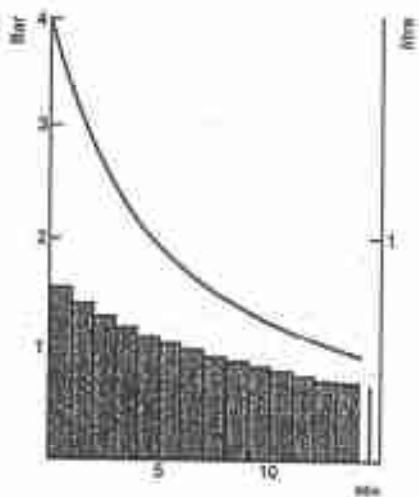
pompanın sürekli olarak çalıştırılması gibi bir işlemi gereklilikinden otomatik sırt pülverizatörleri olarak adlandırılmaktadır (Şekil 4.121).



Şekil 4.121. Otomatik sırt pülverizatörü.

Pülverizatör işe hazırlanırken, depo doldurulmadan önce sıvı çıkış kanalının musluğunu kapatılır. Depo, sıvı ilaçla tamamen doldurulmaz. Deponun içine, hacminin 2/3'ünü dolduracak kadar ilaçlı sıvı konulur. Bu durum, seviye ayar deliğinden kontrol edilerek sağlanabilir. Sıvı ilaç depoya doldurulduktan sonra doldurma kapağı kapatılır. Çalışma başlangıcında, depo içine yaklaşık 6 bar basınç elde edilinceye kadar hava pompası ile hava basılır. Pompanın depo içine bastığı hava, sıvinin üst kısmında kalınmış bulunan hava boşluğununda (depo hacminin 1/3'ük kısmı) toplanır. Depo içinde yaratılan basınç, deponun üst kısmına yerleştirilmiş olan bir manometre yardımıyla kontrol edilebilmektedir. İstenen çalışma basıncı elde edildikten sonra, çıkış musluğunu açılarak pülverizasyona başlanabilir. Elde edilen basınç, deponun 2/3'üne kadar doldurulmuş sıvı ilaçın tümü bitene kadar yeterli olacağından pülverizasyon sırasında pompanın yeniden çalıştırılması gerekmektedir.

Ancak bu tip pülverizatörlerde, pülverizasyona başladıktan hemen sonra gittikçe azalan sıvı hacmi ve dölayısıyla artan hava boşluğu hacmi nedeniyle basınç düşer. Basıncın düşmesi, birim zamanda püskürtülen ilaçlı sıvı miktarının da azalmasına neden olur. Bu durum Şekil 4.122'de görülmektedir.



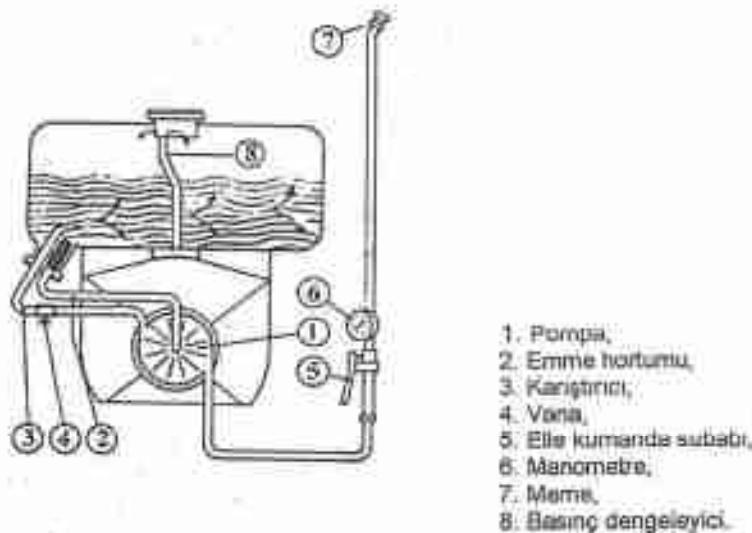
Şekil 4.122: Otomatik sırt püplerizatörlerinde hava basıncına bağlı olarak verdinin değişimi.

Otomatik sırt püplerizatörlerinde görülen bu sakıncanın giderilmesi için bazı tiplerinde, püskürme memesiinden önce basit yapılı bir basınç ayarlayıcı vardır. Bu basınç ayarlayıcısı, püplerizasyon sırasında püskürme basıncının belirli sınırlar arasında kalmasını sağlar. Ancak etkinliklerinin düşük olması nedeniyle, bu tür basınç ayarlayıcıları yaygın bir kullanım alanı bulamamıştır.

Otomatik sırt püplerizatörleriyle ilaçlama işlemi tamamlandığında, depodaki ilaçın tümü kullanılmadığı takdirde depo içinde bir miktar basıncılı hava kalabilir. İlacı boşaltmak amacıyla depo kapağı açılırken, içerde basınç olabileceği düşünülmerek her zaman dikkatli olunmalıdır. Kapağı tamamen açmadan önce, gevşeterek basınçlı havanın dışarı çıkışının beklenmesi, herhangi bir kazanın önlenmesi açısından yararlı olacaktır.

4.2.7. Motorlu sırt püplerizatörleri

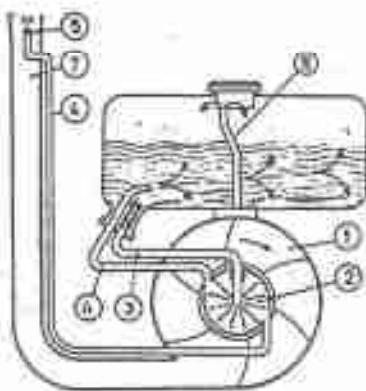
Bu tip püplerizatörlerde, pompanın çalıştırılmasında kol gücü yerine elektrikli veya genellikle iki zamanlı benzini bir motor kullanılmaktadır. Depodaki sıvı ilaç, pistonlu veya membranlı (diyaframlı) bir pompa ile püskürme çubuğu ucundaki memeye basılmaktadır. En yüksek çalışma basıncı yaklaşık 10 bar'dır. Çalışma basıncı, genellikle basınç regülatörü ile veya bazı tiplerinde motor devrinin değiştirerek ayarlanmaktadır. Depo kapasiteleri 15-20 litre arasındadır (Şekil 4.123).



Şekil 4.123. Motorlu sırt pülverizatörü.

4.2.8. Motorlu sırt atomizörleri

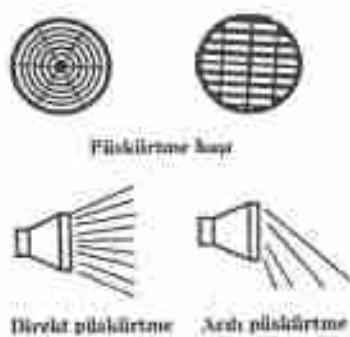
Genellikle bağ-bahçe, orman ve çeşitli ağaçlık alanların ilaçlanmasıında kullanılan bu tip pülverizatörlerde, motorlu sırt pülverizatöründen farklı olarak bir vantilatör bulunmaktadır. Vantilatör çapısındaki hava hızı 100 m/s'ye kadar çabilmektedir (Şekil 4.124). Motorlu sırt pülverizatörlerinde, damla oluşumu ve oluşan damllaların hedefe taşınması için gerekli olan enerji pompa tarafından sağlanmaktadır. Burlarda ise depodaki sıvı ile veya bir pompa ile fanın oluşturduğu hava akımı içerişine gönderilmektedir. Sıvı, yüksek hızlı hava akımıyla damlacıklar haline dönüşerek hedef yüzeylere taşınmaktadır. Füskürme borusundan çıkan sıvı miktarı, hava kanalı içerişine sıvayı ileten hortum üzerinde bulunan kademeli bir verdi ayar musluğu veya değişik memeler kullanılarak değiştirilebilmektedir.



1. Ventilator,
2. Pompa,
3. Emme hortumu,
4. Basma hortumu,
5. Membe,
6. Kanşırıcı,
7. Püskürme (veya toz atma),
8. Batırıcı dengeleyici.

Şekil 4.124. Motorlu sırt atomizörü.

Püskürme borusu çıkış ağızına takılabilen değişik tipteki başlıklarla çeşitli püskürme şekilleri sağlanabilir. Şekil 4.125' de iki farklı tip püskürme başlığı ve bunlara ilişkin püskürme şekilleri görülmektedir. Bu tip atomizörler, püskürme sisteminde döner diskli bir meme monte edilerek ULV uygulamalarında da kullanılabilirler. Ayrıca atomizör üzerinde basit bazı değişiklikler yapılarak tozlayıcı olarak kullanılabilirler.



Şekil 4.125. Sırt atomizörlerinde kullanılan püskürme başlıklarının ve bunların püskürme şekilleri

4.2.9. El püplerizatörleri

Küçük ve genellikle plastikten yapılmış ve depo kapasitesi 0,5-3 litre arasında değişen el püplerizatörleri oldukça basit yapıldırlar. Çok küçük alanların ilaçlanmasıında oldukça kullanışlıdır. Uygulamada değişik tiplerini görmek mümkündür. En çok kullanılan tiplerden birisi Bölüm 4.1.12.2' de açıklanan ve halk arasında filit olarak da adlandırılan el püplerizatöridir. Elle çalışan bir hava pompası her stroktta hava basar ve bu hava akımı, ilaç deposuna indirilmiş kılcal boru ucundan geçerken bir alçak basınç (vakum) yaratır. Kılcal borudan vakumun etkisiyle yükselen sıvı ilaç, hava akımının etkisiyle parçalanarak damlalar haline dönüşür ve yayılır.

Şekil 4.125' de görülen diğer tip el püplerizatöründe ise, sıvı içeriğine dalmış olan bir pompa ile sıvı basınçlandırılmaktadır. Kısa bir püskürtme borusu ucuna çoğunktukla konik huzmeli bir meme bağlanmaktadır. Aşma-kapma sababi bazen el tutağı içine yerleştirilen bir tetik bigimindedir.

Ayrıca döner diskli el püplerizatörleri Bölüm 4.1.12.3' de ve elektrodinamik memeli el püplerizatörleri Bölüm 6' da açıklanlığı için burada tekrar edilmeyecektir.



Şekil 4.126. El püplerizatörü.

5. SİSLEYİCİLER (SİSLEME MAKİNALARI)

Sıvı ilaç isi enerjisiyle çalışan memeler yardımıyla 15-30 µm'lik damllalara dönüştürürek bir sis bulutu halinde uygulayan tanımsal savaş makinaları sisleyici veya sisteme makinaları olarak adlandırılırlar. İsi enerjisiyle çalışan memelerin çalışma ilkesi Bölüm 4.1.12.4' de açıklanmıştır.

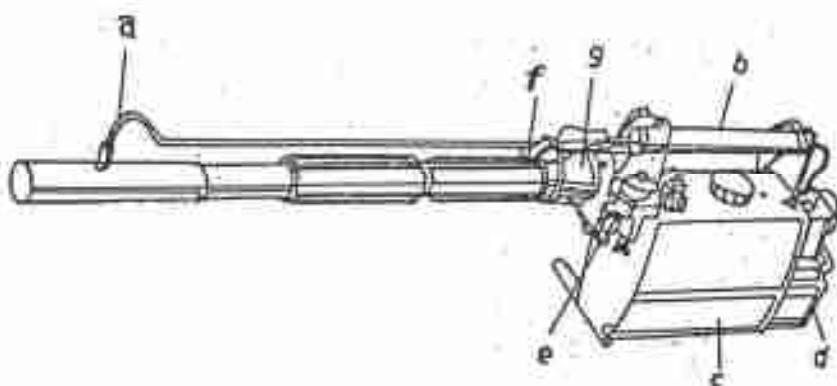
İsi enerjisiyle çalışan memelerde elde edilen oldukça küçük damllalı sis şeklindeki pülverizasyonlar, özellikle uçucu böceklerle karşı yapılan uygulamalarda oldukça yararlı olmaktadır. Ancak sisleyicilerin kullanım alanları oldukça fazladır. Sisleyicilerin kullandığı alanları aşağıdaki gibi sıralayabiliriz;

- Sera gibi kapaklı alanlarda hastalık ve zararlı kontrolünde,
- Tarla ve bahçe bitkilerinde oluşan zararlı ve hastalıklarda savaşında,
- Silolar, depolar vb. kapaklı alanlardaki zararlılarla savaşında,
- Açık ve kapaklı alanlardaki sıvı sineklerin kontrolünde,
- İnsanların yaşadığı alanlarda her türlü hastalık ve zararlı kontrolünde,
- Hayvanların bulunduğu alanların dezenfeksiyonunda,
- İstenmeyen alanlarda çırınenmenin engellenmesinde,
- Zararlı otların yakılmasında,
- Depolanmış ürünlerin filizlenmesinin engellenmesinde,
- Seraların, açık alanların ve diğer üretim alanlarının don'a karşı korunmasında,
- Donmuş su borularının, kanalların ve buzlu sahaların entilmesinde kullanılabilmektedir.

5.1. Sisleyici Tipleri

5.1.1. Termik sisleyiciler

Sisteme uygulamalarında çeşitli tip sisleyiciler kullanılmaktır olup tanımsal üretimde genellikle elde ve sitta taşıınır tip termik sisleyiciler kullanılmaktadır. Termik sisleyicilerin büyük kapasiteli olanları ise bir taşıt üzerine monte edilerek kullanılmaktadır. Bu makinalarda; ilaç deposu, yakıt deposu, hava pompası, buji, karburatör, uzun tır ekzos borusu, karışım ve yanma böimesi gibi kısımlar bulunur (Şekil 5.1).



Şekil 5.1. Termik sisleyici (a: karışım bumesi, b: hava pompası, c: ilaç deposu, d: yakıt deposu, e: karbüratör, f: yanma bumesi, g: egzos).

Sisleyici çalıştırılmadan önce hava pompasıyla iki depoda da basınç sağlanır. Depodan karbüratöre gelen yakut, gaz - hava karışımı olarak yanma odasına geçer. Bu bölümde bulunan bujının tırnakları arasında oluşan kuvvet, tutuşmayı sağlar. Yanma sonucu oluşan kızgın gaz dışarıya doğru hızla ilerler. İlk ateşlemeden sonra, bujının ateşlemeyi sürdürmesi gerekmekz. Çünkü ilk ateşlemede, yanma odası ısınır ve karbüratörden gelen yakıt-hava karışımı kendi kendine tutuşur. Sisleyici bu şekilde iki dakika çalıştırıldıkten sonra, ilaç deposunda basınç altında bulunan ilaç bir boruya gaz çıkış borusunun ağız kısmına püskürtülür. Sıcak yanmış gaz içine ulaşan ilaç, sis halinde boradan dışarıya çıkar. İlaç verdisi değişirilebilir. İlaç verdisi arttıkça, sisteki damla çapları büyür ve sisin sıcaklığı düşer.

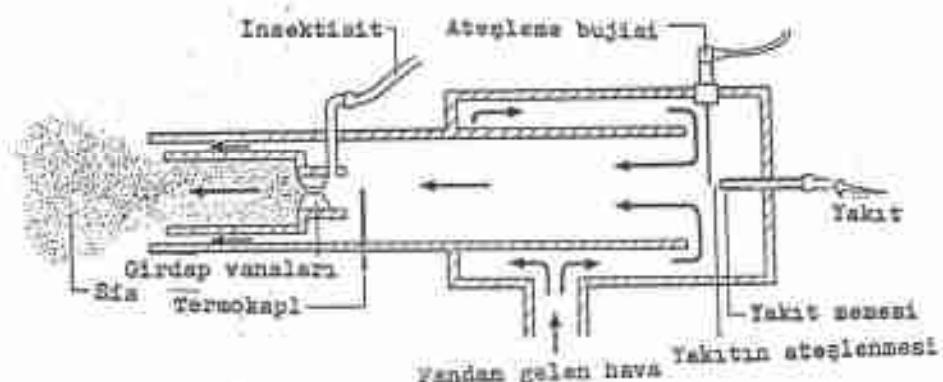
Sisleme işi bittiğinden sonra, önce ilaç akışı durdurulur ve sisleyici bu şekilde bir dakika çalıştırıldıktan sonra yakıt kesilerek sisleyici durdurulur. Makina sicakken doldurma işleminden kaçınılmalıdır.

Sisleyicinin teknik özelliklerine bağlı olmakla birlikte, kapalı yerlerin 200 m^3 lük hacmi bir dakikada sislenebilir. Açık alanlarda ise 3 ha'lık bir alanın sislenmesi bir saat içinde tamamlanabilmektedir. Termik sisleyicilerde yanım tehlikesi söz konusu olduğundan gerek sisteme süresinde, gerekse sisleme sonrasında dikkatli olunmalıdır.

Sisleme makinalıyla yapılan uygulamalarda, ilaç taşıyıcı olarak tek başına su kullanılmamaktadır. Taşıyıcı olarak mazot veya su+VK-2 gibi akışılığı yüksek, şeffaf, renksiz ve nötr ($\text{pH}=7$) bir karışım da kullanılabilmektedir. VK-2'nin kaynama noktası 130°C civarında olup suda erime kabiliyeti çok yüksek olduğundan ve tamamen suda eridiğinden, ilaçlamadan sonra havada absorbé olmaktadır.

5.1.2. Motor egzoslu sisleyiciler

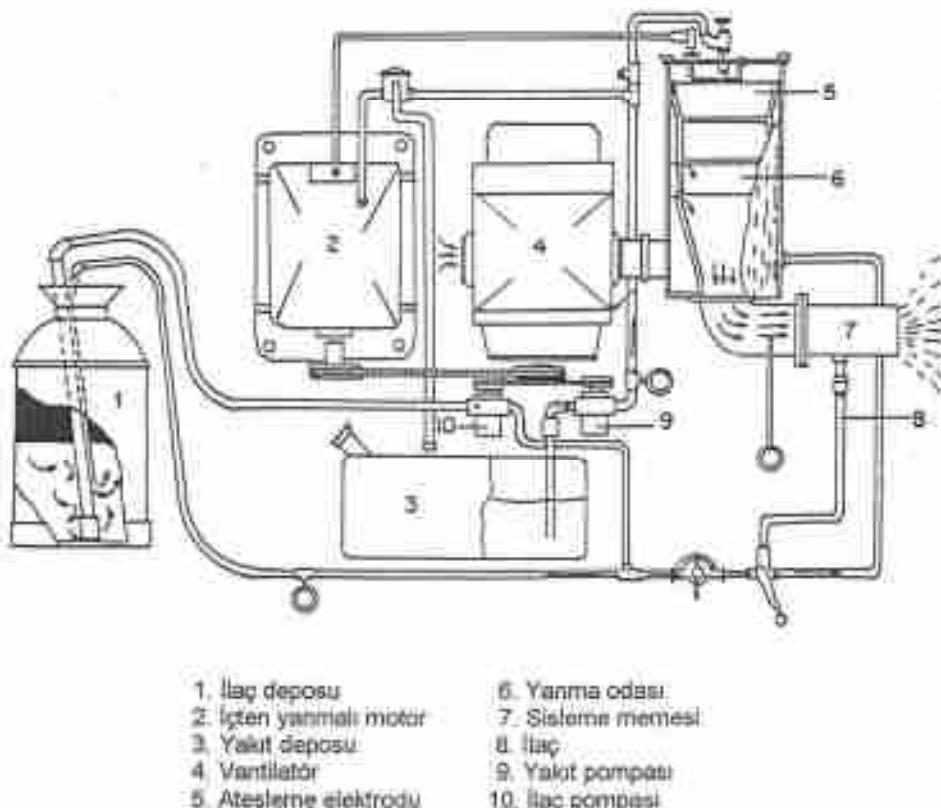
Motor egzoslu sisleyiciler termik sisleyici gurubundandır. Bu tip sisleyici asılnda bir termik motordur. Motorun egzosuna, isıya dayanıklı bir ilaç formülasyonu püskürülür. İlaç bu egzos çıkışında bir sis oluşturur. Yangın tehlikesi bunlarda daha azdır. Sisteme sıcaklığı diğerlerine göre daha düşüktür (Şekil 5.2).



Şekil 5.2. Motor egzoslu termik sisleyici.

5.1.3. Büyük tip sisleyiciler

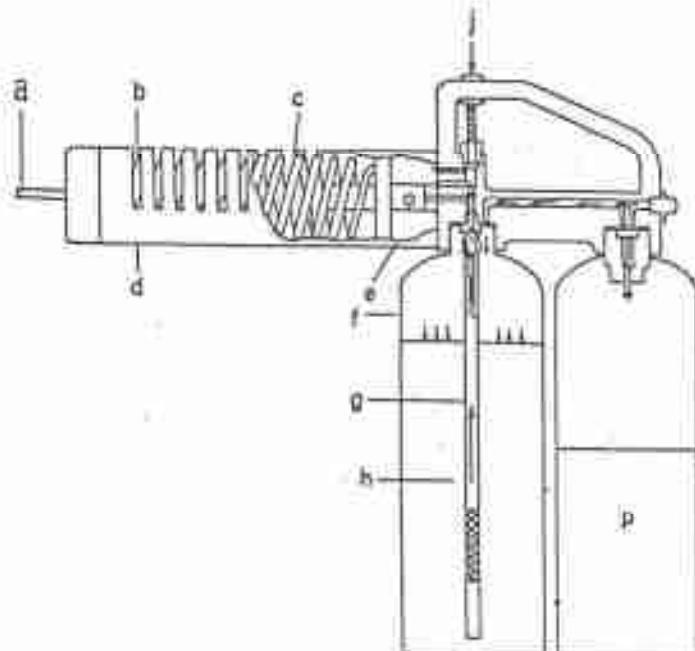
Aşker amaçları geliştirilmiş olan büyük tip termik sisleyiciler olup bu sisleyiciler fanmda da kullanılmaktadır. Sisleyicinin kompresörüyle, yakıt ve ilaç pompasını birden çalıştıran bir motoru vardır. Hava üfleyici, yüksek hacimli düşük basıncı havayı yanma odasına gönderir. Yakut ise bir dişli pompa ile yanma odasına iletilmekte ve hava yakut karışımı bir buji tarafından ateşlenmektedir. 500-600 °C sıcaklığındaki gaz, karışım böimesine geçer ve bu anda ilaç bir pompa ile karışım böimesine basır. Normal olarak sis, sürüklendirme ile 150 m genişliğe yayılır. Bu genişlik 400 m'ye kadar çıkabilemektedir. Genellikle bir kamyonete bindirilen sisleyiciye sürücü kabininden kumanda edilmektedir (Şekil 5.3).



Şekil 5.3. TIFA sisteme makinası.

Sıvılaştırılmış petrol gazıyla çalışan termik sisleyiciler de yapılmıştır. Sistemiyi sağlayacak sıcak gaz, petrol gazının yakılmasıyla oluşur. Küçük ve hafif yapılı el sisleyicileri genellikle bu tiptedirler (Şekil 5.4).

Yakıt deposuyla ilaç deposu bağlantılı olup, yakıt deposundaki basınç, ilaç deposu üzerinde etkili olarak, ilaçın karışım bölmesine ulaşılmasını sağlar. Çıkış borusunda hafif bir ısıtıcı vardır. Bu ısıtıcı 10 s kadar ısıtıldıktan sonra ilaç gönderildiğinde, ısıtıcı soğuyacağından soğuk sis oluşur. Bu tip sisleyicilerde verdi 140 mL/min kadarıdır ve bir depo ile 8500 m³ hacim sisienebilir.



- | | |
|------------------------|-----------------|
| a. Sis çıkışı | f. İlaç deposu |
| b. Hava giriş yankılan | g. Dip borusu |
| c. İsticci | h. İlaç |
| d. Egizci | i. Yakut deposu |
| e. Kanışım bölmesi | j. Aşma düğmesi |

Şekil 5.4. Sıvılaştırılmış petrol gazıyla çalışan el sisleyici.

5.1.4. Elektrikli sisleyiciler

Elektrikle çalışan küçük el sisleyicileri de mevcuttur. Elektrik motoruyla çalışan bir fan, havayı bir ısıtıcı üzerine öfler ve sıcak havanın önlüğe püskürülmen ilacı buharlaştırarak sis oluşturur.

Elektrikle çalışan diğer bir sisleyici tipinde ise yüksek devirli diskler yardımıyla güçlü bir hava akımına sürekli olarak püskürülmen radyal sıvı firmen aerosol zerrelen halinde parçalanmakta ve soğuk sisleme yapılmaktadır.

5.2. Sislemenin yararıları

Sislemenin sağladığı yararılar aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Konvansiyonel ilaçlama alanlarına göre daha büyük alanlar ilaçlanabildiği için % 90 oranında zaman tasarrufu sağlarlar. Sisleme ile uygulanan ilaç miktarı çok düşük olduğu için makinayı yeniden doldurma ihtiyacı çok azdır. Yani bir depo ilaçla büyük alanlar ilaçlanabilemektedir.
- Sis şeklindeki damlalarda hacim/yüzey oranı, klasik pülverizasyonlardaki büyük damlacıklara göre çok daha yüksek olduğundan kaplanan alan ve buna bağlı olarak biyolojik etkinlik artmaktadır.
- Damla çapları çok küçük olduğundan, damlalar yüzeyler üzerinde fiziksel olarak düzgün dağılıma özelliğine sahiptir. Böylece büyük damlaların birleşip bitki yüzeyleri üzerinde kayarak damlaları nedeniyle oluşan ilaç kaybı önlenmekte ve akılî maddelerden tamamen yaradanılmaktadır.
- Enerji tasarrufu sağlamaktadır. Sisleme makinasının iş genişliği ve ilerleme hızı, normal pülverizatörlerden daha fazladır, 10 litrelik sis eriyiğini uygulayabilmek için yaklaşık olarak sadece 1 litre yakıt ve 50 dakika gereklidir.
- Düşük ilaç normlarında çabasılığı için taşıyıcı gereksinimi çok azdır. Bu durum, suyun uzak ve taşınmasının zor olduğu yerlerde önemlidir ölçüde enerji tasarrufu sağlamaktadır.
- Sisleyicilerin çalışması emniyetli ve elde kullanılması kolaydır. Mekanik kısımları hareketli olmaya sabittir ve sürekli olarak çıkarılıp takılmazlar. Bu nedenle sisleyicinin elemanları yıpranmaz.

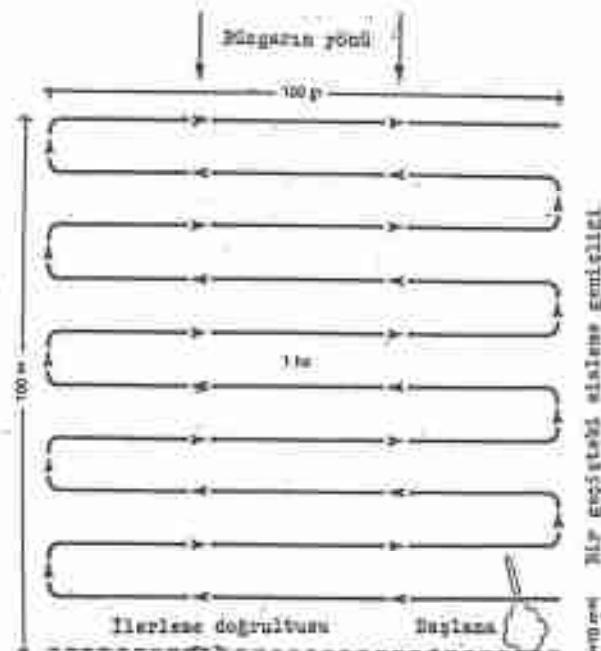
5.3. Sislemede dikkat edilecek hususlar

Sera ve öteki çitlik yapılarında, sisteme şeklindeki ilaçlamadan çok yararlanılmaktadır. Sisin, yank ve çatlaklırla nüfuz yeteneği daha fazla olduğundan, hastalık ve zararlı kontrolunda etkili sonuçlar alınmaktadır. Kapalı yerlerde genellikle 400 m^3 lük birim hacim için 1 litre ilaç uygulanmaktadır. Bu büyük sisteme oranına karşın sıcak ve yanıcı olan gazın herhangi bir nedenle alev alarak yangına yol açma tehlikesi bulunmaktadır. Aynca sisteme içerisinde, ilaçın solunum yoluya vücuda geçme tehlikesi de söz konusudur. Seralarda sisteme yapıldıktan sonra en az 5-6 saat serayı kilitlemek, sisteme yapıldığını belirten uyancılar kullanmak gereklmektedir. Sisleme yapılmış olan bir yere ancak koruyucu maske ve elbiselerle girelibilir. Bunların eskirmemiş olması gereklidir. Yangın tehlikesine karşı otomatik havalandırma, sulama, aydınlatma ve CO_2 sistemleri kapatılmamalıdır.

Sisleme doğru dozlarde yapılmalı, sisleyicinin verdisi, uygun sisteme oranına göre dikkatlice ayarlanmalıdır. Serada, sulamadan sonra sisteme yapılmamalıdır. Bitki yaprakları kuru olmalıdır. Sıcaklık 15-29 °C arasında olmalı ve yüksek nem olmamalıdır. Doğrudan güneş ışığı, nem ve sıcaklığın fazla olması fitotoksik etkiyeş artırmaktadır. Bu nedenle sisteme çoğu kez akşamları yapılmalıdır. Bitkilerin suya ihtiyaçları olduğu zamanlarda sisteme yapılmamalıdır.

Sistemde kullanılan ilaçlar çok kaçı olmadıkça, kalıntı etkileri ya hiç yada çok az düzeyde olacaktır. Bu nedenle ilaçın etkisi bitkinin tüm organlarında aynı derecede ortaya çıkmaz. Düşük verdiili memelerde sisteme yapıldığında, hava akımı az olduğundan, ilaçın yapraklar arasına geçiş yetersiz olur. Yüksek verdiili memeler kullanıldığında ise, yapraklar arasına geçiş daha iyi olmakla birlikte, memeye yakını yapraklar yüksek dozlardan zarar görür.

Sisleme açık alanlarda da yapılabilmektedir. Ancak hava akumları ve rüzgârı etkileri vardır. Sabahın erken saatleri ile akşam üzeri hava akumları yukarıdan aşağıya, yere doğru olur. Bu durum sıcaklık değişimlerinden doğan meteorolojik bir olaydır. Sisleme bu saatlerde yapılır ve ilaçın yere doğru yönetilmesi bu hava akumları ile sağlanır. Aynı saatlerde ilaçlanacak alanda şepriz rüzgarı varsa, hızı 6 km/h' i aşınamak koşuluya, sislenen ilaç hızla şekilde yayılır ve etkin bir zararlı kontrolu sağlanır. Şekil 5.5'de rüzgarlı koşulda sisteme teknigi görülmektedir.



Şekil 5.5. Rüzgarlı koşulda sisteme teknigi.

6. ELEKTROSTATİK YÜKLEME TEKNİĞİ

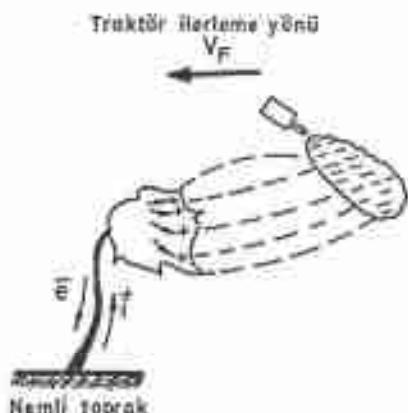
6.1. Sıvı Tarım İlaçlarının Elektrostatik Yüklenmesi

Elektrostatik yükleme uygulamaları, 19. Yüzyılın başlarında sanayide çeşitli amaçlar için kullanılmaya başlanmış olup 1950'li yıllarda toz ilaçların, 1960'lı yıllarda ise sıvı ilaçların bitki yüzeyine uygulanmasında kullanılmış ve başarılı sonuçlar alınmıştır. Uygulamaya aktarılan bazı gelişmeler elde edilmişse de bu konudaki çalışmalar hala devam etmektedir. Günümüzdeki çalışmalar, özellikle ABD ve İngiltere'de yürütülmektedir. Bu iki ülke, aynı zamanda elektrostatik yükleme yönteminin ilk olarak kullanıldığı ülkelerdir. Almanya bu konudaki çalışmalara 1970'li yıllarda başlamış, Fransa ve diğer Avrupa ülkelerinde ise öncemi bir çalışmaya rastlanılmamaktadır. Elektrostatik ilaçlama tekniğinin faydalannı şu şekilde özetleyebiliriz;

- Statik elektrikde yüklenmiş ilaç damlaları ve bitkiler arasında etkili olan elektrostatik çekim kuvvetinden dolayı bitkiler üzerinde toplanan ilaç kalıntı miktarı artmaktadır. Yani, ilaç damaları üzerinde etkili olan yerçekimi kuvvetine ek olarak bir elektriksel kuvvet uygulandığı için, bitkiler üzerinde daha fazla ilaç kalıntısı toplanmaktadır.
- İlaç damaları üzerinde etkili olan bu ek elektriksel kuvvet, rüzgarın sürüklere etkisini azaltmadan yardımcı olmaktadır. Böylece elektriksel bir yükle yüklenen damalar, ek bir elektriksel kuvvet kazandıkları için çevre koşullarından daha az etkilenirler. Bu durum, hem ilaç kayiplarının azalmasına, hem de çevre kirliğinin azaltmasına örnek vermektedir.
- İlaç damlacık bulutu içinde aynı elektriksel yükle yüklenmiş damaların, doğal olarak birbirlerini itmesi nedeniyle bitki yüzeyleri üzerinde daha düzgün bir ilaç dağılımı elde edilir. Böylece, hedef bitki yüzeyleri üzerinde ilaç dağılımının iyileşmesi, insektisitlerin ve hastalıkların kontrolünü iyileştirmektedir.
- Elektriksel bir yükle yüklenmiş damalar, elektriksel alan çizgilerine bağlı olarak değişik yöngeleler izledikleri için bitkinin her tarafını sarma etkisi nedeniyle yaprak atlannın da yeterli miktarda ilaçla kaplanması sağlanmaktadır.

6.2. Elektrostatik Yüklemenin Esası

Bir dammanın taşıdığı (+) ve (-) elektrik yükleri birbirine eşit değilse, diğer bir deyişle damla elektriksel olarak nötr değilse, o damla statik elektrikde yüklenmiş demektir. Yüklemeye işleminden sonra yüklenmiş damlacık bulutu ya da damlaların hedef bitki yüzeyleri üzerine elektrostatik olarak çöktürülmesi işlemi elektrostatik yüklemenin esasını oluşturmaktadır. Eğer bir ortamda yüklenmiş bir cisim yok ise, o ortamda bulunan canlı bir bitki sıfır net yüze sahiptir. Buna karşın, yükü bir cisim veya yüklenmiş bir ilaç bulutu bitkiye yaklaşırsa, bitkide bir yük transferi meydana gelir. Şekil 6.1'de görüldüğü gibi negatif yüklü damla kümlesi bitkiye doğru yaklaşırken, yüksüz ve kökleryle toprağa tutunmuş olan bitkide bir karşı yük oluşmasına neden olur. Bu karşı (zit) yük, bitkiden toprağa bir kasım elektron akışıyla ortaya çıkar. Bitkiyi toprak potansiyelinde tutacak bir büyüklük ve dağılıma sahip olan bu pozitif yüzey yükü, negatif yüklenmiş damlalar için bir çekim kuvveti yaratır. Böylece negatif yüklü damlaların bitkiye yaprağı üzerine çökmesi sağlanır.



Şekil 6.1. Elektrostatik yüklemenin esası.

6.3. Elektrostatik yükleme yöntemleri

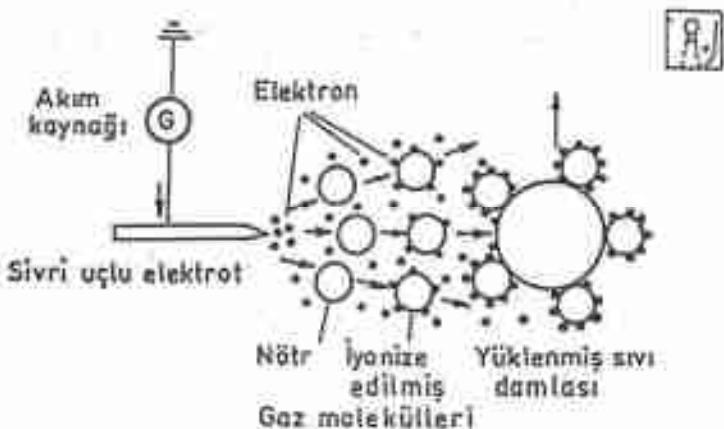
Sıvı halindeki bitki koruma ilaçlarının hedef bitkiler üzerine çöktürülmesi için başarıyla kullanılabilen üç temel yöntem vardır. Bu yöntemler;

- Korona yükleme,
- İndüksiyon (etki) yükleme ve
- Kontak (değme) yükleme' dir.

6.3.1. Korona yükleme yöntemi

Günümüzde halen otomotiv sanayinde boyanın metal aksam üzerine çöktürülmesi için püskürtme tabancalarında yaygın olarak kullanılan korona yükleme yöntemi, döner diskli memelerden ve hidrolik memelerden püskürtülen tanımsal ilaçları yüklemek için de kullanılmıştır. Gerek su esası, gerekse yağ esası sıvılara uygulanabilmektedir. Bu nedenle korona yükleme yöntemi, elektrik iletkenlikleri ve dielektrik sabitleri geniş sınırlar arasında değişen sıvı ilaçların yüklenmesinde kullanılmaktadır.

Bu yöntemle çalışan sistemde, yükleme bölgесine sıvıya dokunmayan sıvı ucu bir elektrod yerleştirilmiştir (Şekil 6.2). Pülverizatör deposunda bulunan topraklanmış sıvı ile bu sıvı ucu elektrod arasında kivircım atlaması oluşacak şekilde yüksek gerilim yaratılmıştır. Çok yüksek olan kuvvetinin olduğu bu bölgede, hava iyonlarına aynılmaktadır. Bu elektrik alanı içinde çok sayıda (+) ve (-) iyon oluşur. Sıvı ucu elektrod ile ters işaretli iyonlar elektrod tarafından çekilierek nötralize edilirken, aynı işaretli iyonlar elektrod tarafından illerler. Sıvı damlaları bu ionizasyon alanına girdiklerinde, yoğun iyon bombardımanı sonucu elektrod ile aynı işaretli olarak yüklenirler.



Şekil 6.2. Korona yükleme yönteminin esası.

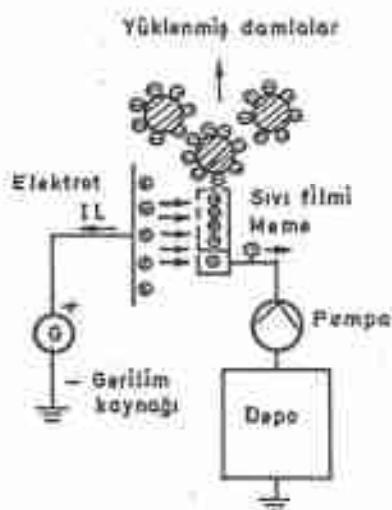
Yağ esası sıvılarda iyi iletken olmadıklarından boyanın bu yolla tehlikesiz bir şekilde metal üzerine çöktürülmesi kolaydır. Ancak, çok iyi iletken sıvılarda sistemin yalıtımı zorlaşmaktadır. Fakat, uygulanan gerilim çok yüksek (yaklaşık 70 kV) olduğundan sıvuya iletilen akım (μ A) düzeyindedir ve insan sağlığı için bir tehlike yaratmamaktadır.

6.3.2. İndüksiyon yükleme yöntemi

İndüksiyon yükleme yöntemi, elektriksel iletkenliği iyi olan (su esası) ilaçların yüklenmesinde başarıyla kullanılırken elektriksel iletkenliği zayıf olan (yağ esası) ilaçlarda yükleme etkinliği çok düşüktür.

Bu yöntemde, damlaların yüklenmesinde genellikle halka şeklinde ya da Şekil 6.3' de görüldüğü gibi düz yüzeyli bir elektrod kullanılmaktadır. Depo içindeki sıvı topraklanmış durumdadır. Elektrodun yüksek genlik kaynağına bağlanmasıyla sıvı ve elektrod arasında yaratılan voltaj farklığı, yüksek bir elektrik alanı oluşturmasını sağlar. Bu elektrik alanının induksiyon etkisi yoluya, sıvı damlaları elektroda zit işaretli olarak yüklenmektedir. Ancak, elektrod ve sıvı farklı yükü olduğundan, elektrod yüklenmiş damlaların bir kısmını üzerine almaktadır. Elektrodun ıslanması elektriksel alanı azaltacağı için, yükleme elektrodunu kuru tutmak amacıyla elektrod üzerinden yüksek hızlı bir hava akımı geçirilir.

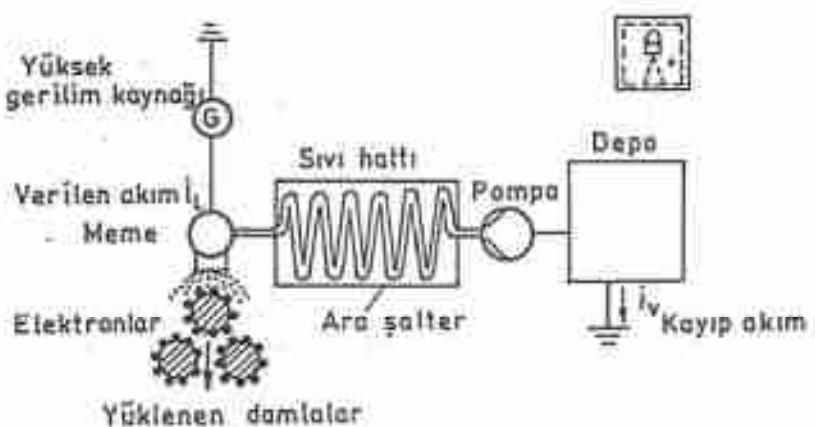
Bu yöntemde dikkat edilecek en önemli nokta, elektrod ile membe arasındaki uzaklığın en iyi şekilde seçilmesidir. Etkili bir yükleme için elektrodiar, memeden çıkan ilaç hüzmesi ile temas etmeyecek şekilde yerleştirilmelidir.



Şekil 6.3. İndüksiyon yükleme yönteminin esası.

6.3.3. Kontak yükleme yöntemi

Bu yükleme yönteminde, herhangi bir elektrod kullanılmadan yüksek gerilim kablosunun ucu doğrudan püskürme memesine bağlanır (Şekil 6.4). Böylece yüksek gerilimin sıvıya iletilmesi sağlanır. Burada elektrod görevini metalik olan meme yapmakta olup sıvı, yüksek gerilim jeneratöründen alınan ışla aynı işaretli olarak yüklenmektedir. Ancak yüklemenin gerçekleştirilebilmesi için, yük kaybına engel olacak bir yalıtma gereksinim vardır. Bu nedenle ilaçın bulunduğu depo ve ilaç ilətim organlarının elektriksel olarak yalıtılmıştır. Yalıtım zorluğuna karşılık bu sistemin üstünlüğü, elektrod olaraq meme kullanıldığı için memede damla yoğunması olmamaktadır. Ancak yüklenecek sıvıların da çok iyi iletken olması gerekmektedir.



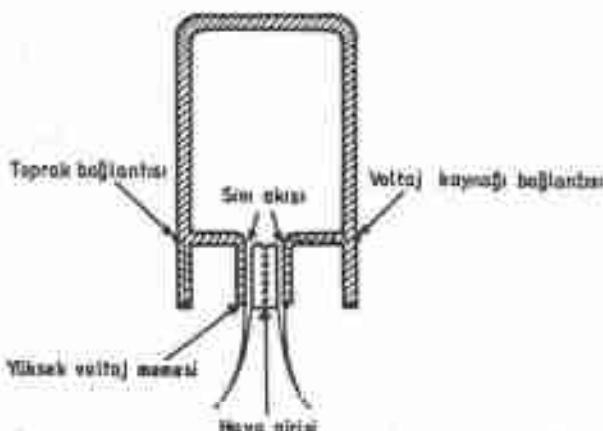
Şekil 6.4. Kontak yükleme yönteminin esası.

6.4. Elektrodinamik Meme

Sıvı ilaçların statik elektrikle yüklenmesinde korona, induksiyon ve kontak yükleme yöntemlerinden başka elektrodinamik memelerden de yararlanılmaktadır. Elektrodinamik memelerde, sıvı ilaç kılcal kanal şeklindeki çok dar bir yanından yerkarımlı etkisiyle akırlır. Memede gövdesi, elektrik yükünü yağ esaslı formülasyona iletken özel bir plastik malzemeden yapılmıştır. Memenin

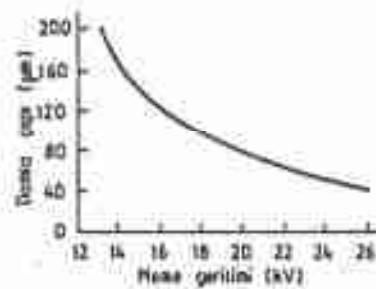
etrafında halka şeklinde bir elektrod bulunur. Elektrod bir kablo ile yüksek gerilim jeneratörüne bağlıdır. Jeneratör bir kablo yardımıyla topraklanmıştır. Memenin taşınmasına ve elle tutularak kullanılmasına yarayan sap kısmında 4 adet pil bulunmaktadır. Pilin sağladığı 6 Volt, yüksek gerilim jeneratörü yardımıyla 24 KV'a yükselttilerak memeye iletilmektedir (Şekil 6.5).

Memenin gövdesindeki elektroda 24 KV'luk yüksek gerilim uygulandığında, meme ile elektrod arasında güçlü bir elektriksel alan oluşur. Sıvı, bu alandaki dar yanından iplikçikler şeklinde geçen elektrik yükü ile yüklenir. Ormanın yüksek gerilim jeneratörünün (-) kutbu memeye bağlandığında sıvı ilaç (+) yük ile yüklenir. Damyanın taşıdığı statik elektrik yükü, maksimum yüklenme sınırını (Rayleigh limit) aşınca, sıvı parçalanarak çok sayıda küçük çaplı damlalar oluşur.



Şekil 6.5. Elektrodinamik memenin çalışma ilkesi.

Damyanın maksimum yüklenme sınırına kadar yüklenebilmesi için hava aralığından geçen nötrleşmenin mümkün olduğunda gecikmesi gereklidir. Elektrodinamik memelerde damla çapı, yüklenme gerilimine bağlı olarak değişir. Damyanın taşıdığı elektriksel yük arttıkça, damla çapı küçülür. Yüklenme gerilimine bağlı olarak damla çapının değişimi Şekil 6.5'de gösterilmiştir.



Sekil 6.8.Elektrodinamik memede yükleme gerilimi ile damla çapının değişimi.

Elektrodinamik parçalama esasına göre çalışan mermelerin güç gereksinimi, herhangi bir hareketli parçanın oynaması nedeniyle diğer mermelere göre oldukça azdır. Örneğin, 4 adet 1.5 V'luk pil baryasıyla bu tip bir memeyi 50-60 saat süreyle çalıştmak ve 20-40 haftalık bir alanı ilaçlamak mümkündür.

Elektrodinamik mermeler üzerinde yapılan araştırmalar, klasik mermelere göre yaklaşık 400 kat daha az ilaç kullanılarak aynı ilaçlarda işinin yapılabileceğini göstermiştir. Örneğin, klasik yöntemlerde 50 haftalık bir alan için 10000 litre sıvı ilaç kullanılırken, elektrodinamik meme ile çalışmada aynı alan 25 litre ilaç kullanılarak ilaçlanabilmektedir.

6.5. Damla Yüklemenin Fiziksel Esasları

Bitki ile damlacık bulutu ya da damla grubu arasında, damyanın taşıdığı (qd) elektrik yüküne bağlı olarak bir elektriksel alan meydana gelir. Bu elektriksel alanın kuvveti;

$$F_E = qd \cdot E$$

değerindedir. Bu eşitlikte;

F_E : Elektriksel alan kuvveti (N).

qd : Damyanın taşıdığı yük (C).

E : Elektriksel alan şiddeti (V/m)'dır.

Coulomb kanununa göre yükü bir damla, kendinden (r) uzaklığında zit yüklü bir büküye (E) elektriksel alan şiddetıyla etki yapar. Buna göre;

$$E = \frac{qd}{4\pi \cdot \epsilon_0 \cdot r^2}$$

Burada;

r : Yükü damla ile bükü arasındaki uzaklık (m),
 ϵ_0 : Havanın dielektrik sabitesi ($8,88 \cdot 10^{-12} \text{ C/V.m}$)' dir.

Yukandaki eşitliklerden anlaşılacagı gibi bükü ile damla arasındaki çekim kuvvetine, damyanın taşıdığı yük ve damyanın bükiden olen uzaklığı en etkili faktörlerdir. Sabit uzaklık koşullarında, damyanın taşıdığı elektriksel yükün artmasıyla bükü ile damla arasındaki çekim kuvveti de artacak, rüzgarın sürükleme etkisi ve yerçekimi etkisi yenilerek damla büküye tutunmak zorunda kalacaktır.

Korona yükleme durumunda, küresel bir damla üzerinde elde edilen yük aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanabilmektedir:

$$qd = f \cdot (3 \cdot \epsilon_r / \epsilon_r + 2) \cdot 4\pi \cdot \epsilon_0 \cdot E \cdot r_s^2$$

Burada;

f : Zaman ve İyon hareketliliğine bağlı bir katsayı,
 ϵ_r : Püskürme sıvısının dielektrik sabitesi (Su için $\epsilon_r = 80$),
 r_s : damla yançapı (m)' dir.

Bu eşitlikte görüldüğü gibi damla yükü; elektriksel alan şiddetine, sıvının dielektrik sabitesine, damyanın yüzey alanına ($4\pi \cdot r_s^2$) ve İyonize edilen alanda damyanın beklemeye süresine bağlıdır. Eşitlikteki (f)'nin değeri İyon hareketliliğine bağlı olarak değişir. Eğer İyon hareketliliği daha hızlı ise (f)'nin değeri daha büyük olur ve damla yüksek miktarda yük kazanır. Yüksek dielektrik katsayılı sıvılar, örneğin su ($\epsilon_r = 80$) için (f) katsayısı 3'e kadar yükselir. Düşük dielektrik katsayılı sıvılar, örneğin yağ ($\epsilon_r = 2 - 5$) için bu katsayı 1,5 – 2,2 arasındadır. (f) katsayısı şu şekilde hesaplanabilmektedir;

$$f = 1 - \frac{1}{1 + (\rho_{\infty} \cdot U \cdot t) / 4 \cdot \epsilon_0}$$

Burada;

ρ_{∞} : Hava boşluğunun yoğunluğu (C/m^3),

U : Iyon hareketliği ($2,1 \text{ cm}^2/V.s$),

t : Yükleme süresi (s) dir.

Kontak yükleme durumunda bir damla tarafından kazanılan yük sıvı ileğ damasının elektriksel kapasitesine ve gerilim kuvvetine bağlı olarak şu eşitlikten hesaplanabilir:

$$qd = C \cdot U_E$$

Burada;

C : Bir dammanın elektriksel yük kapasitesi (C/V),

U_E : Memeye uygunan gerilim (V) dir.

İndüksiyon yüklemede damla yükünün hesaplanması için genelde kullanılabilecek bir eşitlik bulunmamaktadır. Bu yöntemde bir dammanın yükü, genel bir yaklaşımla şu eşitlikten hesaplanabilir:

$$qd = A \cdot \epsilon \cdot E$$

Burada;

A : Damla yüzey alanı (m^2),

ϵ : Mutlak geçirgenlik = $\epsilon_0 \cdot \epsilon_r$ ($C/V.m$),

E : Elektriksel alan şiddeti (V/m) dir.

İndüksiyon yüklemede damla yükü, elektriksel alan şiddetinin yanı sıra membe tasarımlarından da önemli derecede etkilenmektedir. Ayrıca bu yöntemde, damla dinlenme zamanı, damlaya yük transferinde etkili olmaktadır. Orneğin, su damllaları elektriksel alan içerisinde $2 \cdot 10^{-10}$ saniyeden daha az bir süre kalırsa, damllalar yüklenmeden ortamı terk etmiş olurlar.

Yükün damlaya transferi için gerekli zaman, sıvının elektriksel özelliklerine bağlı olup aşağıdaki eşitlikle hesaplanabilir;

$$\tau = \frac{\epsilon_r - \epsilon_0}{\gamma_E}$$

Burada;

- τ : Dammanın dinlenme zamanı (s).
- γ_E : elektriksel iletkenlik (mS/cm)' dir.

Damla mekanik dayanımı ve yük alma kapasitesi ilk kez Rayleigh tarafından saptandığı için, damların en çok yük alma sınırına "Rayleigh Limiği" denilmektedir. Törenk olarak tanımlanan bu maksimum damla yükü şu eşitlikle hesaplanabilir;

$$q_{max} = 8\pi\sqrt{\epsilon_0 \Gamma} r_d^{3/2}$$

Burada;

- q_{max} : Bir damla tarafından elde edilen maksimum yük (C),
- Γ : Püskürme sıvısının yüzey gerilimi (mN/m)' dir.

Herhangi bir damla q_{max} ' dan daha fazla yüklenirse, hidrodinamik dengesizlikten dolayı damaların yüzeyinde çatlamalar sonucu parçalanma meydana gelir. Bir damyanın taşıyabileceği maksimum yük, sıvı damlasının büyüklüğüne ve yüzey gerilimine bağlıdır.

Bir damla, uygun koşullarda Çizelge 6.1' de verilen değerler kadar yüklenebilmektedir. Bu çizelgede görüldüğü gibi damla çapı arttıkça yük miktarı da artmıştır. Ancak damla çapının büyümesi, elektriksel kuvvet ve yerçekimi kuvvetinin büyümeye neden olmaktadır. Artan damla çapı, F_E/F_G oranının uygunsuz hale getirerek elektrostatik yüklemenin etkinliğini azaltmaktadır. F_E/F_G oranının küçülmesi, damyanın yerçekimi etkisiyle hedef dışına taşınacağını ifade etmektedir.

Çizelge 6.1. Damla çapına bağlı olarak maksimum yük miktarları ve elektromekaniksel kuvvetlerin büyüklüğü

Damla çapı d (μm)	Maksimum damla yüklü q_{\max} (C)	Elektriksel kuvvet (F_e) (nN)	Yerçekimi kuvveti (F_g) (nN)	F_g/F_e
10	1.83	0.183	0.0051	91.7
50	40.70	4.070	0.6400	6.3
100	163.00	16.300	5.1000	3.2
200	651.00	65.100	41.1000	1.6
500	4071.00	407.100	642.000	0.6

7.TOZLAYICILAR VE MİKROGRANÜL UYGULAYICILARI

7.1. Tozlayıcılar

Tozlayıcılar, çapları 2-60 μm arasında değişen toz halindeki tanımsal ilaçları hedefe ileten tanımsal savaş makineleridir. Bunlar toz ilaç parçacıklarını, bir hava akımı yardımıyla hedefe ulaştırmaktadır.

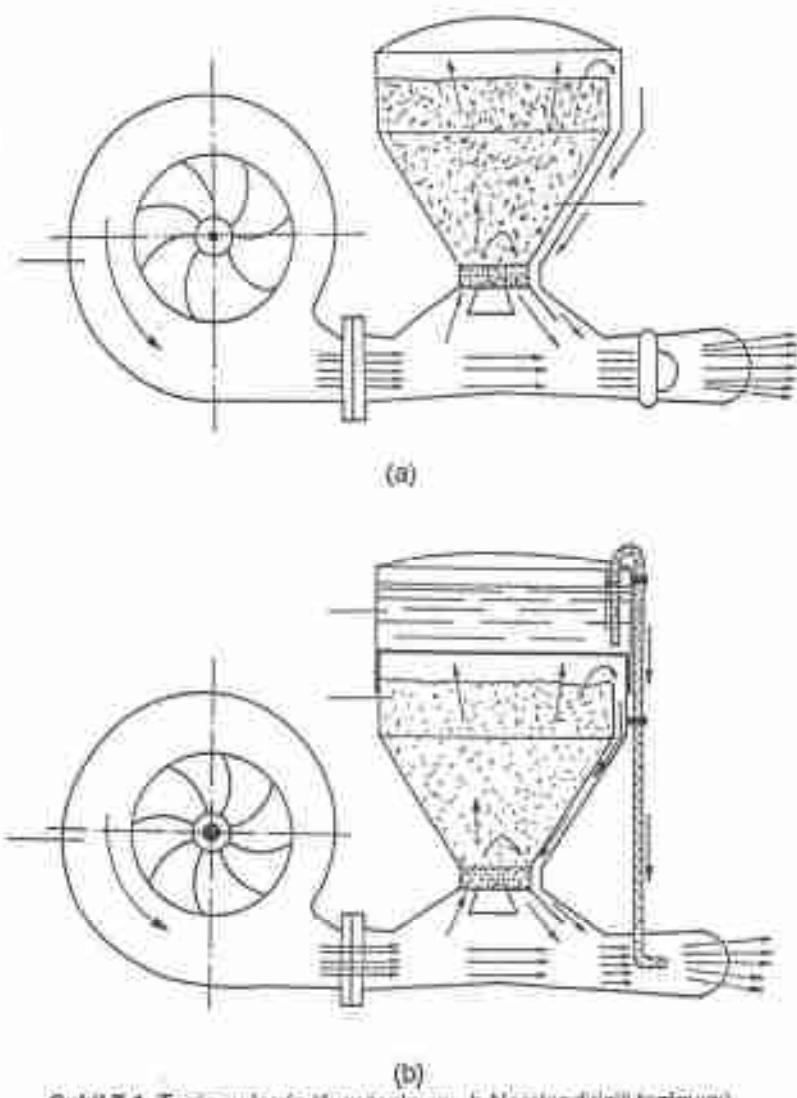
Toz ilaçların kullanımı sıvı ilaçlar kadar yaygın değildir. Çünkü, özellikle 30 μm 'den daha küçük partiküler büyük ölçüde sürüklenemeye ve solunum yoluyla çalıştırıcı zarar verebilmektedir. Ayrıca, toz ilaçlar kahide bulundukları ve çok küçük oldukları için bitki üzerinde tutunma oranları oldukça düşüktür. Bitki üzerine yerleşmiş olan toz ilaç zarresicileri, hava hareketleriyle tekrar bitki yüzeylerinden ayrılarak uzak mesafelere sürüklenebilmektedir.

Tozlayıcılar, pülverizatörlere göre çok daha basit ve ucuz olmalarına karşın yukarıda söz edilen sakincalarдан dolayı kullanıma sınırları sınırlıdır. Bağlıarda kukürt vb. fungusit uygulamaları ile tahlillerde fungusit uygulamaları için zaman zaman kullanılmak zorundadır. Toz kukürt, son yıllarda İslanabilir toz kukürt (W.P.) haline getirildiğinden daha az kayıp ve daha etkili olarak uygulanabilmektedir.

Toz ilaçların hedef üzerinde tutunmasını artırmak ve rüzgar etkisiyle uçuşarak sürüklenebilmesini önlemek amacıyla formüllerine bazı özel katkılar karıştırılmakla birlikte, elektrostatik yükleme ve nemlendirme gibi yöntemlere de başvurulmaktadır.

Toz ilaçların elektrostatik yüklenmesine ilişkin çalışmalar, 1950'li yıllarda yapılmıştır. Toz ilaç elektrostatik yükleme yöntemlerinden biri kullanılarak statik elektrikle yüklenmektedir. Statik elektrikle yüklenmiş toz ilaçların hedefte tutunma oranları, yüklenmemişlere göre daha fazladır. Ancak elektrostatik yüklemeli tozlayıcılarında, hava neminin yükleme işlemi olumsuz etkilemesi önemli bir sorun olmuştur. Örneğin yapılan bir araştırma, bağıl nemin % 40'dan % 90'a yükselmesiyle toz ilaç zarresine veillebilen elektriksel yükün % 43 oranında azaldığını göstermiştir. Çünkü, hava nemi arttığında, yüklenmiş olan cisim yükünü havaya boşaltabilmekte ve bu da hedefe tutunma etkinliğinin azalmasına neden olmaktadır.

Şekil 7.1'de kuru ve nemlendirici tozlayıcıların çalışma prensipleri şematik olarak verilmiştir. Hem kuru hem de nemlendirici tozlayıcıda, toz ilaq, radyal bir ventilatörün oluşturduğu hava akumunin içine düzenli bir şekilde yediniyor ve dağıtıma başlığı yardımıyla hedefe dağıtılmaktadır. Depodaki toz ilacıın karıştırılması ve hava akımı içine ilettilmesi, ventilatörün sağladığı bir kisim havanın depoya geri gönderilmesiyle sağlanmaktadır. Nemlendirici tozlayıcıda ise, farklı olarak sadece tozlayıcı çatısı üzerinde yerleştirilmiş küçük bir su deposu ve bu depodaki suyun dağıtıma borusu ucuna taşınması sağlayan ince bir hortum veya boru bulunmaktadır. Su deposundaki su, ventilatörün yaratığı düşük basınç etkisiyle kendiliğinden dağıtıma borusunun ucuna kadar taşınır. Bu noktaya ulaşan su, hava akımı tarafından damlalar şeklinde parçalanmakta ve toz zerrelerini ile karışarak nemlendirilmektedir.



Şekil 7.1. Tozlayıcılar (a. Kuru tozlayıcı, b. Nemlendirici tozlayıcı).

7.1.1. Tozlayıcıların Parçaları

Tozlayıcılar genel olarak aşağıdaki parçalardan oluşmaktadır:

- İlaç deposu,
- Kanıştırıcı,
- Toz miktarı ayar düzeni,
- Hava akımı sajlama düzeni,
- İlaç dağıtıma düzeni.

Tozlayıcı depoları, püsküratör depolarına göre daha küçüktür. Depolar ve elemanları koroziyona dayanıklı malzemelerden yapılmalıdır. Genel olarak galvanizli veya boyanmış saç malzemeden yapılabilir. Ancak günümüzde kullanılan yeni tip tozlayıcıarda, depolar çesitli plastiklerden veya metal alaşımlarından yapılmaktadır. Deponun yan kenarlarının düz olması ve ilaç çıkış deligine doğru eğimli olması, yanı alt kısmının konik biçimli olması tercih edilmektedir. Depo çıkış deliginin bulunduğu kısmın konik olması ilaç akışını kolaylaştırmaktadır. Şekil 7.2'de tozlayıcı deposu örnekleri görülmektedir.



Şekil 7.2: Tozlayıcı depo şekilleri.

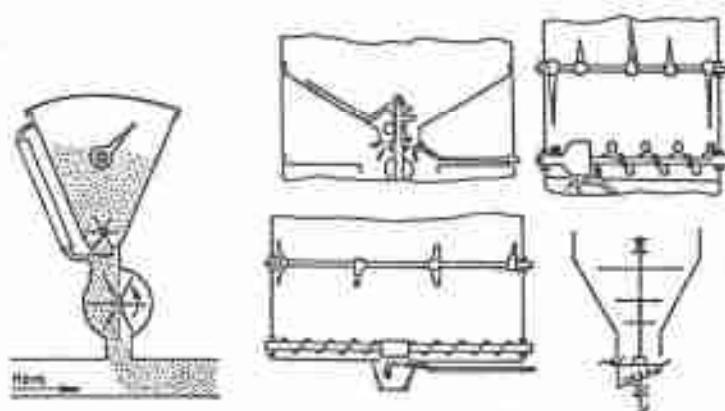
Toz doldurma ve temizleme işlemlerinin lyl yapılabilmesi için deponun büyükçe bir kapağı ve id parçalar ile yabancı maddelerin depoya girmemesi için doldurma ağızında bir süzgeç elek bulunması gerekmektedir. Ayrıca depo içindeki toz ilaçın nemlenmesini önlemek için, kapak içinde bir conta bulunmalıdır.

Tozlama işlemi bittiğinde, depo içinde kalan ilaç mutlaka boşaltılmalıdır. Çünkü, toz ilaçın nem alma özelliğinden fazla olduğundan, depo içinde bırakılan toz zamanla havanın nemini çekerek topeklasmaktadır. Bu ise ilaç akışında tikanmalarla ve koroziyona neden olmaktadır. Bundan dolayı, depolar kolay boşaltılabilenek şekilde tasarılanmalıdır.

Tozlayıcılarda mekanik veya pnömatik olmak üzere iki tip kanıştırıcı kullanılmaktadır. Mekanik kanıştırıcılar, genellikle dikey konumda yerleştirilmiş parmaklar şeklinde olup deponun alt kısmında bulunurlar ve hareketlenen hava

akımı sağlayan fanın milinden alır. Pnömatik kanışticılarda ise tozlayıcı tipine göre vantilatör veya körük tarafından sağlanan havanın akımının bir kısmı, aynı bir boru ile depo içine gönderilirken ve ilaçın uçuşarak karışması sağlanmaktadır.

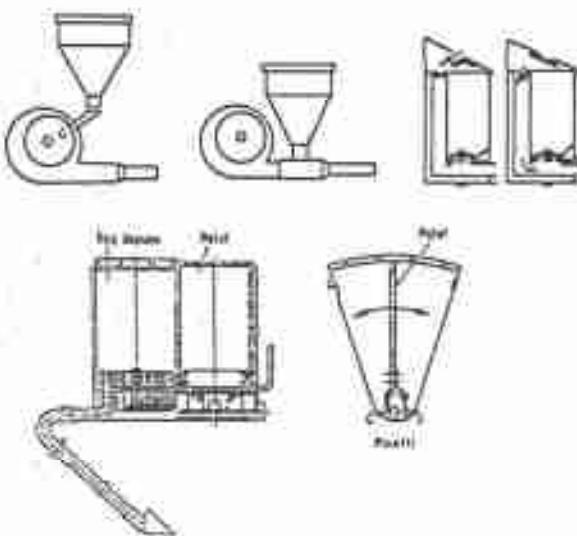
Tozlayıcılarda, birim alana atılacak toz ilaç miktarı genellikle akış deliği kesitini bir manivela kolu veya vida yardımıyla değiştirmek suretiyle ayarlanmaktadır. Deponun alt kısmında, ilaç çıkış deligine yerleştirilen sürgülü kapak, manivela kolu veya vida ile hareket ettirilerek kosarlığını ve akan toz ilaç miktarını değiştirebilmektedir. Tozlayıcılarda kullanılan diğer ayar düzenleri ise oluklu makara ve helezon götürücü tiplidir (Şekil 7.3).



Şekil 7.3. Tozlayıcılarda kullanılan bazı kanışticı ve ayar düzenleri.

Oluklu makaralı ayar düzenlerinde, atılacak toz ilaç miktanı; oluk sayısı, oluk büyüğlüğü, oluk aktif genişliği ve makara devir sayısı gibi faktörlere bağlı olarak ayarlanabilmektedir. Hlezon götürücü ayar düzenlerinde ise hlezsinin derinliğine, hlez adım uzunluğuna ve hlezon devir sayısına bağlı olarak atılacak toz ilaç miktarı ayarlanabilmektedir.

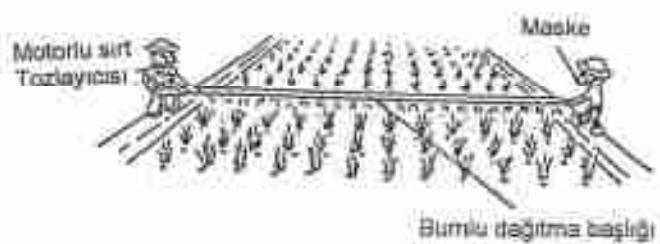
Toz ilaçın hedefe ulaştırılması için gerekli olan hava akımı, tozlayıcı tipine göre körük, palet veya vantilatör yardımıyla elde edilmektedir. Basit göğüs ve sırt tozlayıcılarda palet veya körük, motorlu tozlayıcılarda ise radyal vantilatörler kullanılmaktadır (Şekil 7.4). Küçük miktarlarda toz ilaç atımında, basınçlı hava silindirleri de kullanılmışmaktadır.



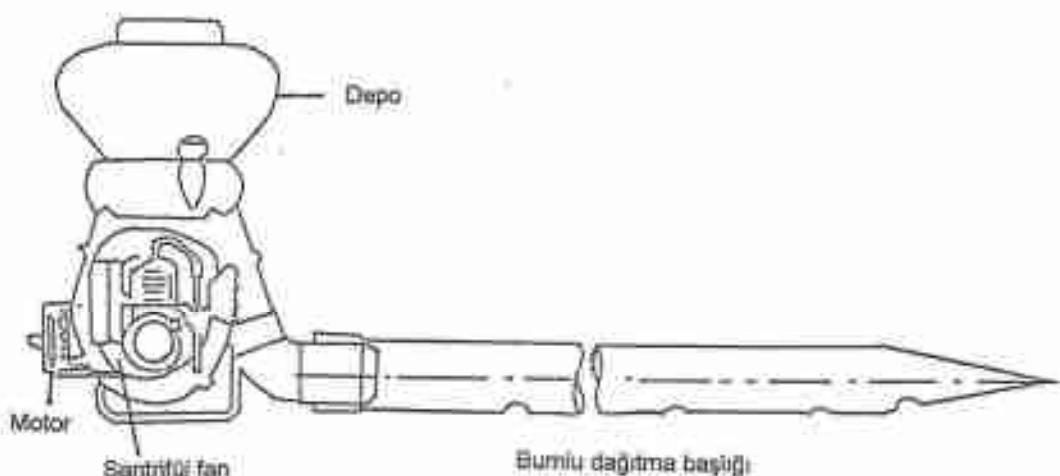
Şekil 7.4. Tozlayıcılarda hava akımı sağlanmadı kullanılan paletli, körükü ve ventilatörlü sistemler.

Tozlayıcılarda hava akımı ve toz ilaçın karıştırılması ve yönlendirilerek hedefe ulaştırılabilmesi için dağıtım düzeninden yararlanılır. Dağıtma düzeni, yönlendirmenin kolay yapılabilmesi amacıyla bükülebilir silindirik boru veya hortumlardan yapıdır. İç yüzeylerinde, hava akımı ve toz ilaçın akışına engel olabilecek çıkışlıklar bulunmamalıdır. Bu boruların iç çapı yeterince büyük olmalı, 2 cm' den daha küçük olmamalıdır. Ayrıca, iç çapları boru uzunluğu boyunca aynı olmalıdır.

Basit göğüs ve sırt tozlayıcılarında bir adet dağıtma borusu vardır. Sedyeli tip motorlu tozlayıcılarında ve traktörle çalışılan tozlayıcılarda ise birden çok dağıtma borusu bulunabilmektedir. Tarla bitkilerinin ilaçlanması, iş genişliği daha büyük olan bum tipindeki yatay püskürme boruları da kullanılabilirliktedir. Yatay püskürme boruları, traktörle çalışılan tozlayıcılarda kullanıldığı gibi motorlu sırt pülverizatörlerine de sağlanabilmekte ve böylece iş genişliği artırılabilmektedir. Şekil 7.5' de bumlu dağıtma başlığının çalışma şekli, Şekil 7.6' da ise bumlu dağıtma başlığının sahip motorlu sırt pülverizatörü görülmektedir.

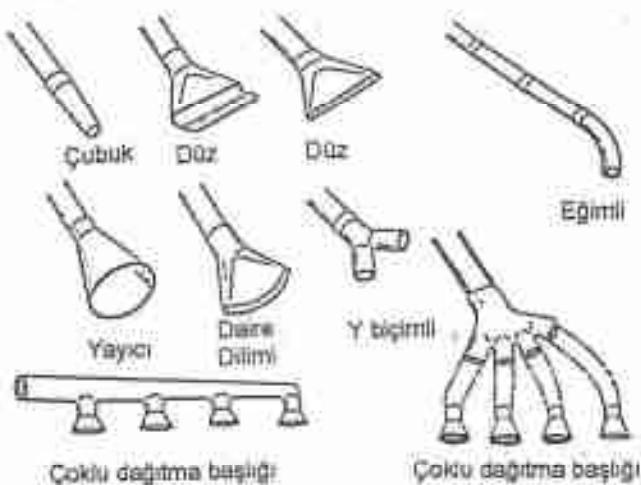


Şekil 7.5. Bumlu dağıtma başlığının çalışması.



Şekil 7.6. Bumlu dağıtma başlığını sahip motorlu sirt tozlayıcısı.

Dağıtma borularının üç kısımlarında hava akımını ve doyayısıyla toz ilacı yönlendiren çeşitli tipte deflektörler (yönlendirme başlıklar) bulunmaktadır. Şekil 7.7'de tozlayıcılarda en fazla kullanılan deflektör tipleri görülmektedir.



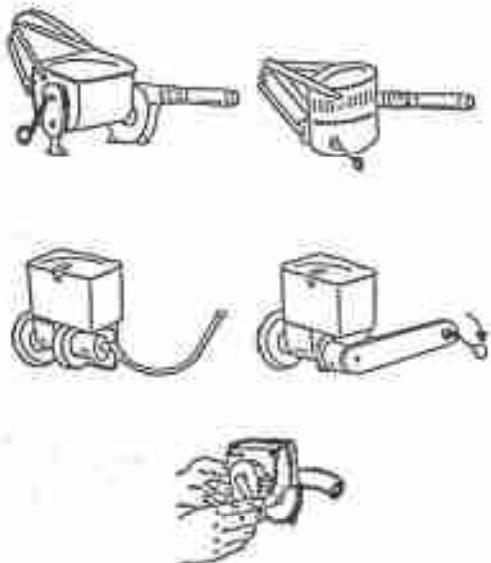
Şekil 7.7. Tozlayıcılarında kullanılan bazı deflektör şékilleri.

7.1.2. Tozlayıcıların Sınıflandırılması:

Tozlayıcılar, çalıştırılma ve taşıma özelliklerine göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilirler:

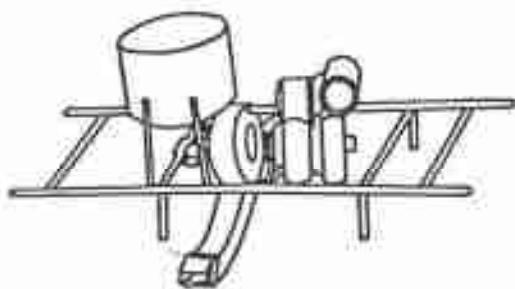
- Elle çalıştırılan göğüs ve sırt tozlayıcıları,
- Sedyeli tozlayıcılar,
- Arabalı tozlayıcılar,
- Motorlu sırt tozlayıcıları,
- Traktörle çalıştırılan tozlayıcılar.

Göğüs ve sırt tipi tozlayıcılar. 8-10 dekarlık bağ ve bahçelerde yapılacak ilaçlamalar için uygunlardır. Göğüs tipi tozlayıcılarda, hava akımı elle çalıştırılan bir vantilatörle sağlanır. Meydana gelen hava akımı, elle tutulan bir dağıtma borusu yardımıyla yönlendirilir. Sırt tipi tozlayıcılarda ise deri veya brandadan yapılmış bir hava körüğü yada sac veya tahtadan yapılmış bir palet hava akımı sağlamaktadır. Bir el manivelasıyla, körük açılıp kapatılarak veya palet sağa-sola hareket ettirilerek hava akımı sağlanmaktadır. Göğüs tipi tozlayıcıda olduğu gibi, elle tutulan dağıtma borusu yardımıyla toz ilaç hedefe yönlendirilmektedir. Şekil 7.8' de elle çalıştırılan göğüs ve sırt tozlayıcıları görülmektedir.



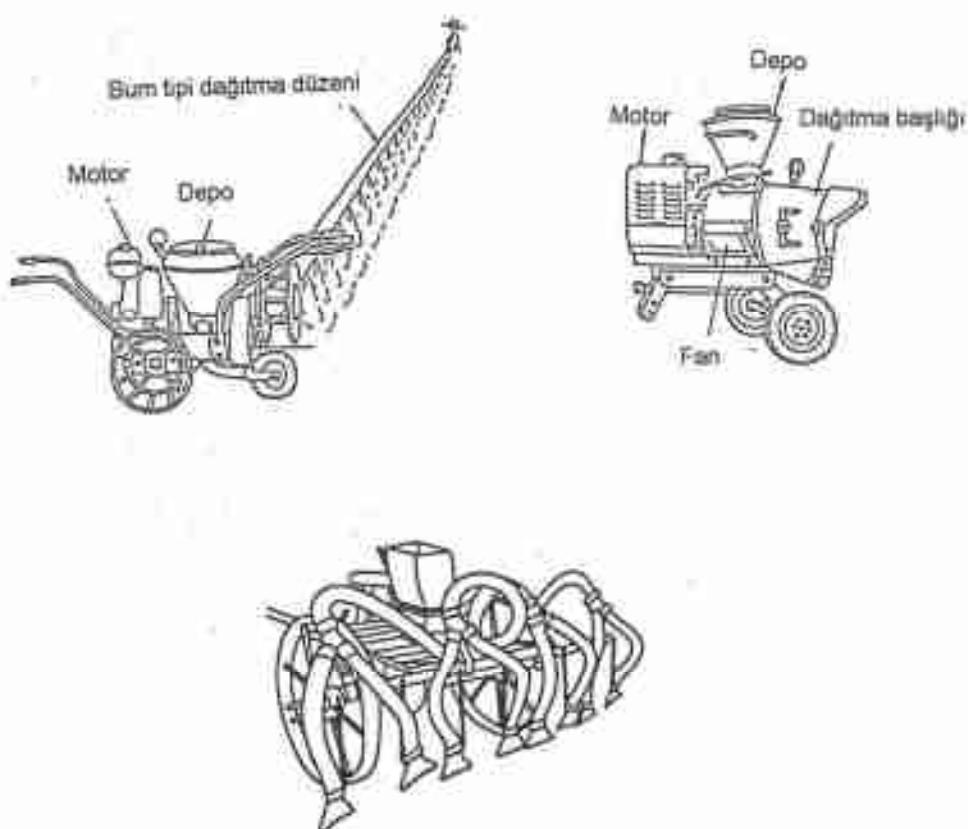
Şekil 7.8. Elle çalıştırılan göğüs ve sırt tipi tozlayıcılar.

Sedyeli tozlayıcılar, iki kişi tarafından taşınacak şekilde yapılmışlardır (Şekil 7.9). Tozlayıcı, sedye şeklindeki çatının orta kısmına yerleştirilmiştir. Ventilatör, sedye üzerinde deponun altına gelecek şekilde yerleştirilmekte olup, hareketini benzinpumpa ile sağlanmaktadır. Radyal tip tek ventilatör, yaklaşık $1000 \text{ m}^3/\text{h}$ hava verisi, 90 m/s hava çıkış hızı sağlamaktadır. İlaç deposunun kapasitesi 20 kg civarındadır. Depodaki toz ilaç, yerçekiminin ve ventilatörün emiş etkisiyle kendiliğinden akarak ventilatör ağızına gelmektedir. Toz ilaçın yayılma uzaklığı, yana doğru $5-6 \text{ m}$ 'dır. Bu tip tozlayıcılarla nemlendircili tozlama yapılabilmesi için ayrıca küçük bir su deposu ve suyu dağıtma borusu uç kısmına taşıysacak ince bir boru veya hortum eklenmelidir.



Şekil 7.9. Sedyeli tozlayıcı.

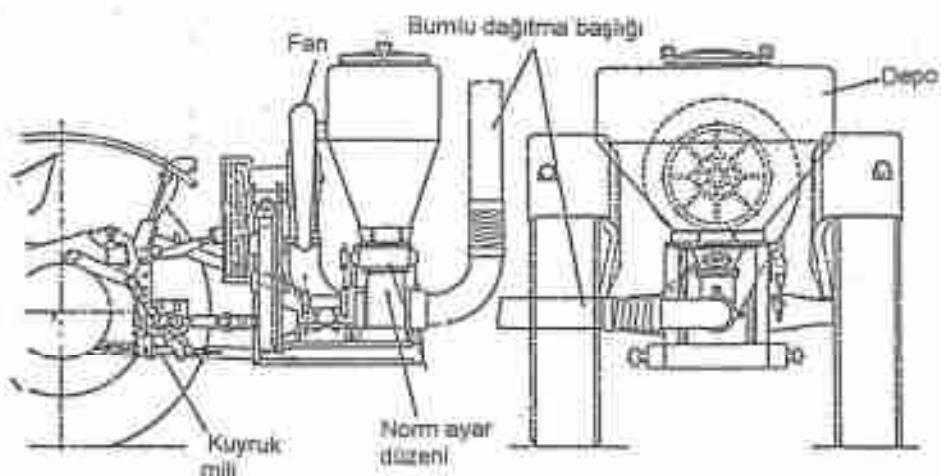
Arabalı tozlayıcılar, tekerlekli bir araba üzerinde yerleştirilirler. Motorlu veya motorsuz tipleri bulunmaktadır. Motorsuz olanları, insan veya hayvan gücüyle çekillerek hareket ettirilirler. Vantilatör ve kanıştırıcı, hareketlerini bir ilerim düzemiyle tozlayıcının tekerleğinden alır. Motorlu arabalı tozlayıcılar hayvan gücüyle hareketlendirilmekte ve vantilatör hareketini küçük bir benzin motorundan almaktadır. Şekil 7.10'da çeşitli tip arabalı tozlayıcılar görülmektedir.



Şekil 7.10. Çeşitli tip arabalı tozlayıcılar.

Motorlu sırt tozlayıcıları, pnömatik sırt pülverizatörlerinin depo ve hava deposunda basit bazı değişiklikler yapılarak kullanılabilirler. İmalatçılar, bu dönüştürme işlemi için gerekli olan ek parçaların makinaya birlikte vermektedirler. Bu tip hem pülverizatör, hem de tozlayıcı olarak kullanılan makinalarda radyal vantilatörler kullanılmaktadır. Bunaann hava verdileri düşük ancak çıkışlıklı hava hızları oldukça yüksek olup 100 m/s'ye ulaşılabilirmektedir. Bu tip tozlayıcılar, meyve bahçelerinde, bağlarda, tarlada ve sebze bahçelerinde kullanılmaktadır.

Traktörde hareket ettirilen tozlayıcılarından asma tip olanları, kuyruk milinden hareket olarak çalıştırılmaktadır (Şekil 7.11), çekiliş olanları ise genellikle tozlayıcı çatısı üzerinde bulunan ayrı bir motordan hareket almaktadır. Bu tip tozlayıcılarında elde edilen hava akımı çok kuvvetli olduğundan, yüksek ağaçlar veya büyük iş genişliği gerektiren tarla ve bahçeler ilaçlanmasıdır.



Şekil 7.11. Traktörde asma tip tozlayıcı.

7.2. MİKROGRANÜL UYGULAYICILARI

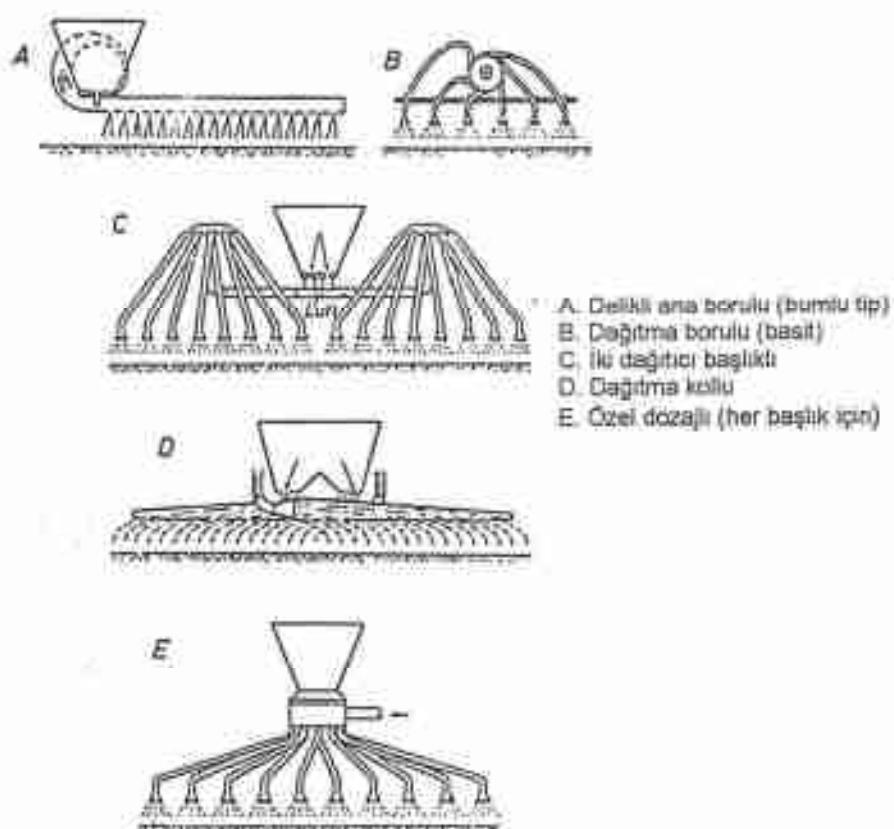
İnsan sağlığı ve çevre güvenliği açısından çok zehirli ilaçların kullanımından dolayı oluşabilecek riskleri en aza indirebilmek amacıyla etkili bazı maddeLER, taşıyıcı bir katı maddeye emdirilmekte ve bu katı maddenin üzeri nötr bir madde ile ince bir film tabakası halinde kaplanarak granül haline getirilmektedir. Bu şekilde ilaçın rüzgarla sürüklentimesi, taşınması, solunması, suyla karışması veya vücutta dejmesi sonucunda ortaya çıkabilecek sorunlar en aza indirilmeye çalışılmaktadır.

Olkemizde genellikle Çukurova bölgesinde, Temik ticari adıyla bilinen Aldicarb etkili madde, mikrogranül tipi bir ilaç olup yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Granül şeklindeki ilaçların toprak içerişine yerleştirilmesinde kullanılan mikrogranül uygulayıcıları, hareketlerini paletli bir tekerlekle yeren al diklan için patinaj ve kayma olmamakta, ilerlemeye hızıyla orantılı bir ilaç normu sağlanabilmektedir. İlac, isteğe bağlı olarak bütün tarla yüzeyine yayılabilen gibi, istenen bir bölgeye bant şeklinde de uygulanabilmektedir. Ancak, ilaçın

toprak içine gömülebilmesi için, mutlaka sistemik özellik göstermesi gerekmektedir.

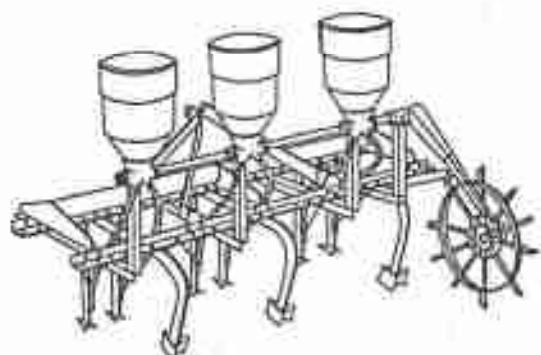
Granül haldeki ilaçların tarla yüzeyine dağıtımasında çeşitli tip granül dağıtıcıları kullanılabilmektedir. Bu makinaların dağıtıcı düzenleri mekanik veya pnömatik olabilmektedir. Şekil 7.12'de pnömatik granül dağıtıcıları görülmektedir.



Şekil 7.12. Pnömatik granül dağıtıcıları.

Termik İaci, Çukurova bölgesinde pamuk üretimi yapılan bölgelerde, gübreli arı çapa makinasına ince granül uygulayacak şekilde bir sistemin eklenmesiyle toprağa verilmektedir (Şekil 7.13). Konik deponun alt kısmında bulunan bir elektron geçen mikrogranüler, derinliği az ve oluk sayısı olan bir çift itici makaraya düşenlerle dağıtıcı borulara iletilmektedir. Bu borular kaz ayağına benzeyen birer gümüşü zyağlı bağlı olup, ilaç her pamuk sırasının sağına ve soluna belirli bir derinlige yerleştirilebilmektedir. Makaralı dağıtma düzeni, hareketini tarla yüzeyinde dönerken ilerleyen parmaklı bir tekerlekten

zincir-disli düzeni ile almaktadır. Mikrogranül ilaçın etkisini gösterebilmesi için, uygulamadan hemen sonra pamuğun sulanması gerekmektedir. Örneğin, Çukurova bölgesinde, temik ikinci sulamadan önce uygulanmaktadır.



Şekil 7.13. Mikrogranül uygulayıcısı.

8. FÜMİGASYON VE TOPRAK STERİLİZASYONU

8.1. Fümigasyon Tekniği

Gaz halindeki ilaçlara genel olarak "Fümigant", gaz ilaçlarla yapılan ilaçlama işlemine ise "Fümigasyon" denilmektedir. Fümigasyon, depolanmış haldeki tarm ürünlerinin zararlı mikroorganizmalardan ve ambar zararlarından korunması için depolanmış ürün üzerine sıvı ilaç püskürme, termik sisleyici ile hacim ilaçlaması yapma ve fümigasyon gibi kimyasal yöntemlere bağıvurulmaktadır. Bu yöntemler arasında en başlılı ve yaygın olarak kullanılan ise fümigasyondur.

Fümigasyonda kullanılan kimyasal madde (fümigant), doğrudan gaz halinde olduğu gibi, üzerlerine uygulanan basınç azaldığında gaz haline geçebilen sıvı veya katı halde de bulunabilirler. Fümigant, gaz halinde depolanmış ürünün her tarafına difüzyon yoluya girerek etki etmektedir.

Fümigasyon, diğer fiziksel yöntemlerin aksine ürünün hareket ettirilmesine gerek kalmadan silo, ambar, gemi, vagon ve konteyner gibi kapalı alanlar içersinde yoğun halinde, güvaledilmiş, sandıklanmış vb. haldeki ürünlere kolayca uygulanabilen bir yöntemdir. Fümigasyonunun başarılı olabilmesi için ilaçlanan ortamın, ilaçın özelliğine bağlı olarak belirli bir süre kapalı tutulması zorunludur. Bu nedenle fümigasyon işleminin kapalı bir hacimde veya örtü altında ve bazen vakum altında yapılması gerekmektedir.

Uygulamada kullanılan üç fümigasyon yöntemi bulunmaktadır. Bu yöntemler;

- Atmosferik basınçla boş hacim fümigasyonu;
- Çadır altında fümigasyon,
- Vakum fümigasyonu' dur.

8.1.1. Atmosferik basınçla boş hacim fümidasyonu

Bu yöntem, depo, gemi ambarı, konteyner gibi kapalı hacimler boş durumda iken çeşitli hastaşk ve zararlılara karşı yapılmaktadır.

8.1.2. Çadır altında fümidasyon

Hem açık havada, hem de büyük depo ve ambarlarda örtü altında yapılan bir fümidasyon yöntemidir. Örtü olarak polietilen, polivinilklorit veya her ikisi yüzüne neoprenle kaplanmış pamuklu dokumadan yapılmış özel çadırlar kullanılır. Bu yöntemde yaygın olarak kullanılan fümidant metil bromidir. Yöntemin başarısı için iyi bir sızdırmazlık sağlanmalıdır.

8.1.3. Vakum fümidasyonu

Materyal içerişine fümidantın daha iyi nüfuz etmesi ve işlemenin hızlandırılması amacıyla uygulanan bir yöntemdir. Yağ, sebze ve meyvelere uygulanamayan bu yöntem, balyalananmış ürünlerin fümidasyonu için kullanılmaktadır.

8.2. Toprak Sterilizasyonu

Toprak canlı bir ortam olup içerisinde bakteriler, mantarlar, yosunlar, nematodlar, solucanlar vb. çeşitli canlılar bulunmaktadır. Toprak içindeki bu mikroorganizmaların bir kısmı kültür bitkilerine zararlı dejilken, nematodlar, mantarlar ve yabancı ot tohumları kültür bitkilerinin gelişmesini engellemektedirler. Bu nedenle toprağın sterilizasyonu gerekmektedir.

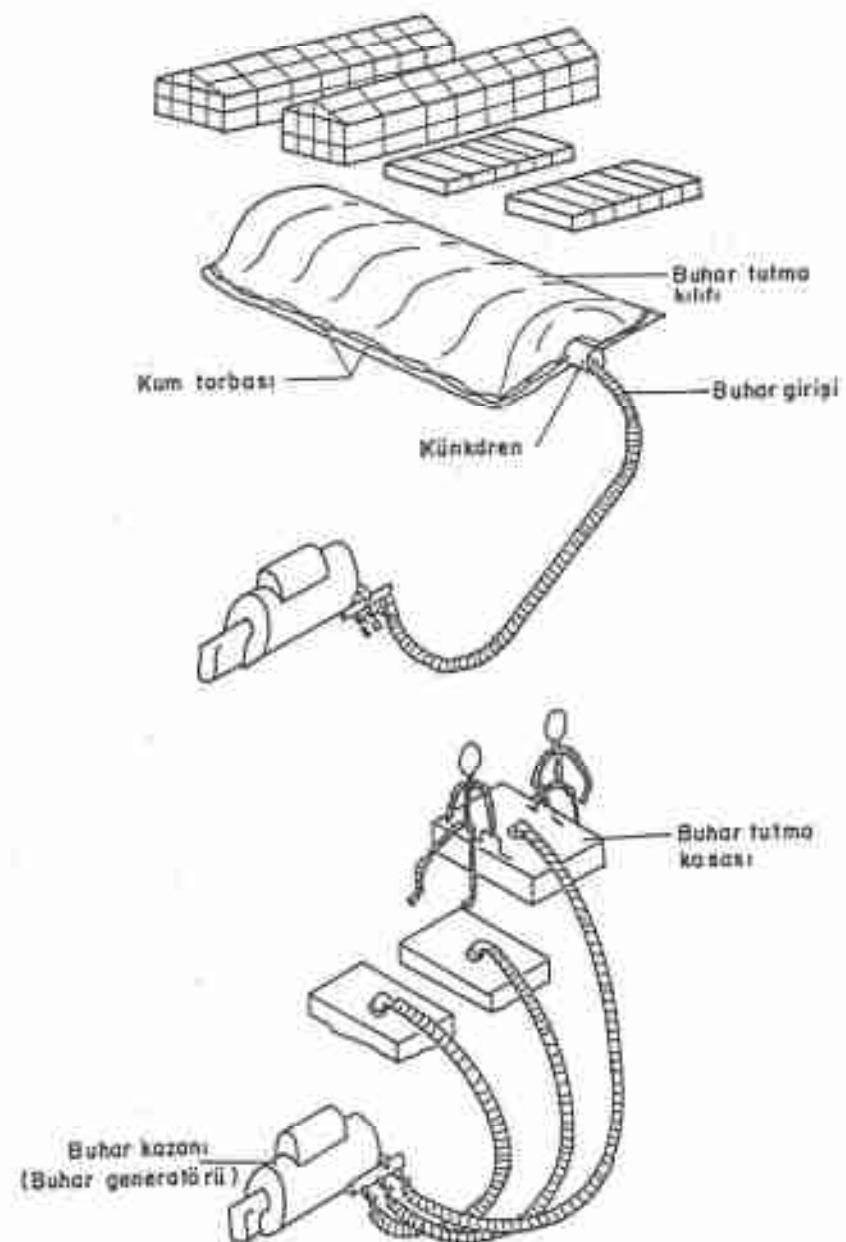
Uygulamada en yaygın kullanılan toprak sterilizasyon yöntemleri; buharlı ve kimyasal yöntemlerdir.

8.2.1. Buharla toprak sterilizasyon yöntemi

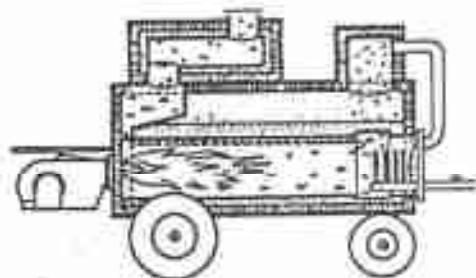
Buharla toprak sterilizasyonu; seralarda, sıcak yastıklar ve bahçe topraklarının sterilizasyonunda en çok kullanılan fiziksel toprak sterilizasyon yöntemidir. Bu yöntemde, kızgın su buharı kullanılmaktadır. Bu nedenle buharla ıstılan seralarda oldukça kolay uygulanabilmektedir. Bu yöntem virüs, bakteri, mantar ve hayvansal zararlılar dışında yabancı ot tohumlarına karşı da etkilidir.

Buharla toprak sterilizasyonunda kullanılan kızgın su buharı, buhar kazanından alınmaktadır. Buhar kazanından alınan 160 – 180 °C sıcaklık ve 0.5 bar basınçtaki buhar, sığa dayanıklı metalik borularla sterilizasyonun yapılacağı toprak derinliğine iletilir. Toprağın üzeri gaz geçirmez bir örtüyle örtülüp, sızdırmazlığı sağlanmak amacıyla örtü kenarlarına toprak veya kum torbalan konularak bastırılır. Kızgın buhar, örtü ile toprak arasına verilir. Kızgın buharının toprağın derinliklerine kadar inmesine ve bu işlem sırasında toprak sıcaklığının 90 °C'yi aşmamasına dikkat edilmelidir.

Seralarda buharlı ısıtma sisteminin kullanılmadığı durumlarda seyyar tip toprak sterilizatörleri kullanılır (Şekil 8.1). Seyyar tipler, genellikle lastik tekerlekler üzerine monte edilen buhar jeneratöründür (Şekil 8.2). Sıcaklık, fuel-oil kullanılarak bir brülör yardımıyla sağlanır.



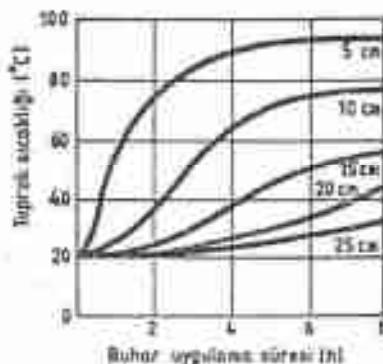
Şekil 8.1. Seyyar tip buharlı toprak sterilizatörü.



Şekil 8.2. Taşınabilir buhar jeneratörü.

Küçük model jeneratörler, bir saatte 10 - 12 cm derinlikte 20 m^2 alanı sterilize ederler. Ancak, saatte 300 m^2 alanı sterilize edebilen büyük kapasiteli jeneratörler de bulunmaktadır.

Seyyar tip buharlı toprak sterilizatörleri ile yapılan uygulamalarda, etkilenen toprak derinliği ve ulaşan sıcaklık derecesi, buharın uygulanma süresine bağlı olarak değişir (Şekil 8.3).



Şekil 8.3. Buhar uygulama süresine göre toprak sıcaklığının değişimi
(Toprak nemi % 47, toprak yüzeyi ortolu).

Buharla sterilizasyonda, yukarıda açıklandığı gibi açık alandaki ve seradaki topraklar bulundukları yerde sterilize edilebildiği gibi, sterilize edilmek istenen toprak sabit olarak çalışan bir sterilizatörden geçirdikten sonra tekrar kullanılacağı yere taşınabilemektedir. Toprak, el arabası şeklindeki buhar tutma

kasalarına doldurularak üzeri kapatılır ve sterilizasyon işlemi tamamlandıktan sonra kullanılacağı yere götürülerken serilmektedir.

Bunlarla toprak sterilizasyonun başlangıç oranı, taban suyunun yüksek olduğu topraklarda, buharın çabuk soğuması nedeniyle düşük olmaktadır. Ayrıca, organik maddelerde zengin topraklarda, kızgın buharla yapılan sterilizasyon işlemlerinden sonra bol mikarda Azot ve Mangan açığa çıkararak bitkilere zehir etkisi yapabilmektedir. Bu nedenle, buharla sterilizasyondan sonra bolca sulama (300 mm kadar) yapılmalıdır.

8.2.2. Kimyasal toprak sterilizasyonu

Kimyasal toprak sterilizasyonunda kullanılan kimyasal maddeler, sıvı veya katı halde olabilen fümidant maddelerdir. Sıvı haldeki fümidantlar toprak enjektörleri veya sıvı gübreyi toprak içine gömgen makinalarla birlikte bir toprak derinliğine gömülürlər. Basınçın etkisinde kurtulan fümidant, hemen buhar haline geçenek etki gösterir. Katı fümidant maddeler ise, sterilize edilmesek istenen alana, ekim makinasının etkili ayaklına benzer düzende gömülürlər. Katı fümidantlar, toprak içinde yavaş yavaş buharlaşarak etkilerini gösterirler. Şekil 8.4'de elde kullanılan bir toprak enjektörü, Şekil 8.5'de ise trajdöre kullanılan sıvı fümidant enjeksiyon makinası görülmektedir.

Sıvı fümidant, bu makinalar yardımıyla 15-20 cm derinlige gömülürlər ve üzerlerindeki basıncı kaldırınca ilaç sıvı formdan buharlaşarak gaz formuna geçer.

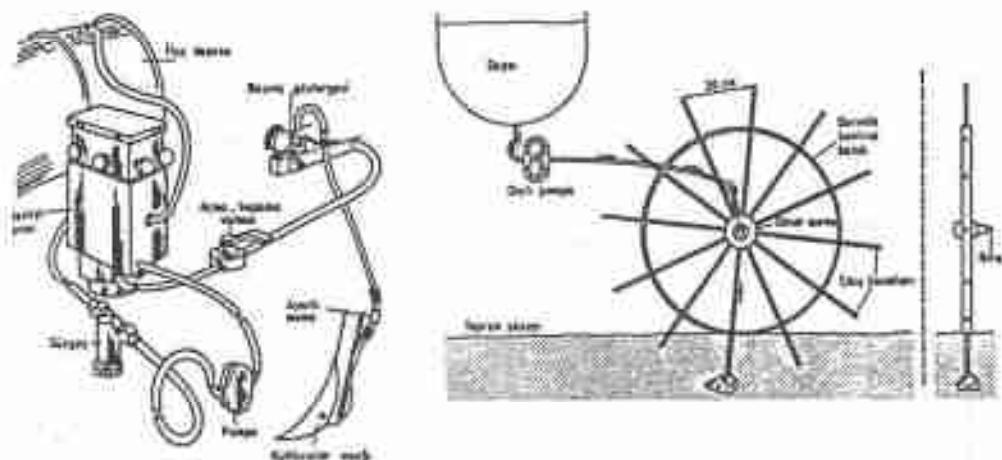
Elde kullanılan toprak enjektörleri, sera veya fide yerleri gibi küçük alanlardaki toprakların sterilizasyonu amacıyla sıvı haldeki fümidantların uygulanmasında kullanılmaktadır.

Sıvı veya katı fümidantlarla ilaçlanan toprağın üzeri, içindeki gazın hemen uçmaması için örtülmelidir. Küçük alanların üzeri plastik örtülerle kapatılabilir. Büyük alanlar ise, toprağın üzeri gölgeninceye kadar bol su verilerek su ile örtülebilir.

Fümidasyon işleminden sonra, toprak hemen işlenmeyecek ilaçın etkisinin geçmesi beklenir. Uygulamadan birkaç gün sonra toprak üzerindeki örtü kaldırılır. İlacın fitotoksik etkisinin geçmesi için beşinci bir süre beklenildikten sonra ekim yapılabilir. Beldeme süresi, ilaçın cinsine ve toprak sıcaklığına bağlı olarak birkaç günden 6-8 haftaya kadar değişebilir. Örneğin, Metilbromid uygulamasından sonra 2-3 gün beklemek yeterli iken Dikloropropan için 4-6 hafta beklemek gerekmektedir. Toprak sıcaklığı arttıkça beldeme süresi kısalır.



Şekil 8.4. Elle kullanılan toprak enjektoru.



Şekil 8.5. Traktörde kullanılan sıvı füygant enjeksiyon makineleri.

Toprak sterilizasyon maddelerinin büyük çoğunluğu zehirli ve aşındırıcı özelliktedir. Bu nedenle kullanımın sırasında oldukça dikkatli olunması gerekmektedir. Bu maddelerle yapılan uygulamalarda aşağıdaki noktalar göz önünde tutulmalıdır:

- Deriye dokundurulmamalı, olası bir temas durumunda bulaşık olan yer hemen su ve sabunla yıkanmalıdır.
- Bulaşık elbise, ayakkabı ve eldivenler hemen çıkartılmalıdır.
- Präparatın gözlere ve ağıza gelmesi kesinlikle önlenmemelidir.

9. İLAÇLAMA EKİPMANLARININ KALİBRASYONU

Kalibrasyon, ilaçlama alanına uygulanacak pestisidin doğru miktarda olmasına sağlayan bütün işlemlerdir. Bu işlemler;

- İlaç miktarını hesaplama,
- Uygun ve güvenli bir şekilde karıştırma,
- Arzulanan ilaç normunu sağlayacak şekilde ilaç bütünü ilaçlama alanına tekdone bir şekilde dağıtmak için ekipmanı ayarlama,
- Effektif örtme mesafesini belirleme,
- İlaçlarda işlemi boyunca hassaslığı kontrol etme,
- Hataları algılama ve düzeltme

Etkili bir ilaçlama ve ilaçlanan yüzeyler üzerinde kalan aşın pestisit kalıntılarını azaltmak için uygulama ekipmanının kalibrasyonu periyodik olarak yapılmalıdır. A.B.D. 'nin Nebraska eyaletinde 103 pestisit uygulayıcısı ile tartada gözlem şeklinde yapılan bir çalışma, operatörlerin yalnızca % 30' unun herbisitleri hedefledikleri uygulama oranlarının $\% \pm .5$ sınırları içerisinde uygulayabildiklerini, % 25' sinin ise herbisitleri aşın uyguladıklarını ve yanlış uygulama nedeniyle maliyetin ortalaması olarak 3.11 \$ artığını göstermiştir.

Güney Carolina'da yürütülen bir çalışma, ilaç uygulayıcılarının yaklaşık % 85' inin hedefledikleri ilaç normlarına göre % 10' dan daha büyük hatalarla pestisitleri uyguladıklarını ortaya koymuştur. Iowa, Ohio, Montana ve Colorado gibi eyaletlerde yapılan çalışmalarдан da benzer bulgular elde edilmiştir. Bu ve diler pestisit uygulama doğruluğunun son derece ciddi bir problem olduğunu göstermektedir. Buna karşın bu problem, pülverizatörlerin kalibrasyonunu uygun ve sık sık yaparak en aza indirilebilmektedir.

Pülverizatörler bir yıl içinde defalarca kalibre edilmelidir. Çalışma koşulları ve kullanılan kimyasalın tipindeki değişmeler yeni bir kalibrasyon gerektirir. Kalibrasyonun sık yapılması sıvı uygulamasında çok önemlidir, çünkü meme aşınması bölümünde belirtildiği gibi kullanımla memeler aşınır ve verdileri artar. Aşınma oranına bağlı olarak verdiği artıkça hedeflenen uygulama normundan daha fazla ilaç uygulanmaktadır.

9.1. Sıvı Uygulama Ekipmanlarının Kalibrasyonu

Sıvı uygulama ekipmanlarının kalibrasyonu için çeşitli yöntemler kullanılmakla birlikte bu bölümde anlatılacak olan yöntemler en çok kullanılan yöntemlerdir.

Güvenlik amacıyla, kalibrasyonu yaparken gerçek kimyasal karışımın yerine su kullanılmalıdır. Buna karşın, sıvı gübreler gibi bazı taşıyıcılar sudan daha yoğundur ve su ile elde edilen oranlara göre meme verdisinde değişikliğe neden olabilirler. Bu durumda, ortalama meme verdisi su ile belirlenmeli ve bir çevirme faktörü kullanılmıştır. Bu faktör genellikle meme imalatçının kataloğuunda verilmektedir.

Bir pülverizatörün kalibrasyonunu yapabilmek için bir kronometre veya saat ve bir dereceli (millilitre cinsinden) ölçme kabına gereksinim vardır. Ayrıca cep tipi bir hesap makinasına ihtiyaç vardır. Kalibrasyonu yapacak sıvı uygulama ekipmanın tipi ne olursa olsun kalibrasyon işlemi, meme verdisini ve pülverizatörün gerçek ilerleme hızını kontrol etmemi gerektir. Yöntemler her ne kadar benzer ise de tari pülverizatörleri, sarta asılan elle çalıştırılan ve elle tutulan püskürme tabancaları pülverizatörlerin kalibrasyonundaki adımlar aşağıda ayrı ayrı sunulmaktadır.

Düşük basınçlı bımu (püskürme borulu) tari pülverizatörlerinin kalibrasyonunu yaparken:

1. Pülverizatörün deposu su ile doldurulur.
2. Pülverizatör çalıştırılır, kaçak olup olmadığı ve bütün organların fonksiyonlarını uygun bir şekilde yapıp yapmadıkdan kontrol edilir.
3. Her meme için ilaçlama genişliği (W) metre olarak belirlenir.

Yüzey (tüm alan) uygulaması için, $W = \text{Meme aralığı}$
Bant ilaçlama için, $W = \text{Bant genişliği}$

$$\text{Yönlendirilmiş ilaçlama için, } W = \frac{\text{Sıra aralığı (veya bant genişliği)}}{\text{Her sıra (bant) daki meme sayısı}}$$

4. İlerleme hızı belirlenir.

İlerleme hızını belirmek için, bir uzaklık belirlenir. Bu uzaklık en az 50 m olmalıdır. Normal ilaçlama hızında bu mesafe geçilir ve geçen zaman saniye olarak kaydedilir. Bu adım üç defa tekrar edilerek ortalama değerler alınır ve aşağıdaki eşitlik yardımıyla ilerleme hızı hesaplanır.

$$\text{İlerleme hızı (km/h)} = \frac{\text{Mesafe (m)}}{\text{Zaman (s)}} \times 3.6$$

5. Memə verdisi belirlenir (L/min).

Pülverizatör istenilen basınçta çalıştırılır ve her memenin verdisi bir ölçme kabıyla bir dekika süre ile ölçülmek L/min olarak belirlenir. Verdi ölçmeleri sırasında tikanmalar kontrol edilmeli ve memə uçları temizlenmelidir. Verdi ölçümleri yapılan memeler içerisinde ortalamaya memə verdisine göre % 10 daha fazla veya daha az verdiği sahip memeler değiştirilmelidir. Ayrıca hüzme agları veya dağılmış patemler gözle görülür şekilde farklı olan memeler de değiştirilmelidir. Pülverizatör üzerindeki bütün memeler için verdideki değişim % ± 10 oluncaya kadar yukarıdaki işlem tekrarlanmalıdır.

6. Aşağıdakiler eşitlik yardımıyla gerçek uygulama normu belirlenir.

$$N = \frac{Q \times 600}{V \times W}$$

N : İlaç normu (L/min),

Q : Ortalama memə verdisi (L/min),

V : İlerleme hızı (km/h)

W : Her memenin effektif ilaçlama genişliği (m)’dır.

7. Önerilen veya hedeflenen ilaç normu ile gerçek uygulama normu karşılaştırılır.

Eğer gerçek norm önerilen veya hedeflenen normdan % 5 daha yüksek veya daha düşük ise ya basınç, ya ilerleme hızı ya da her ikisinde ayarlamalar yapılmalıdır. Eğer bu ayarlamalar uygulama normunu arzu edilen sınıra getiremezse, daha küçük veya daha büyük ölçüyü yeni bir memə takımı seçilmelidir. Bu durumda yeni ilerleme hızı veveye basıncını belirlemek için bölüm sonundakı “Yararlı Eşitlikler” kullanılmalıdır.

8. Pülverizatör yeniden kalibre edilmelidir.

Uygulama hatası, hedeflenen uygulama normuna göre % ± 5 oluncaya kadar 5, 6 ve 7. adımlar tekrar edilir.

Eile çalışılan sırt pülverizatörlerinin kalibrasyon ilkeleri bolumlu pülverizatörlerde olduğu gibi nemen hemen aynıdır. Kalibrasyon işlemindeki aşamalar aşağıda verilmiştir.

1. 100 m^2 ye eşit bir alan ($10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$ gibi) işaretlenir ve ölçülür.
2. Depoya ölçüyü mikarda su konur, işaretli alan ilaçlanır ve daha sonra depoda kalan su miktarı ölçülür. İlaçlama öncesi ve sonrası depoda kalan su miktar arasındaki farklık 100 m^2 için kullanılan miktarıdır.
3. Hedeflenen veya önerilen norm ile ölçülen norm karşılaştırılır. Eğer farklılık % ± 5’den daha büyükse ayarları yapmak ve pülverizatörü yeniden kalibre etmek gereklidir.

Alternatif bir yöntem, 100 m^2 * yi ilaçlamak için gerekli zamanı kaydetmek ve sonra meme (veya memeler) den püskürtülen sıvıyı aynı zaman periyodu için ölçmektedir.

Püskürtme tabancalı bir pülverizatörün kalibrasyonu, bir sıvı pülverizatörünün kalibrasyonuna benzer. Bilinen bir alan ilaçlamır ve bu alanı ilaçlamak için geçen zaman kaydedilir. Sonra işaretli alanın ilaçlanması sırasında geçen zaman periyodu için el tabancasından püskürtülen ilaç bir kova içerisinde toplanarak ölçülmek suretiyle ilaç uygulama normu belitenir.

9.2. Granül Herbisit Uygulama Ekipmanlarının Kalibrasyonu

Partikül boyutluğu, partikül yoğunluğu, partikül şekli, nisbi nem, granüllerin kanatlı plaka üzerine düşme noktası, plaka hızı ve iterleme hızı gibi değişkenlerin hepsi uygulama normunu ve dağıtım paternini etkiler. Bundan dolayı granül uygulayıcı ekipmanlar, uygulanacak her granül ürün, operatör, hava ve tara koşullarındaki değişimler için kalibre edilmelidir.

Bir granül uygulama ekipmanının kalibrasyonuna başlamadan önce temiz ve bütün parçalarının uygun bir şekilde çalıştığından emin olunmalıdır. Temizleme, ekipmanın kalibrasyonu ve gerçek granül uygulaması sırasında kimyasallarla teması önlemek için her zaman kauguk eldivenler ve diğer koruyucu ekipmeler gerekliydir.

Kalibrasyonun ilk amacı, dağıticının tipine bakılmaksızın gerçek uygulama normunu belirlemektir. Bununla beraber döner tip granül yayıcıları yapılan uygulamalarda ayrıca dağıtım paternini kontrol etmek ve düzeltmek gereklidir.

* Dağıtma oranı * olarak da bilinen uygulama normu, bilinen bir alana uygulanan ortalama ürün miktarını gösterir ve genellikle kg/ha olarak ifade edilir. Bir operatör için en kolay yol, bilinen bir alana dağıtılan granüller toplamak ve tarmaktır. Bu işlem aşağıda açıklanan yöntem izlenerek yapılabilir.

1. Toprak üzerine boyutlu bilinen plastik bir tente serilir.
2. Dağıtıcı ekipman bilinen bir hızda tente boyunca çalıştırılır.
3. Dağıtılan granüller kaplanan alan belirlenir.
4. Tente üzerinde toplanan bütün granüller bir kap içine koymarak tutılır.
5. Gerçek uygulama normunu gram/m^2 cinsinden belirlemek için tente üzerinde toplanan granüllerin ağırlığı kaplama alanına bölünür.
6. Etiket üzerinde önerilen ile ölçülen (gerçek) uygulama normu karşılaştırılır. Arzulanan hassaslığa ulaşıcaya kadar gerekli olan ayarlamalar ve dağıticının kalibrasyonu yeniden yapılmalıdır.

Granülleri toprak yüzeyine bırakın tip dağıticılar, şerit genişliği boyunca oldukça tekduze bir granül dağılımı sağlarlar. Dağıtım, ürünün fiziksel karakteristikleri, hava koşulları vb. tarafından çok fazla etkilenmemektedir. Buna karşın döner tip dağıticılar bu değişkenlere karşı çok hassastırlar ve eğer bu değişkenler dikkate alınmazsa dağıtım paternleri şiddetli bir biçimde

bozulabilemektedir. Bundan dolayı, dörter dağticidan kullanırken her zaman granül dağılım paternini kontrol edilmelidir.

Dağılım paternini kontrol etmenin en iyi yolu hareket doğrultusuna dik bir hat üzerinde bir sıra mukavva kutular yerleştirmektir. BölmeLİ kutular kimyasal partiküllerin sıçramasını öner. Bütün kutular aynı alana ve yüksekliğe (0.20 m^2 alan, 3 ile 5 cm yükseklik) sahip olmalıdır. Kutular 30 cm aralıklarla yerleştirilmelidir.

Denemeyi yürütmek için dağticının deposu en az yarı dolu olacak şekilde doldurulur. Granül uygulama oranı göz önüne alınarak gerekli ayarlamalar yapıldıktan sonra kutular üzerinde aynı doğrultuda 3 geçiş yapılır. Kutular üzerinde geçmeden önce, dağticinin çalıştığından ve ilerleme hızının uygun olduğundan emin olunmalıdır. Her kutudaki materyali bir test tüpü veya küçük dar bir şşe içine koyun. Şşeler sıra halinde yanına yerleştirildiğinde dağılım paterninin şekli görülebilir. Etkili şerit (granül dağılma) genişliği, dağticının merkezi ile dağılım paterninin merkezindeki ortalama oranın yan oranına sahip olan nokta arasındaki mesafenin iki katıdır. Örneğin, merkezdeki ilk 3 ve 4. şşelerdeki materyal derinliği 4 cm ve dağılım genişliği boyunca 3. metredeki (dağticinin merkezinin 3 m sağ ve 3m solu) şşelerdeki materyal 2 cm derinlikte ise etkili şent genişliği 6 m'dir. Bundan dolayı, tüm alanı tekduze bir şekilde kaplamak için dağticı ile yanına iki geçiş arasındaki mesafe 6 m olmalıdır.

9.3. Depoya Konulacak İlaç Miktarının Belirlenmesi

İlaçlama işleminde arzu edilen hassaslığı elde etmek için püplerizatörün tarafla kalibrasyonu için saatler harcanabilir, fakat depoya konulacak ilaç miktar doğru hesaplanmadığında bütün çabalar boş gitmektedir. Yapılan bir araştırmada, ilaç uygulayıcılarının % 38'inin depoya doğru miktarla kimyasal ekleylemediğini ortaya koymuştur. Bir başka çalışmada ise uygulayıcıların % 76'ının % 10' dan daha büyük hatalarla depo karışımı hazırladıdannı göstermiştir.

İstenilen doz oranını (birim alana uygulanacak gerçek kimyasal miktarını) elde etmek için depoya eklenecek olan ilaç miktarı aşağıdaki eşilikte hesaplanabilir:

$$m = (V \times N_i) / N$$

Bu eşilikte;

m : Depoya konulacak ilaç miktarı (kg),

V : Depo hacmi (L),

N_i : Uygulanacak ilaçın doz oranı (kg/ha),

N : İlaç normu (L/ha) * dur.

9.4. Yararlı Eşitlikler

- İlerleme hızını hesaplamak için:

$$V = (L / t) \times 3,6$$

- İlerleme hızındaki herhangi bir değişme durumunda son (yeni) ilaç normunu hesaplamak için:

$$N_2 = (N_1 \times V_1) / V_2$$

- İlaç normu değişirken arzu edilen ilerleme hızını belirlemek için:

$$V_2 = (N_1 \times V_1) / N_2$$

- Meme basıncı değişirken son ilaç normunu belirlemek için:

$$N_2 = N_1 \times (P_2 / P_1)^2$$

- İstenilen ilaç normunu sağlayacak şekilde arzulanan basıncı belirlemek için:

$$P_2 = P_1 \times (N_2 / N_1)^2$$

- Meme basıncı değişirken son meme verdisini belirlemek için:

$$Q_2 = Q_1 \times (P_2 / P_1)^2$$

Bu eşitliklerde:

V : İlerleme hızı (km/h),

L : Mesafe (m),

t : Zaman (s),

N_1, N_2 : Sırasıyla arzu edilen ve ölçülen ilaç normları (L/h),

V_1, V_2 : Sırasıyla arzu edilen ve ölçülen ilerleme hızları (km/h),

P_1, P_2 : Sırasıyla arzu edilen ve ölçülen ilaçlama basınçları (Bar),

Q_1, Q_2 : Sırasıyla arzu edilen ve ölçülen meme verdileri (L/min)' dir

KAYNAKLAR

- ADAMS, A. and R.K. LINDQUIST, 1991. Air-Assisted Spraying Under Glass. BCPC/AAB Symposium on Air-Assisted Spraying in Crop Protection, UK, p. 227-235.
- AKESSON, N.B. and YATES, W.E. 1979. Pesticide Application Equipment and Techniques. FAO Agricultural Services Bulletin, Rome, 257 p.
- ALMEKINDERS, H., OZKAN, H.E., REICHARD, D.L., CARPENTER, T.G. and R.D. BRAZEE, 1992. Spray Deposit Patterns of an Electrostatic Atomizer. *Transactions of the ASAE*, 35(3): 1361-1367.
- ANONYMOUS, 1988. Pulsfog Sisteme Makinalan Teknik Özellikleri. İntermak Dış Ticaret Ltd. Yayın No: 0117/1, Ankara.
- ANONYMOUS, 1989. Pulsfog Sisteme Makinalan Özel Sisteme Solusyonu. İntermak Dış Ticaret Ltd. Yayın No: 0101, Ankara.
- ANONYMOUS, 1989. Hardi's 'Twin' Generates Own Airflow to Minimise Drift. *Agriculture International*, 41(5): 146.
- ANONYMOUS, 1994. Teejet Agricultural Spray Products, Catalog 44 M. Spraying Systems Co., Illinois, USA.
- ANONYMOUS, 1996. Mistblowing Technique. Hardi, 673702-GB-96/2.
- ANONYMOUS, 1997. Teejet Düsen und Zubehör Für Die Landwirtschaft. Katalog 46M-D, Spraying Systems Co., Wheaton, Illinois, USA.
- ARPACI, M. 1978. Girdap Odak Püskürüticilerde Püskürme Özelliklerine Etkileyen Faktörler. Doktora Tezi, İstanbul, 122 s.
- ARNOLD, A.J. and B.J. PYE, 1979. Spray Application with Charged Rotary Atomisers. BCPC Monograph No. 24, p. 109-117.
- AYIK, M. 1981. Sulandırılmış Tanımsal Gavaşım İlaçlarının Elektrostatik Yüklemenin Etkinliğinden Üzerinde Bir Araştırma. A.O. Ziraat Fakültesi Tanım Makinaları Bölümü Doçentlik Tezi (yayınlanmamış), Ankara.
- AZIMI, A.H., CARPENTER, T.G. and REICHARD, D.L. 1985. Nozzle Spray Distribution for Pesticide Application. *Transactions of the ASAE*, 28(5): 1410-1414.
- BAILEY, A.G., 1983. Electrostatic Spraying of Liquids. Research Studies Press LTD, England, 197 p.

- BARNETT, M. 1991. Deposit Assessments With Various Air-Assisted Sprayers in Strawberries. BCPC/AAB Symposium on Air-Assisted Spraying in Crop Protection, UK, p. 251-253.
- BAYAT, A. 1991. Turunçgil İlaçlamasında Klasik Püskürme Yöntemleri ve Elektrostatik Yükleme Yöntemi Etkinliğinin Belirlenmesi Üzerinde Bir Araştırma. Ç.O. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi (yayınlanmamış). Adana.
- BERNACKI, H., HAMAN, J. and CZ. KANAFOJSKI, 1972. Agricultural Machines, Theory and Construction. U.S. Dep'l. Of Commerce, National Technical Information Service, USA, 883 p.
- BODE, L.E., GEBHARDT, M.R., L.Y. DAY, 1968. Spray-Drop Patterns and Droplet Size Obtained from Nozzles Used for Low-Volume Application. Transactions of the ASAE, 11(6): 754-756, 761.
- BODE, L.E., ZIMMERMAN, T.L., GOERING, C.E. and M.R. GEBHARDT, 1972. The Effects of Flow Rate on the Distribution Pattern and Drop-Size Spectrum of Spinning Atomizer. Transactions of the ASAE, 15(1): 86-90.
- BODE, L.E., BUTLER, B.J. and C.E. GOERING, 1976. Spray Drift and Recovery as Affected by Spray Thickener, Nozzle Type and Nozzle Pressure. Transactions of the ASAE, 19(2): 213-21.
- BOWEN, H.D. and W.E. SPLINTER, 1968. Field Testing Improved Electrostatic Dusting and Spraying Equipment. ASAE Paper, No. 68-150.
- BÖLÜKOĞLU, M.H., 1976. Bazı Pülverizatör Pompaları Üzerinde Bir Araştırma. A.Ü. Ziraat Fakültesi Doktora Tezi, Ankara.
- BYASS, J.B., LOCKWOOD, A. and R. ANDREWS, 1979. The Effect of Electrical Charging of Spray Drops on Their Movement into a Cereal Crop. Proceedings British Crop Protection Conference-Pest and Diseases, Brighton-England, p. 295-302.
- CARROZ, J.W. and P.N. KELLER, 1978. Electrostatic Induction Parameters to Attain Maximum Spray Charge. Transactions of the ASAE, 21(1): 63-69.
- CHOE, K.J., PARK, S.H., KONG, C.H. and I.K. JUNG, 1993. Durability of Nozzle Discs For Power Sprayer. Journal of Agricultural Science, 35(2): 702-707, Suwon-Korea Republic.
- COFFEE, R.A., 1981. Electrodynamic Crop Spraying. Outlook on Agriculture, 10(7): 350-356.
- CULPIN, C. 1986. Farm Machinery. Eleventh Edition.

- ÇELEN, I.H. Yelpaze Hüzmeli Püskürme Memelerinde Aşınmanın Pülverizasyon Karakteristiklerine Etkisi Üzerinde Bir Araştırma. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı Doktora Tezi, Edime, 106 s.
- ÇİLİNİR, İ. 1983. Şeker Pancarı Tarımsal Savaşanda Turbo Atömrörlerin İlaçlama Karakteristikleri ve İş Başarıları Üzerinde Bir Araştırma. A.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü Doktora Tezi (yayınlanmamış), Ankara.
- DANTE, E.T. and C.P. GUPTA, 1991. Deosition Studies of an Electrostatic Spinning Disc Sprayer. *Transactions of the ASAE*, 34(5): 1927-1934.
- DELİGÖNÜL, F. 1984. Pasnak Etkilişlerinde Uçakla Sulandırılmış İlaçlamaya İlişkin Optimum Uyulama Koşullarının Saptanması Üzerinde Bir Araştırma. Ziraat Mücadele ve Karantina Genel Müdürlüğü Yayıńı, Ankara, 196 s.
- DOĞUŞ, R., TUNALIGİL, B.G. ve İ. ÇİLİNİR, 1984. Tarımsal Savaş Mekanizasyonu. A.Ü. Ziraat Fakültesi: 918, Ders Kitabı, 159 s. Ankara.
- DURSUN, E. ve İ. ÇİLİNİR, 1991. Pülverizatör Karakteristikleri ve Buna Etkili Faktörler. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 1206, Derlemeler: 49, 34 s; Ankara.
- DURSUN, E., 2000. Membe Aşınmasının Pülverizasyon Karakteristiklerine Etkileri. Türk-Koop Ekin, Yıl: 4, Sayı: 12:62-66.
- DURSUN, E., 2001. İlaç Driftinin Azaltılması İçin Yeni Memeler. TİGEM Dergisi (Yayınlanmak Üzere Kabul Edildi).
- FRANZ, E., REICHARD, D.L., CARPENTER, T.G. and R.D. BRAZEE, 1987. Deposition and Effectiveness of Charged Sprays for Pest Control. *Transactions of the ASAE*, 30(1): 50-55.
- FRASER, R.P., 1958. Fluid Kinetics of Pesticide Application. Interscience Publishers, Inc., New York.
- FURNESS, G.O. and W.V. PINCZEWSKI, 1985. A Comparison of the Spray Distribution Obtained From Sprayers With Covering and Diverging Airjets With Low Volume Air Assisted Spraying on Citrus and Grapevines. *J. Agric. Engng. Res.*, 32:291-310.
- GIVELET, M.P., 1981. Electronic Control Systems in Pesticide Application Machinery. *Outlook on Agriculture*, 20(7):357-360.
- GOERING, C.E. and B.J. BUTLER, 1974. Micrometeorological Measurements for Pesticide Drift Studies. *Transactions of the ASAE*, 17(6): 1104-1107.

- GOERING, C.E. and B.J. BUTLER, 1975. Paired Field Studies of Herbicide Drift. *Transactions of the ASAE*, 18(1): 27-34.
- GOHLICH, H., 1983. Formation of Drift and Basic Consideration for Its Reduction. *IUPAC Pesticide Chemistry, Human Welfare and the Environment*, 271-280.
- GOHLICH, H. and O. WESTPHAL, 1991. Zur Verminderung von Pflanzenschutzmittelverlusten. *Landtechnik*, 3/91: 113-116.
- GUPTA, C.P., SINGH, G., MUHAEMIN, M. and E.T. DANTE, 1992. Field Performance of a Hand-Held Electrostatic Spinning-Disc Sprayer. *Transactions of the ASAE*, 35(6): 1753-1759.
- HADAR, E. 1991. Development Criteria for an Air Assisted Ground Crop Sprayer. BCPC/AAB Symposium on Air-Assisted Spraying in Crop Protection, UK, 15-22.
- HEDDEN, O.K. 1981. Spray Drop Sizes and Size Distribution in Pesticide Sprays. *Transactions of the ASAE*, 4(2): 158-159.
- HEILSBRONN, R.R. G. ANDERSEN, 1991. Ein Beitrag zur Umweltgerechten Applikation von Pflanzenschutzmitteln. *Landtechnik*, 3/91: 116-119, Düsseldorf.
- HIMEL, C.M., 1959. The Optimum Size for Insecticide Spray Droplets. *Journal of Economic Entomology*, 62: 919-925.
- HISLOP, E.C. 1991. Review of Air-Assisted Spraying. BCPC/AAB Symposium on Air-Assisted Spraying in Crop Protection, UK, p. 3-14.
- HOLLWAY, A.J., 1970. Surface Factors Affecting the Wetting of Leaves. *Pestic. Sci.* Vol. 1, July-August, 156-163.
- HUSSAIN, Md.D., 1984. Electrostatic Charging of Spray-Liquids of Hand and Shoulder Carried Sprayer Suitable For Third World Countries. Dissertation Hohenheim, 178 p.
- HUSSAIN, M.D. and E. MOSER, 1986. Some Fundamentals of Electrostatic Spraying. *AMA*, 17(2): 39-45.
- HUSSAIN, M.D. and S. KLEISINGER, 1992. Electrostatic Charging of Spray Liquids Produced from Flat Fan Hydraulic Nozzles. *Agricultural Engineering Journal*, 1(2): 59-69.
- İŞIK, A. ve Y. ZEREN, 1985. Akdeniz Bölgesinde Pamukta Beyaz Sinek Mücadelesinde Kullanılan Temik Aplikatörlerinin Teknik Özelliklerinin Bellirlenmesi Üzerinde Bir Araştırma. *Tanısal Mekanizesyon 9. Ulusal Kongresi*, 166-180.

- IYER, M.R. and B.M.D. WILLIAMS, 1978. Factors Determining the Design of Tractor-Mounted Sprayer Booms-Sprayer Nozzle Characteristics. *J. Agric. Engng. Res.*, 23:37-43.
- JEFFREY, W. and W.A. TAYLOR, 1991. Manipulation of Spray Deposits on Cereals With Air Assistance. BCPC/AAB Symposium on Air-Assisted Spraying in Crop Protection, UK, p. 273-274.
- KASAP, E., ENGÜROLU, B., ÇİFTÇİ, Ö., KILİNÇ, K.S., GÖLBAŞI, M. ve M. AKKURT, 1999. Bitki Koruma Makinaları. T.C. Tan ve Köyişleri Bakanlığı Ders Araç ve Gereğleri Makine Eğitimi Merkezi Müdürlüğü, Ankara, 288 s.
- KEPNER, R.A., BAINER, R. and E.L. BARGER, 1972. Principles of Farm Machinery. The Avi Publishing Company, Inc., Second Edition, Connecticut.
- KOÇER, H. 1985. Yabancı Ortasında Kullanılan Tarla Püskürme Sistemlerinde Bir Araştırma. A.O. Ziraat Fakültesi Doktora Tezi (Yayınlanmamış), Ankara.
- LANE, M.D. and S.E. LAW, 1979. Transient Charge Transfer Occuring In Living Plants Undergoing Electrostatic Spraying. ASEA Paper No: 79-1003.
- LANE, M.D. and S.E. LAW, 1982. Transient Charge Transfer in Living Plants Undergoing Electrostatic Spraying. *Transactions of the ASAE*, 25(5): 1148-1159.
- LAW, S.E. and H.O. BOWEN, 1985. The Charging of Liquid Spray by Electrostatic Induction. ASEA Paper, No: 85-160.
- LAW, S.E., 1976. Electrostatic Precipitation of LV and ULV Pesticide Sprays. National Agric. Library Beltsville, Maryland, 17/18.
- LAW, S.E. and M.D. LANE, 1982. Electrostatic Deposition of Pesticide Sprays onto Ionizing Targets: Charge-and Mass-Transfer Analysis. *IEEE Transactions of Industry Applications*, IA-18(6): 673-679.
- LAW, S.E., MARCHANT, J.A. and A.G. BAILEY, 1985. Charged-Spray Deposition Characteristics Within Cereal Crops. *IEEE Transactions on Industry Applications*, IA-21(4): 685-693.
- LEGG, B.J. and MILLER, C.H. 1989. Crop Spraying Developments: Outlook on Agriculture, UK, 18(1): 18-23.
- LUDERS, W. 1979. Pflanzenschutzmaschinen und Deren Einsatz. Stuttgart, 502 p.

- MAAS, J.W. 1971. ULV Application and Formulation Techniques. N.V. Philips-Duphar Crop Protection Division, Amsterdam.
- MARCHANT, J.A. 1977. Calculation of Spray Droplet Trajectory in a Moving Airstream. *J. Agric. Engng. Res.*, 22: 93-96.
- MATTHEWS, G.A., 1992. Pesticide Application Methods: 2. Edition, Longman, New York, 405 p.
- MAY, M.J. 1991. Early Studies on Spray Drift, Deposit Manipulation and Weed Control in Sugar Beet With Two Air-Assisted Spraying in Crop Protection, UK, p. 89-96.
- MAWER, C. J. and P.C.H. MILLER, 1989. Effect of Roll Angle and Nozzle Spray Pattern on the Uniformity of Spray Volume Distribution Below a Boom. *Crop Protection*, 8:217-222.
- McCOOL, W.C. and J.T. WALKER, 1987. Air-Assist for an Electrodynamic Sprayer. *Transactions of the ASAE*, 30(3): 624-629.
- METZ, V.N. 1986. Anlagerung und Abdritt Elektrostatisch Geladener Flüssigkeitsteilchen Beim Chemischen Pflanzenschutz im Obstbau. Dissertation, Universität Hohenheim, 155 p.
- MENZIES, D.R., FISHER, R.W. and A.E. NEFF, 1976. Wear of Hollow Cone Nozzles by Suspensions of Wettable Powders. *Canadian Agricultural Engineering*, 18(1): 14-15.
- MILLER, P. and B. JEFFREY, 1989. Research to Improve Spray Application Methods: Research Review, BSRAE, England.
- MILLER, P.C.H. and P.A. HOBSON, 1991. Methods of Creating Air-Assisting Flows for Use in Conjunction With Crop Sprayers. BCPC/AAB Symposium on Air-Assisted Spraying in Crop Protection, UK, p. 27-33.
- MORGAN, N.A. 1991. The Effects of Air Assistance on the Distribution of Spray Drops on Targets. BCPC/AAB Symposium on Air-Assisted Spraying in Crop Protection, UK, p. 305-308.
- MORTON, N. 1982. The "Electrodyn" Sprayer: First Studies of Spray Coverage in Cotton. *Crop Protection*, 1(1): 27-54.
- MOSER, E. and K. SCHMIDT, 1983. Physikalische Eigenschaften und Elektrostatische Aufladung Von Spritzflüssigkeiten. *Grundl. Der Landtechnik*, 33(29): 56-59.
- NATION, H.J. 1978. Development in Sprayer Boom Design. Proceedings British Crop Protection Conference-Weeds, England, p. 649-656.

- NATION, H.J. 1980. The Performance and Stability of Spray Booms. Symposium on Spraying Systems. p. 145-153.
- NAWABAY, A.S. 1970. A method of Direct Measurement of Spray Droplets in an Oil Bath. Journal of Agricultural Engineering Research, 15(2): 182-184.
- NORDBO, E. and W.A. TAYOR. 1991. The Effect of Air Assistance and Spray Quality (drop size) on the Availability, Uniformity and Deposit on Contrasting Targets. BCPC/AAB Symposium on Air-Assisted Spraying in Crop Protection, UK, p. 113-124.
- NOVAK, M.J. and R.A. CAVALETTO, 1988. Wear Characteristics of Flat Fan Nozzles. ASAE Paper No. 88-1015. St. Joseph, MI: ASAE.
- REICHARD, D.L., OZKAN, H.E. and R.D. FOX, 1991. Nozzle Wear Rates and Test Procedure. Transactions of the ASAE, Vol. 34(6), 2309-2316.
- OZKAN, H.E., REICHARD, D.L. and D.R. FOX, 1990. Current State of Pesticide Application Technology in the U.S.A. 4. Uluslar arası Tanımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi, Adana, s. 297-306.
- OZKAN, H.E., REICHARD, D.L., ACKERMAN, K.D. and J.S. SWEENEY, 1992. Effect of Wear on Spray Characteristics of Fan Pattern Nozzles Made From Different Materials. Pesticide Formulations and Application Systems: 11th Volume, Philadelphia, USA, 206-217.
- OZKAN, H.E., REICHARD, D.L. and K.D. ACKERMAN, 1992. Effect of Orifice Wear on Spray Patterns From Fan Nozzles. Transactions of the ASAE, Vol. 35(4), 1091-1096.
- OZKAN, H.E., REICHARD, D.L. and J.S. SWEENEY, 1992. Droplet Size Distributions Across the Fan Patterns of New and Worn Nozzles. Transactions of the ASAE, Vol. 35(4): 1097-1101.
- OZKAN, H.E., 1995. Herbicide Application Equipment. Chapter 6. In: Handbook on Weed Management Systems, Ed; A.E. Smith, Marcel Dekker Inc., USA.
- OZKAN, H.E. 1998. New Nozzles for Spray Drift Reduction. Extension Fact Sheet, Food, Agricultural and Biological Engineering, 590 Woody Hayes Dr., Columbus, OH 43210.
- OZKAN, H.E., 1998. Calibration of Spraying Equipment. Proceedings of Conference on Measurement and Management of Agrochemical Spraying Quality. Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan 413, ROC., p. 22-30.
- OZTÜRK, S., 1990. Tanım İlaçları. Hendek Tanım İlaçları A.Ş., İstanbul

- PARKIN, C.S., WYAT, J.C. and R. WANNER, 1980. The Measurement of Drop Spectra in Agricultural Sprays Using a Particle Measuring Systems Optical Array Spectrometer. Symposium on Spraying Systems, p. 241-249.
- RANDALL, J.M. 1971. The Relationships Between Air Volume and Pressure on Spray Distribution in Fruit Trees. *J. Agric. Engng. Res.*, 16(1): 1-31.
- RINGEL, R., TAYLOR, W. and P.G. ANDERSON, 1991. Charging Spray Deposits from Horizontal to Vertical Surfaces at Ground Level Within Cereal Rows Using Air Assistance. BCPC/AAB Symposium on Air-Assisted Spraying in Crop Protection, UK, p. 297-298.
- SAGLAM, R. ve F. DELIGONUL, 1997. Tanim Uçaklaninda Kullanilan Puskurme Mermelerinde Aşinma ve Neden Oldugu Sorunlar. H.U. Ziraat Fak. Dergisi, 1(3): 23-32. Şanlıurfa.
- SASSER, P.E., SPLINTER, W.E. and H.D. BOWEN, 1967. Effect of Relative Humidity on the Electrostatic Charging Process. *Transactions of the ASAE*, 20:1-204.
- SHARP, R.B. and L.P. BUFTON, 1963. A Method for the Direct Measurement of Oil Spray Droplets. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 8(3): 237-239.
- SMITH, D.B., HARRIS, F.D. and C.E. GOERING, 1982. Variables Affecting Drift From Ground Boom Sprayers. *Transactions of the ASAE*, 25(6): 1499-1503.
- SPEELMAN, L. and J.W. JANSEN, 1974. The Effect of Spray Boom Movement on the Liquid Distribution of Field Crop Sprayers. *J. Agric. Engng. Res.*, 19:117-129.
- SPLINTER, W.E. 1968. Electrostatic Charging of Agricultural Sprays. *Transactions of the ASAE*, 11(4): 491-495.
- TAYLOR, W.A., 1981. Controlled Droplet Application of Herbicides. *Outlook on Agriculture*, 10(7):333-336.
- TAYLOR, W.A., ANDERSEN, P.G. and S. COOPER, 1989. The Use of Air Assistance in a Field Crop Sprayer to Reduce Drift and Modify Drop Trajectories. *Proceedings Brighton Crop Protection Conference-Weeds*, 631-639.
- THREADGILL, E.D. and D.B. SMITH, 1975. Effects of Physical and Meteorological Parameters on the Drift of Controlled-Size Droplets. *Transactions of the ASAE* 18(1): 51-56.

- TOROS, S. ve S. MADEN, 1991. Tanımsal Savaşım Yöntem ve İlaçları. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: 1222. Ders Kitabı: 352. Ankara, 332 s.
- TUNALIGİL, B.G., 1971. Ziraat Mücadele Vasıtaları. Ankara Univ. Ziraat Fakültesi Yayınları No. 450. Ankara.
- TUNALIGİL, B.G., 1974. Çeşitli Tip Yerli Püverizatör Memelerinin Püverzasyon Değerleri Üzerinde Bir Araştırma. Ankara Univ. Ziraat Fakültesi Yayınları No. 450. Ankara.
- TURNER, C.R. and K.A. HUNTINGTON, 1970. The Use of a Water Sensitive Dye for the Detection and Assessment of Small Droplets. Journal of Agricultural Engineering Research, 15(4): 385-387.
- ÜNSAL, Y. ve Y. ZEREN, 1988. Fümigasyon İlkeleri, Uygulama Teknikleri ve Türkiye'de Fümigasyon Uygulamaları. Tanımsal Mekanizasyon 11. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, Erzurum, 259-268.
- WATSON, D.G. and R.L. WOLF, 1985. Air Carrier Technique for Row Crop Spraying Applications. Transactions of the ASAE, 28(5): 1445-1448.
- WILLS, G.D., 1981. Developments in Post - Emergence Herbicide Applicators. Outlook on Agriculture, 10(7) : 337-341.
- WOLAK, J.F., 1989. Pesticide Application Accuracy Survey in South Carolina. Applied Engineering in Agriculture, Vol. 5(4): 541-516.
- WILKINSON, R.H., 1994. Chemical Applications in Agriculture. North Central Regional Extension Publication, NCR 520, USA.
- YAĞCIOĞLU, K., 1983. Bitki Koruma Makinaları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 508, Bornova, İzmir.
- YATES, W.E., AKESSON, N.B. and D. BAYER, 1976. Effects of Spray Adjuvants on Drift Hazards. Transactions of the ASAE, 19(1): 41-46.
- YOUNG, B.W. 1991. A Method for Assessing the Drift Potential of Hydraulic Nozzle Spray Clouds, and the Effect of Air Assistance. BCPC/AAB Symposium on Air-Assisted Spraying in Crop Protection, UK, p.77-86.
- ZEREN, Y. 1974. Mekanik Püverizatörlerle Kullanılan Konik ve Yelpaze Hüzmeli Memelerde Dağılım ve Püverzasyon Karakteristikleri Üzerinde Bir Araştırma. Ç.O. Ziraat Fakültesi, Doktora Tezi (yayınlanmamış); Adana.
- ZEREN, Y., 1977. Tanımsal Savaşım Uygulamalarında Karşılaılan Başlıca Sonuçlar ve Püverizatör İlerleme Hızı ile Verdisi Arasında Doğrusal Oran Sağlayan Düzenler. Tanımsal Mekanizasyon Semineri, İzmir.

- ZEREN, Y., 1985. Yerden Yapılan İlaçlamada Kullanılan Tecnoma Yapımı Döner Diskli Merme (Girojet) Üzerinde Bir Araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 9. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, Adana, 280-294.
- ZEREN, Y. ve A. BAYAT, 1995. Tarımsal Savaş Mekanizasyonu. Ç.O. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 108, Ders Kitapları Yayın No: 27, Adana, 351-s.
- ZUCKER, A. and N. ZAMIR, 1964. Air Carrier Sprayers for Cotton. Journal of Agricultural Engineering Research, 9: 188-193.

İNDEKS

Aerosol, 25
Aksiyal fanlar, 170
Aktif kontrolü bum askı sistemi, 99
Akut zehirlilik, 12
Alternatif hareketli pompalar, 85, 86
Antijenler, 8
Antikorlar, 8
Arabalı tozlayıcılar, 218
Aritmetik ortalama çap, 26, 27
Askı sistemleri
Asma tip tozlayıcı, 223
Atmosferik basınçla füygasyon, 223
Atmosferik kararlılık, 57
Aşınma, 151
Aşınmayı atkileyen faktörler, 152
Aynalı (çarpmalı) tip memeler, 120

B

Bant ilaçlama, 122
Basınç enerjili memeler, 109
Basınçlı kutu (sprey) memeler, 127
Basınç regülatörü, 87
Biyolojik etkinlik, 18, 21
Biyolojik savaş, 4, 5
Biyoteknik savaş, 4, 6
Boru ve hortumlar, 89
Buharlaşma, 54
Buharlaşmayı önleyiciler, 8
Buharla toprak sterilizasyonu, 223
Bum genişliği, 101
Bumlu dağıtıma bağlı tozlatıcı, 215
Bum yükseliği, 97
Büyük tip sisleyiciler, 194
Bum titreşimleri, 98

C

Cilalı Kağıtlar, 39

Ç

Çadır altında füygasyon, 223
Çalışma basınıcı, 31, 36
Çift girdap odali meme, 116
Çift yanaklı yeipaze meme, 121
Çarpmalı memeler, 120

D

Damla büyüğü, 36, 37, 50
Damla çapı, 17, 18, 20, 21, 33, 51, 52, 137, 138
Damla çapı ölçüm yöntemleri, 37
Damla çıkış hızı, 52
Damla dejme açısı, 22, 23, 24
Damla dejme çapı, 23, 38
Damla dinlenme zamanı, 208
Damla düşme süresi, 51
Damaların hedefte tutunması, 47, 48
Damla hızı, 172
Damla karakteristik çapları, 26, 29
Damalanın gidebileceği uzaklık, 141
Damla oluşumu, 109, 110, 111, 112, 136
Damla ömeklerinin analizi, 42
Damla parçalanması, 112
Damla sıklığı, 17, 19, 20, 21
Damla spektrumu, 25, 50
Damla terminal hızı, 50, 51
Damla taşıma enerjisi, 171
Damla yükü, 206, 207
Damla yüzey alanı, 207
Deflektörler memeler, 120
Deflektör şekilleri, 216
Dejme açısı, 22, 23, 24
Depo doldurma sistemleri, 101
Depoya konulacak ilaç miktarı, 232
Dikay püskürme çubuklu sırt püverizatörü, 185
Disk çapı, 36
Disk devir sayısı, 36, 137, 138, 142

Disk yapısı, 141
Dispersiyon maddeleri, 8
Dışı pompalar, 73
Diyaframlı çek valf, 118
Doğal denge durumu, 2
Dolgu ve seyreltic maddeler, 8
Doz ayar sistemleri, 105
Döner diskli meme, 35, 141
Döner diskli püverizatör, 135, 143
Döner hareketli pompalar, 65, 72
DriftGuard meme, 122
Drift, 49, 53, 54, 55, 56, 57, 178
Durgunluk katsayısı, 57
Duyarlı kağıtlar, 39
Düşme süresi, 51

E

Effektif verdi, 68, 83
Ekonomik zarar düzeyi, 2
Ekonomik zarar eşiği, 2
Elektrik enerjili memeler, 148
Elektrikli sisleyiciler, 196
Elektriksel alan şiddeti, 206, 207
Elektriksel kuvvet, 209
Elektriksel yük kapasitesi, 207
Elektrodinamik meme, 148, 203
Elektronik konsantrasyon ayarı, 106
Elektrostatik yüklemenin esası, 200
Elektrostatik yükleme teknigi, 199
Elektrostatik yükleme yöntemleri, 200
El püverizatörleri, 191
El tipi toprak enjekktörü, 227
Emülgatörler, 8
Emülsiyonlar, 11
Enjeksiyon sistemi, 102
Entegre (tüm) savagim, 1
Etkili (aktif) madde, 8
Etkili madde enjeksiyon sistemi, 107

F

Fanlar, 168
Formülasyon, 7, 19

Fotoğrafik ölçüm yöntemi, 44
Filt pompa, 130
Filtreler, 90
Fiziko-mekanik savaş, 4, 6
Fren gücü, 82
Fümigant, 222
Fümigant enjeksiyon makinaları, 227
Fümigasyon, 222
Fümigasyon teknigi, 222
Fümigatörler

G

Gaz enerjili pnömatik memeler, 130
Genetik savaş, 4
Gerçek damla çapı, 38
Gündap odası yüksekliği, 115
Gündaplı meme, 134
Göğüs tozlayıcıları, 216
Görüntü analiz sistemi, 43
Granül uygulayıcılarının kalibrasyonu, 231

H

Hacimsel orta çap, 26
Hacimsel ortalama çap, 26, 27, 155
Harp ömekçisi, 41
Hava akımı hızı, 37
Hava akımı düzenleri, 214
Hava akımı döner diskli meme, 139
Hava akımı hidrolik pül., 161
Hava akımı püverizatörler, 179
Hava akımı santrifüj pül., 180
Hava boşluğu yoğunluğu, 207
Hava deposu, 85
Hava emişli hidrolik memeler, 129
Hava emişli memeler, 124, 126
Hava karartılık katsayısı, 57
Havanın dielektrik sabitesi, 206
Havanın taşıma kuvveti, 173
Hidrolik memeler, 109
Hidrolik memelerin kodlanması, 149
Hidrolik güç, 82

Hidrolik püplerizatörler, 158
Homojenlik katsayısi, 25, 28
Hüzme açısı, 32, 33, 97

Konik hüzmeli memeler, 35, 112
Kontak yükleme yöntemi, 203
Koruyucu örtülü meme, 188
Korona yükleme yöntemi, 201
Köpük memeleri, 129
Köpüklenmeyi önleyen maddeler, 8
Kronik zehirlilik, 11
Krome kole karlı, 39
Kuru tozlayıcı, 211

İş enerjisile çalışan memeler, 146

İç boş konik hüzmeli memeler, 113
İç dolu konik hüzmeli memeler, 113
İğne tipi hidrolik memeler, 126, 127
İkiz akışkanlı memeler, 130
İkilm koşulları, 55
İlaç deposu, 59
İlaç dağılım düzgünliği, 96, 97,
119, 154, 155
İlaçların kalıcılık durumu, 13
İlaç normu, 17, 20, 21
İlaç örtme miktarı, 97
İlaç sürüklendirmesi (drift), 49, 52
İlerleme hızıyla orantılı
verdi ayan, 104
İndüksiyon yükleme yöntemi, 202
İş genişliği, 144
İşletme basıncı, 36
İyon haraketliliği, 207

K

Kalibrasyon, 228
Kaplama oranı, 17, 21, 22, 23
Kaołamalı filmier, 39
Kaołamalı lamlar, 38
Karakteristik damla çapları, 25
Karışık akışı fan, 170
Karıştırıcı, 61
Kimyasal formülasyonun tipi, 45
Kimyasal savaş, 4, 7, 11
Kimyasal toprak sterilizasyonu, 226
Kinetik enerjili memeler, 147

Lazerli damla ölçüm yöntemi, 43, 45
Leko çapı, 38
LC₁₀, 12
LD₅₀, 12
Lifi ortamlar, 41
Low-drift memeler, 122

M

Manometre, 87
Maksimum damla yükü, 205, 209
Malvern damla ölçüm sistemi, 45
Membranlı pompalar, 70
Membranlı hava deposu, 86
Membranlı sırt püplerizatör, 182
Memeler, 108
Memelerde aşınma, 151, 153
Memelerin karakteristik özel., 148
Meme tipi ve büyüklüğü, 31, 34
Meme verdisi, 53, 115
Merkezkaç kuvvetiyle çalışan
memeler, 135
MgO yöntemi, 38
Mikrogranül uygulayıcıları, 16, 210,
219, 221
Motor egzozu sisleyici, 194
Motorlu sırt atomizörleri, 189, 190
Motorlu sırt püplerizatörler, 188, 189
Motorlu sırt tozlayıcıları, 218
Mutlak geçirgenlik, 218

N

Nemlendirici tozlayıcı, 211

O

Operatörün bilgi ve becerisi, 58
Ortalama verdi, 68
Otomatik sırt pülverizatörler, 168

P

Paletli pompalar, 76
Pasif dengeleme sistemleri, 100
Pestisit, 1, 12
Pistonlu pompalar, 66
Piston-membranlı pompalar, 71
Piston pompalı sırt pülverizatörü, 182
Pioneerli pompalar, 70
Pnömatik granül dağıtıcıları, 220
Pnömatik memeler, 130
Pnömatik pülverizatörler, 179, 180
Pompa, 64
Pompa seçimi, 79
Preparat, 7
Pülverizasyon anma adı, 25
Pülverizasyon sınıfı, 17, 21
Pülverizasyon şekli, 31, 37
Pülverizasyon karakteristikleri, 153
Pülverizasyon teknigi, 16
Pülverizatör ilerleme hızı, 58
Pülverizatörler, 16, 59, 157
Pülverizatörlerin kalibrasyonu, 229
Püskürme başlıklar, 190
Püskürme bonları, 93
Püskürme katsayısi, 174
Püskürme tabancası, 115

R

Radyal fanlar, 170
Renk maddeleri, 8
Rulolu pompalar, 74

S

Sabit basıncı verdi ayar sistemi, 103
Sabit bağlantılı askı sistemi, 99
Santrifüj memeler, 135
Santrifüj pompalar, 77
Santrifüj pülverizatörler, 180
Sauter çapı, 26, 27, 139
Sayısal orta çap, 26
Sedyeli tozlayıcılar, 217
Sıcak telli damlacık sensörü, 42
Sırt pülverizatörleri, 181
Sırt tozlayıcısı, 216
Sıvının fizikalı özellikler, 31
Sıvı zarındaki delinmeler, 111
Sis, 25
Sislerme makinaları, 192
Sislemenin yararıları, 197
Sisleme teknigi, 198
Sisleyiciler, 16, 192
Sisleyici tipleri, 192
Solventler, 8
Stabilizatörler, 8
Suya duyarlı kağıt, 40
Sürüklilik mesafesi, 56
Süpansiyonlar, 11
Süzgeçler, 90

T

Tanımsal savaş, 1
Tanımsal savaş ilaçları, 7, 9, 14
Tanımsal savaş makinaları, 2, 7, 16
Tanımsal savaş yöntemleri, 4
Teorik verdi, 68, 83
Teorik hava verdisi, 173, 175, 176
Tepe aparatlı bahçe
pülverizatörü, 168
Tekdüzelik katsayısi, 25, 28
Termik sisleyici, 193
Terminal hiz, 51
Titreşimli meme, 147
Toplam verim, 83
Toprak enjektörleri, 16
Toprak sterilizasyonu, 222, 223
Tozlayıcılar, 16, 210, 211

Tozlayıcıların parçaları, 212
TurboDrop meme, 124, 125
Turbo Flood meme, 123, 124
Turbo Tee-Jet meme, 123, 124
Tüm (entegre) savaş, 4
Türbin pompaları, 78

U

ULV uygulamaları, 17
Uygulama yöntemi, 55

V

Vanalar, 82
Vakum füni gasyonu, 223
Verdi, 138
Verdi artışı, 153
Verdi değişimi, 188
Verdi ve doz ayar sistemleri, 103
Viskozite, 32, 33
Volumetrik pompa, 65
Volumetrik verim, 68, 63

Yana hızlı yelpaze memeler, 122

Yapıştırıcı maddeler, 8
Yaprak alan indeksi, 18
Yaprak yüzeyleri, 40
Yararlı eşitlikler, 233
Yardımcı hava akımlı tarla pül., 161
Yardımcı hava akımlı bahçe pül., 161
Yardımcı hava akımının
yararları, 177

Yanır yelpaze hızlı meme, 117
Yarı volumetrik pompa, 65
Yatay bantlı sirt pülverizatörü, 184
Yatay sürüklendirme mesafesi, 52
Yayılma faktörü, 38
Yelpaze hızlı meme, 35, 117
Yerçekimi kuvveti, 209
Yükleme süresi, 207
Yüksek hızlı fotoğraflama, 44
Yüzey gerilimi, 23, 33, 208
Yüzey gerilimini azaltan
maddeler, 8
Yüzeysel ortaların çapı, 26, 27

Y

ISBN: 975-482-574-2