

A.Ü. ZİRAAT FAKÜLTESİ  
TARIM MAKİNALARI VE TEKNOLOJİLERİ  
MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ  
BİTKİ KORUMA MAKİNELERİ

Doç. Dr. Necati Çetin

1



# KAYNAKLAR

**Bitki Koruma Makinaları**

(Prof. Dr. İbrahim ÇİLİNGİR – Prof. Dr. Ergin DURSUN)

**Tarımsal Savaş Mekanizasyonu**

(Prof. Dr. Yusuf ZEREN – Prof. Dr. Ali BAYAT)

**Bitki Koruma Makinaları Ders Notları**

(Prof. Dr. Bahadır SAYINCI)

**Belirtilen İnternet Kaynakları**

necati.cetin@ankara.edu.tr  
necaticetin1990@gmail.com

## Tarımsal Savaş Mekanizasyonu

Tarımsal ürünlerin üretimlerini ve verimlerini sınırlayan etmenlere karşı kullanılacak çeşitli yöntemlerin birbirini tamamlayacak şekilde ve ekosistemin dengesini bozmayacak şekilde uygulanmasına 'tarımsal savaş mekanizasyonu' denir.

## Tarımsal Savaş Yöntemleri

(1) Islah	Hastalık ve zararlılara karşı dayanıklı çeşitlerin kullanılması
(2) Kültürel önlemler	Hastalıklı tohumların kullanılmaması, ekim nöbetinin yapılması, çapalama zamanı ve gübre normlarına uyulması, toprak işlemenin uygun bir şekilde yapılması, uygun bir tohum yatağının hazırlanması, dikim ve bakım işlemlerinin zamanında yapılması
(3) Biyolojik mücadele	Bir zararlının diğer bir zararlı etmen tarafından yok edilmesidir. Bu mücadelede hayvanlardan yararlanılıyorsa entofaj, bitkilerden yararlanılıyorsa fitofaj adı verilir.
(4) Alternatif mücadele	(a) Uzaklaştırıcılar (b) Cezbedici ve ışık tuzakları: Sıcaklıkla yok etme (c) Radyasyonla üremenin durdurulması (kısırlaştırma) (d) Çeşitli kimyasallarla ölü çıkış uygulamaları ve kısırlaştırma
(5) Karantina önlemleri	Muhtemel hastalık ya da zararlılarla bulaşık ürünlerin ülkeye giriş-çıkışlarının önlenmesi
(6) Fiziksel mücadele	Mekanik uygulamaları içerir. Elle toplama ve ezme, kapak ve tuzak kullanma, engel ve örtüler kullanma, ateşli silah kullanımı (domuz mücadelesi)
(7) Kimyasal mücadele	Pestisitlerin kullanımını gerektiren mücadele yöntemidir. En son başvurulması gereken yöntemdir.

## Tarımsal Savaşın Başarısı için Gerekli Unsurlar

- (1) Ekosistemdeki faunayı (zararlı türleri) tespit etmek ve gelişmeleri hakkında ayrıntılı bilgilere sahip olmak
- (2) İklim faktörleri ve mevsimlere bağlı olarak zararlıların popülasyon dalgalanmaları hakkında bilgi edinmek
- (3) Ekosistemdeki zararlı türleri, konukçuları ve bunların doğal düşmanları arasındaki ilişkileri saptamak
- (4) Ekonomik zarar eşiklerini saptamak
- (5) Kullanıcıya en uygun ilaç ve uygulama aletini kullanma imkanını sağlamak
- (6) Üreticiyi eğitmek

## **Tarımsal Savaşın Yararları**

- (1) Tarımsal üretimin ve verimin sigortasıdır.
- (2) Tarımsal üretimin kalitesini korur ve artırır.
- (3) Bakım işlemlerinde insan el emeğinin kullanılmasında tasarruf sağlar.
- (4) Üretimdeki yabancı otların yok edilmesi ile topraktaki besin elementi ve su kaybı önlenerek kültür bitkilerinin doğal gelişmelerine devam ederler.
- (5) Tarımsal Savaş Yöntemleri ile %20-30 verim artışı, %20-40 kalite artışı, %60-70 dolayında ürünün garantisi artırılır.

## Ekonomik Zarar ve Genel Denge Durumu

Ekonomik Zarar Eşiği (EZE)	Bir zararlının ekonomik zarar düzeyine erişmesini engellemek için mücadele gerektiren popülasyon yoğunluğudur.
Ekonomik Zarar Düzeyi (EZD)	Üründe ekonomik boyutta zarara yol açabilecek en düşük popülasyon yoğunluğudur.
Genel Denge Durumu (GDD)	Çevre şartlarının önemli ölçüde değişmediği hallerde bir zararlı popülasyonunun ortalama yoğunluğudur.

## Bitki Koruma İlaçları

Hastalık, zararlı ve yabancı otlara çeşitli şekillerde etki ederek öldüren veya gelişmelerini engelleyen, içinde biyolojik etkinliği olan bir etkili madde ve bazı yardımcı maddeleri taşıyan fiziksel karışıma, **'ilaç'**, **'preparat'** veya **'formülasyon'** denir.



## Etiket yönetmeliğine göre bir tarım ilacının ambalajı üzerinde bulunması gereken bilgiler

- (1) Hangi amaca yönelik olduğu (insektisit, herbisit, fungusit vs.)
- (2) İlacın ticari ismi
- (3) Etkili madde cinsi ve içeriği
- (4) İlacın fiziksel hali (toz, ıslanabilir toz, EC, fumigant, vs.)
- (5) Dekara gr ya da  $\text{cm}^3$  olarak doz veya 100 litre suya karıştırılacak miktar
- (6) Ruhsat tarihi ve numarası
- (7) Kullanım sırasında alınması gereken özel önlemler varsa açıklaması
- (8) Kolay alev alıp almadığı
- (9)  $\text{LD}_{50}$  veya  $\text{LC}_{50}$  değeri belirtilmelidir.
- (10) Oda sıcaklığında buharlaşarak tehlikeye yol açıp açmadığı

## Bazı Terimler ve Tanımları

Doz	Birim alana atılan ya da atılması gereken ilaç miktarı (doz normu)'dır
Toksik etki	Zehir etkisi
LD <sub>50</sub>	Ağız ya da deri yoluyla deney hayvanlarına uygulandığında onların %50'sini öldüren ve vücut ağırlığının beher (kg)'i için mg olarak belirtilen dozdur (mg/kg).
LC <sub>50</sub>	Solunum yoluyla etkili ilaçlar için kullanılır. 4 saatlik bir solunum süresinde deney hayvanlarının %50'sini öldüren doz olup, m <sup>3</sup> hava içinde mg olarak ifade edilir (mg/m <sup>3</sup> .hava).

Bir bitki koruma ilacının LD<sub>50</sub> değeri ne denli küçükse, ilaç o kadar zehirli ve tehlikelidir.

## Bitki Koruma Makinalarının Sınıflandırılması

<b>(1) Pülverizatörler</b>	Etkili madde sıvı bir taşıyıcı içinde damlalar şeklinde hedefe iletiliyorsa, bu tip tarımsal savaş araçlarına denir.
<b>(2) Tozlayıcılar</b>	Etkili madde katı parçacıklar şeklindeki toz materyale emdirilmiş olarak hedefe iletiliyorsa bu tip bitki koruma makinalarına denir.
<b>(3) Mikrogranüle Uygulayıcıları</b>	Etkili madde mikrogranüller içinde toprak yüzeyine dağıtılıyor ya da toprak içine gömülüyor ise bu makinalara denir.
<b>(4) Toprak Enjektörleri ve Toprak Sterilizatörleri</b>	Basınç altında iken sıvı halde bulunan etkili madde, toprak içine enjekte edilerek uygulanıyor ise bu tip bitki koruma makinalarına <b>'Toprak Enjektörleri (elle çalıştırılan)'</b> veya <b>kimyasal toprak sterilizatörleri'</b> (traktöre asılır, çekilir ya da gömücü ayakları bıçak keski şeklinde olan uygulama makinaları) denir.
<b>(5) Fümigatuvarlar veya Fümigasyon Çadırları</b>	Etkili madde kapalı bir tesis içinde veya uygun bir çadır altında gaz şeklinde hedefe iletiliyorsa bunlara denir.
<b>(6) Sisleyici</b>	Sıvı ilacı ısı enerjisi etkisiyle sis halinde (15-30 um damla büyüklüğünde) parçalayıp uygulayan makinalara denir.

## Pülverizasyon

### Pülverizasyon = Püskürtme

Sıvının damlalar şeklinde parçalanmasına «pülverizasyon» denir. Bu işlemi gerçekleştiren bitki koruma makinalarına pülverizatör ya da püskürtücü adı verilir.

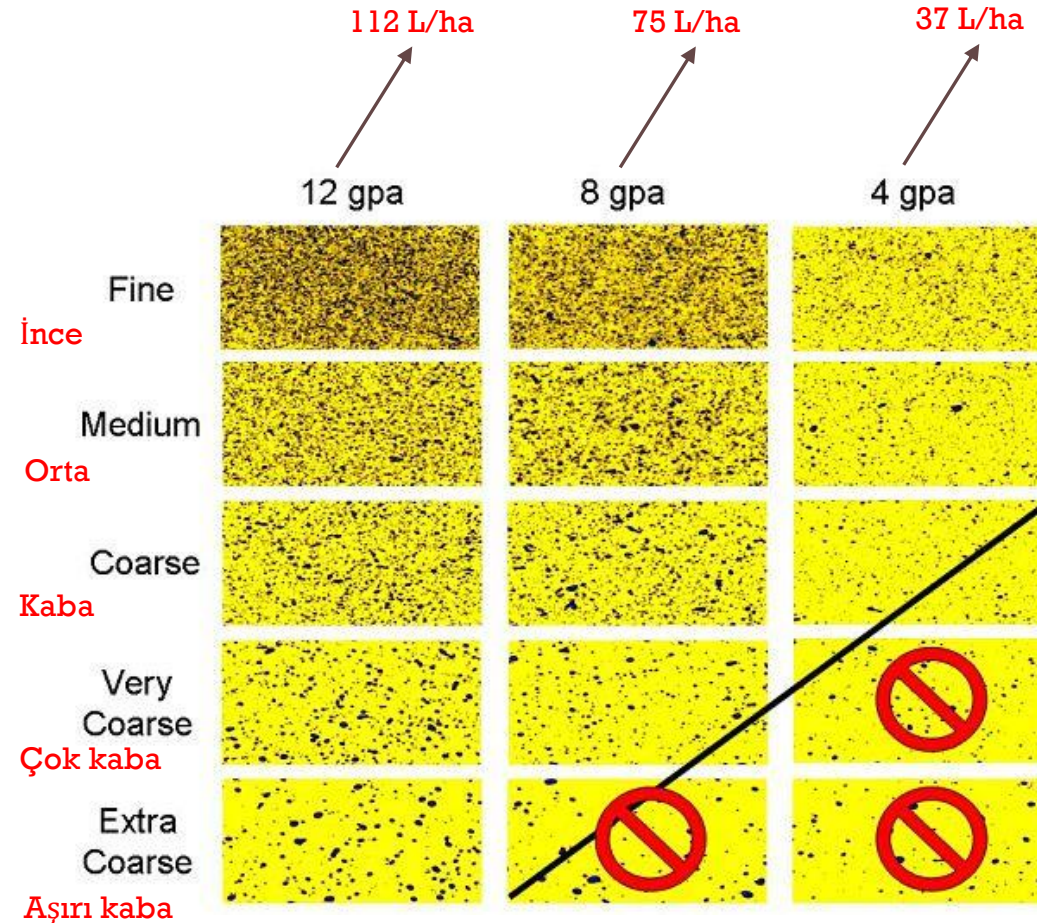
Pülverizasyon sonucunda damla sayısı fazla olursa ilacın bitki üzerine daha fazla yayılması sağlanır. Yani, damlalar daha geniş bir alanda yayılarak hedef yüzeyin daha homojen kaplanmasını sağlar.

Sabit uygulama hacminde damla çapı arttığında yüzey kaplama oranı azalır.

Aynı çaplı damlarda uygulama hacmi arttığında yüzey kaplama oranı artar.

1 gallon = 3,785 litre  
1 acre = 0,4047 hektar

1 gallon/acre = 9,35 litre/hektar



## Pülverizasyonda Damla Yoğunluğu

---

**Damla Yoğunluğu (Sayısı)** Birim alana düşen damla sayısıdır. Birimi, adet/cm<sup>2</sup>

---

$$n = 19,1 \left( \frac{100}{D_v} \right)^3 \cdot N$$

n : Damla yoğunluğu (damla sayısı), adet/cm<sup>2</sup>

D<sub>v</sub> : hacimsel ortanca çap (Volumetric Median Diameter), µm

N : uygulama hacmi (uygulama normu), l/ha

## Problem:

Bir sırt pülverizatörüyle 375 l/ha uygulama hacminde ilaçlama yapılmaktadır. Uygulamada pülverizasyon sonucu ölçülen damlaların hacimsel ortanca çapı 220  $\mu\text{m}$  olduğuna göre birim alana düşen damla sayısını hesaplayınız.

N : 375 l/ha

$D_v$  : 220  $\mu\text{m}$

n : ?

$$n = 19,1 \left( \frac{100}{D_v} \right)^3 \cdot N$$

$$n = 19,1 \left( \frac{100}{D_v} \right)^3 \cdot N = 19,1 \left( \frac{100}{220} \right)^3 \cdot 375 = \mathbf{673 \text{ adet/cm}^2}$$

## Yeterli etkinlik sağlanabilmesi için birim yüzeye düşmesi istenen minimum damla sayıları

Formülasyon	Damla Yoğunluğu (adet/cm <sup>2</sup> )
Pre-emergence herbisit	20-40
Kök sistemine etkili herbisit	50
Kontak etkili post-emergence herbisit	50-70
Kontak etkili fungusit	50-70
Sistemik etkili fungusit	20-30
Sistemik etkili insektisit	20-30
Kontak etkili insektisit	50



## Problem:

Kontak etkili bir insektisit ile bir  $\text{cm}^2$ 'lik bir yüzeye minimum 50 adet damlanın düşmesi gerektiğine göre  $250 \mu\text{m}$ 'lik (hacimsel ortanca çap) damlalar üreten pompalı bir sırt pülverizatörünün uygulama hacmi (normu) minimum ne kadar olmalıdır?

VMD :  $250 \mu\text{m}$

n : 50 adet/ $\text{cm}^2$

N : ?

$$n = 19,1 \left( \frac{100}{D_v} \right)^3 \cdot N$$

$$50 = 19,1 \left( \frac{100}{250} \right)^3 \cdot N$$

$$\mathbf{N = 40,9 \text{ l/ha}}$$

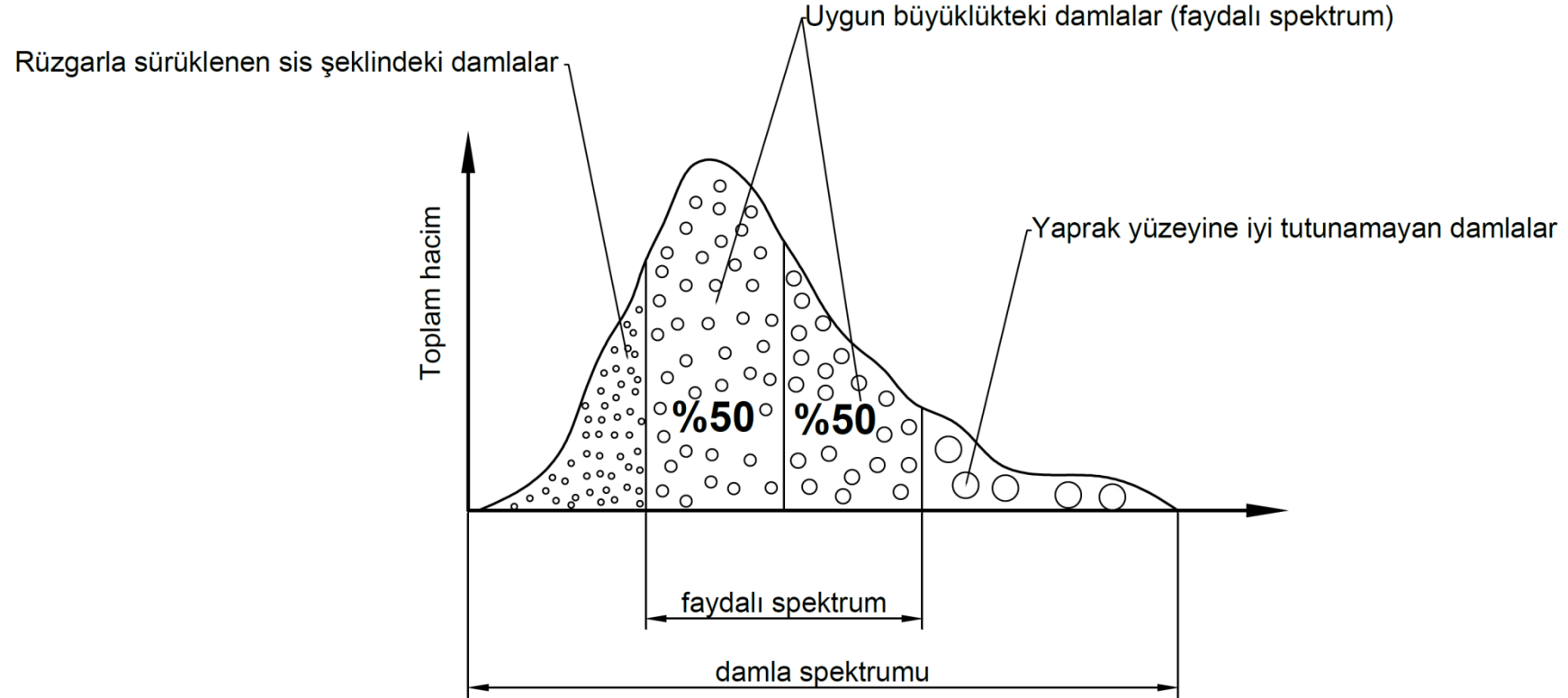
## Pülverizasyonda Damla Çapı

Yeterli biyolojik etkinliğin sağlanabilmesi için yapılan uygulama sonucu yüzey üzerinde yeterli sayıda ve uygun çapta damla bulunması gerekmektedir. Uygulamanın cinsine göre en uygun (optimum) damla çapları **Çizelge 1**'de verilmiştir.

### Çizelge 1. Çeşitli uygulamalar için optimum damla çapları

İlacın iletileceği hedef	Damla çapları ( $\mu\text{m}$ )
Uçan böceklere karşı (insektisit)	10-50
Yaprak üzerindeki böceklere karşı (insektisit)	30-50
Yaprak ilaçlaması (fungusit)	40-100
Toprak ilaçlaması (herbisit)	250-500

# Pülverizasyonda Damla Dağılımı (Damla Spektrumu)



## Küçük çaplı damlalar;

- 1) Rüzgar nedeniyle sürüklendiklerinden hedef dışına taşınırlar.
- 2) Sürüklenme sonucu çevre kirliliğine neden olurlar.
- 3) Sıcaklık nedeniyle buharlaşarak kayba uğrarlar.
- 4) Küçük çaplı damlaların terminal hızları daha düşüktür.

(Terminal Hız: sakin bir ortamda damlanın serbest düşmesi sırasında, damlaya etki eden yerçekimi kuvveti ve havanın kaldırma kuvvetinin birbirini dengeledikleri andaki damla hızıdır. Damla bu sabit hızla ivmesiz olarak hareketine devam eder).

- 4) Yüzey kaplama oranı yüksektir.
- 5) Kapalı alan (ev, sera, depo vs.) ilaçlamasında kullanımları uygundur.
- 6) Yüzeyde tutunma özellikleri yüksektir.
- 7) Tarla ilaçlamasında etkili maddenin yaprak altına taşınmasını sağlayarak biyolojik etkinliğin artmasını sağlarlar.
- 8) Zararlılar ile mücadelede yüksek biyolojik etkinlik sağlarlar.

## Büyük çaplı damlalar;

- 1) Yüzeyde tutunma kabiliyeti azdır.
- 2) Yüzey kaplama oranı düşüktür.
- 3) Damlaların yaprak altına taşınma kabiliyetleri düşüktür.
- 4) Uzak mesafelere taşınabilirler. Bu nedenle bahçe ilaçlaması için uygundur.
- 5) Rüzgar nedeniyle oluşan sürüklenme düzeyi oldukça azdır.
- 6) Sıcaklığın neden olduğu buharlaşma oranı büyük çaplı damlalarda düşük olduğundan etkili maddenin hedefe taşınmasını sağlarlar.

**Önemli Not:** Sulandırılarak uygulanan formülasyonlarda ULV formülasyonları, pülverizasyon sonrası aynı davranışı göstermezler. Sulandırılmış ilaçlar daha hızlı buharlaşırken, ULV ilaçlarının buharlaşma hızları daha düşüktür.

## Damla Karakteristik Çapına göre Pülverizasyonların Sınıflandırılması

[Bu sınıflandırma tüm bitki koruma makinaları (sisleyici, ULV aletleri, tarla ve bahçe pülverizatörleri, el-omuz ve sırtta taşınır pülverizatörler, yardımcı hava akımlı pülverizatörler) için yapılmıştır]

Pülverizasyon Anma Adı (Damla Kategorileri)	Hacimsel Ortanca Çap (VMD, $\mu\text{m}$ )
Sis	10-30
Aerosol	31-50
Çok ince yapılı pülverizasyon	51-100
İnce yapılı pülverizasyon	101-200
Orta yapılı pülverizasyon	201-400
Kaba yapılı pülverizasyon	> 400

## ABD'de tarla ve bahçe pülverizatörlerinde kullanılan memelere ait damla karakteristiklerinin renklere göre sınıflandırılması

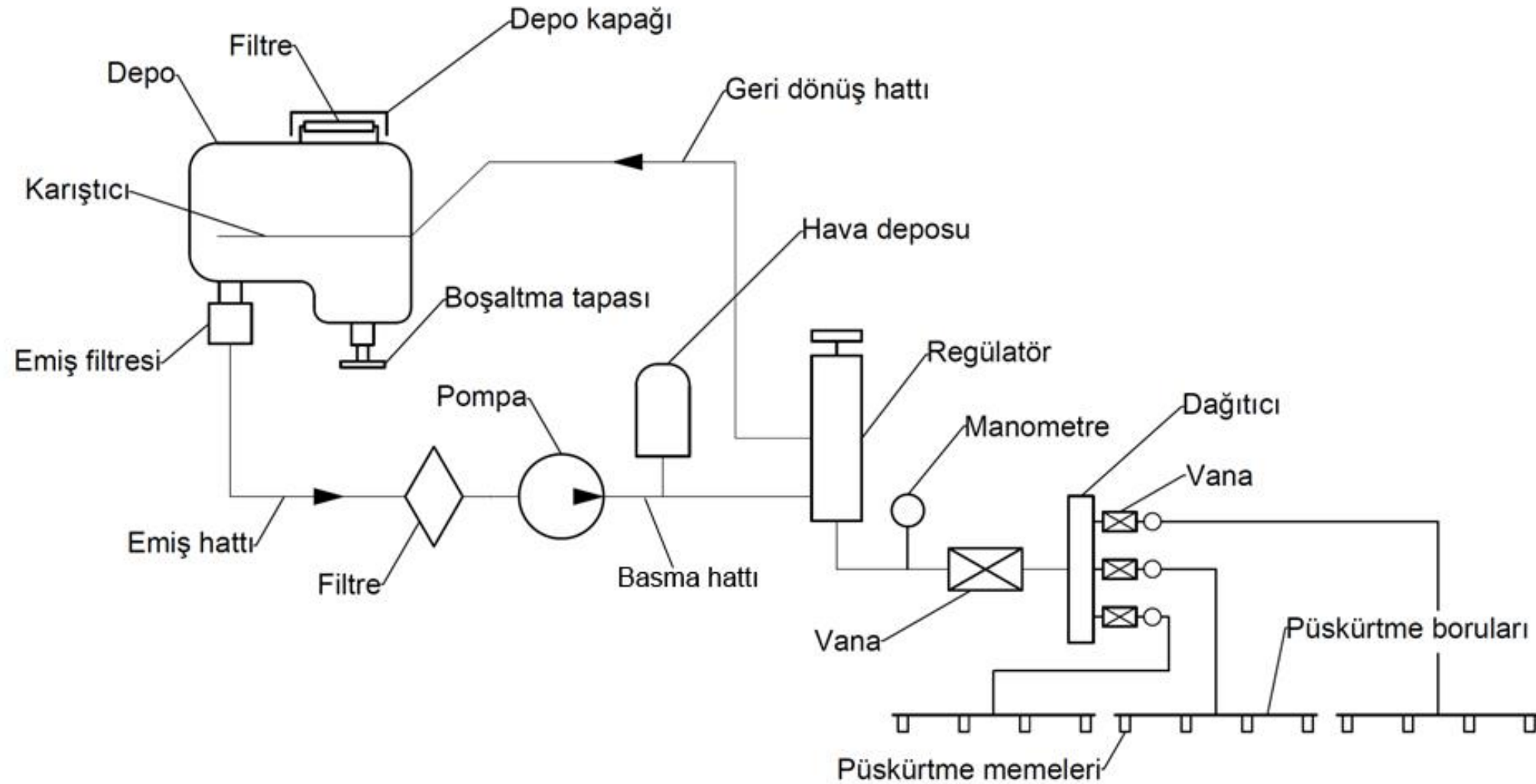
(Türkiye'de böyle bir sınıflandırma yok !!)

Pülverizasyon Anma Adı (Damla Kategorileri)	Sembol	Renk	Hacimsel Ortanca Çap (VMD, $\mu\text{m}$ )
Çok ince	VF (Very fine)	Kırmızı	< 100
İnce	F (Fine)	Turuncu	100-175
Orta yapılı	M (Medium)	Sarı	175-250
Kaba yapılı	C (Coarse)	Mavi	250-375
Çok kaba yapılı	VC (Very Coarse)	Yeşil	375-450
Aşırı kaba yapılı	XC (Extremely Coarse)	Beyaz	> 450





## Tarla Pülverizatörünün Şematik Şekli (Donanımlar)





Meme debisi kontrolünde her meme için belirlenen debi değerleri için kabul edilebilir oran  $\pm\%10$ 'dur. Bu sınırların dışında kalan memeler yenileriyle değiştirilmelidir.

Aynı marka meme debisi anma (nominal) debisinden  $\pm\%15$ 'ten fazla sapma göstermemelidir.

## Weed Management



## Meme Debisi Ölçümü Örnek

İş genişliği 12 metre olan bir tarla pülverizatöründe memeler 50 cm aralıklarla dizilmiştir. Bu pülverizatörde 6,4 km/h ilerleme hızında 180 l/ha uygulama hacminde ilaçlama yapılmak istenmektedir. Kullanılan memenin tipi yelpaze hüzmeli olup, nominal ölçüsü 11002 ( $q_1 = 0,757$  l/min ve  $P_1 = 2.76$  bar)'dir.

(a) Bu pülverizatörde istenen işletme koşullarında ilaçlamanın yapılabilmesi için püskürtme basıncı ne olmalıdır?

b) Pülverizatörü kalibre etmek amacıyla yapılan meme debisi kontrolünde her meme için belirlenen debi değerleri (ml/min) aşağıdaki tabloda gösterilmiştir? Değiştirilmesi gereken memeler varsa, belirleyiniz.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
930	1000	820	1020	872	985	990	1040	1115	702	800	941

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
925	875	1243	644	1025	868	850	922	1010	1015	1200	1247



$$Q = \frac{B \cdot V \cdot N}{600} = \frac{12 \cdot 6,4 \cdot 180}{600} = \mathbf{23,04 \text{ l/min}}$$

$$B = m \cdot n \quad 12 = 0,5 \cdot n \quad \mathbf{n = 24 \text{ adet}}$$

$$q_2 = \frac{Q}{n} = \frac{23,04}{24} = \mathbf{0,96 \text{ l/min}}$$

11002 meme tipi için  $q_1 = \mathbf{0,757 \text{ l/min}}$  ( $P_1 = 2,76 \text{ bar}$ )

$$\frac{q_1}{q_2} = \sqrt{\frac{P_1}{P_2}} \quad \frac{0,757 \text{ l/min}}{0,960 \text{ l/min}} = \sqrt{\frac{2,76 \text{ bar}}{P_2}} \quad \mathbf{P_2 = 4,43 \text{ bar}}$$

b) Pülverizatörü kalibre etmek amacıyla yapılan meme debisi kontrolünde her meme için belirlenen debi değerleri (ml/min) aşağıdaki tabloda gösterilmiştir? Değiştirilmesi gereken memeler varsa, belirleyiniz.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
930	1000	820	1020	872	985	990	1040	1115	702	800	941

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
925	875	1243	644	1025	868	850	922	1010	1015	1200	1247

$$q_{min} = 864 \text{ ml/min} \approx q_{max} = 1056 \text{ ml/min} \quad (\mp\%10)$$



## Pülverizatörlerde Uygulama Hacimlerinin Sınıflandırılması

Uygulama	Tarla ilaçlaması	Bağ ve Bahçe ilaçlaması
Yüksek hacimli uygulama (HV)	>600 l/ha	>1000 l/ha
Orta hacimli uygulama (MV)	200-600 l/ha	500-1000 l/ha
Düşük hacimli uygulama (LV)	50-200 l/ha	200-500 l/ha
Daha düşük hacimli uygulama (VLV)	5-50 l/ha	50-200 l/ha
Çok düşük hacimli uygulama (ULV)	< 5 l/ha	<50 l/ha