

Pülverizatörlerin Ana Yapı Elemanları

- İlaç deposu
- Karıştırıcı
- Pompa
- Hava deposu
- Basınç regülatörü ve manometre
- Boru ve hortumlar
- Filtreler
- Vanalar
- Püskürtme boruları ve askı sistemleri
- Depo doldurma sistemleri
- Verdi ve doz ayar sistemleri
- Memeler

İlaç deposu

- Pülverizatörlerde kullanılan depolar püskürtülecek sıvı ilacı içinde taşıyan, ağzı süzgeçli ve kapaklı, altında boşaltma vanası ile ilacı pompaya ileten emme ağzının açıldığı cepten oluşan bir kaptır.



- Depolar başlangıçta çeşitli ahşap (meşe, gürgen vb.) ve metalik (pirinç, paslanmaz çelik) malzemelerden yapılmış ise de günümüzde kullanılan pülverizatör depoları cam elyafla takviyeli polyesterler, polietilen ve poliamid gibi plastiklerden imal edilmektedirler.
- Madeni depoların yüzeylerinin pürüzsüz olması nedeniyle, içlerinde kalan ilaç artıklarının iyi temizlenmesine uygundur. Ancak her uygulamadan sonra iyice temizlenmeleri gereklidir. Aksi halde ilaçlar korozyon etkisi nedeniyle kısa sürede kullanılamaz duruma gelirler. Madeni depoların en büyük sakıncaları ise pahalı ve ağır oluşlarıdır.

- **Polietilenden yapılan depolar**, diğerlerine göre ucuz ve yüzeyleri pürüzsüz olduğundan temizlenmeleri daha kolaydır. Ancak tamirlerinin zorluğu ve güneşten gelen mor ötesi ışıklardan etkilenerek dayanımlarını yitirmeleri en önemli sakıncalarıdır. Genellikle küçük ve orta kapasiteli (3000 litreye kadar) depolar polietilen malzemedен sıcak kalıplanarak, 3000 litreden büyük olanlar ise cam elyaf takviyeli polyesterden yapılmaktadır.
- **Polyesterden yapılan depolar**, polietilen malzemedен yapılanlara göre daha pahalıdırlar. Ancak, uzun ömürlü ve kolay tamir edilebilme gibi üstünlükleri bulunmaktadır. Ayrıca polyester depolarda depo iç yüzeyi pürüzlü olduğundan temizleme daha zordur.

Pülverizatör Depolarının Özellikleri

Madeni depolar	Polietilen depolar	Polyester depolar
Yüzeyleri pürüzsüzdür	Yüzeyleri pürüzsüzdür.	İç yüzeyleri pürüzlüdür.
İlaç artıklarını iyi temizler.	Temizlenmeleri daha kolaydır.	Temizlenmeleri zordur.
Korozyon etkisi nedeniyle her	Tamirleri zordur.	Tamirleri kolaydır.
Uygulamadan sonra iyice temizlenmelidir.	Güneşin etkisiyle dayanımları zordur.	Uzun ömürlüdürler.
Pahalıdır ve ağırdırlar.	Ucuzdurlar.	Pahalıdırlar.
	Küçük ve orta kapasiteli depolardır.	Büyük kapasiteli depolardır.

- Depoların şekli, çoğunlukla **silindirik** ve bazen de **oval** yapıdadır. Depo hacimleri, tarımsal savaş araçlarının kullanım alanı ve tipine göre değişir.



Depo hacimleri;

- El filit pompalarında 0.1-0.2 L,
- El pülverizatörlerinde 2-3 L,
- Sırtta taşınanlarda 10-20 L,
- Arabalılarda 80-100 L,
- Traktöre asma tiplerde 200-600 L,
- Çekilen tiplerde 2000 L'den de büyük hacimli depolar kullanılabilir.
- Kendi yürür pülverizatörlerde ise depo hacmi çok daha büyüktür.

Kullanım alanı ve tiplerine göre depo hacimleri

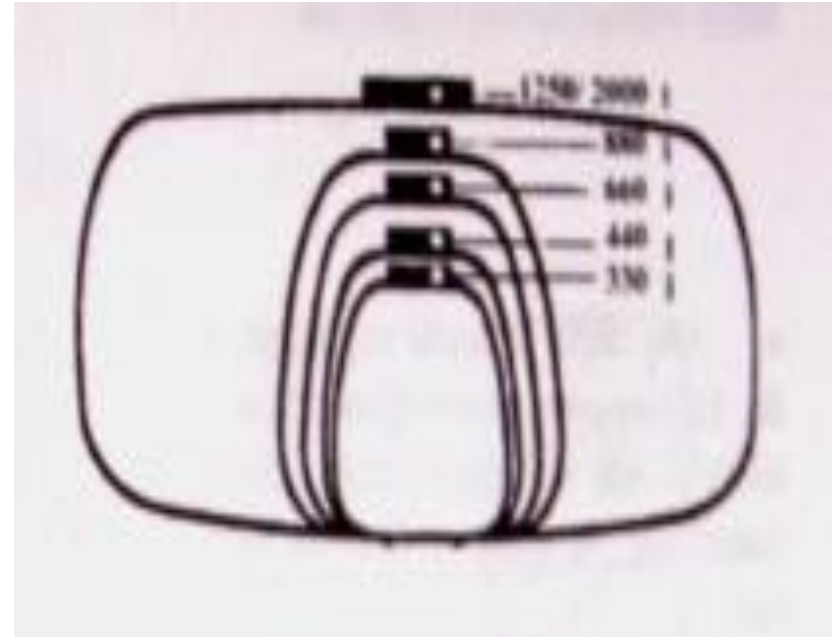
Tipi	Tarla pülverizatörleri		Hava akımlı bahçe pülverizatörleri	
	Depo hacmi (L)	İş genişliği (m)	Depo hacmi (L)	Hava verdisi (m ³ /h)
Asma aletler	400-1500	8-24	150-800	5000-60000
Yarı asma aletler	1000-4000	10-36	1000-1200	75000-95000
Çekilir aletler	1500-4000	10-36	500-3000	20000-120000
Kendi yürür makinalar	3000-4000	12-36	-	-

- Çalışma esnasında sıvı seviyesinin sürücü tarafından kolayca gözlenebilmesi için **depo üzerinde ilaçlı sıvı miktarını gösteren rakam ve işaret çizgileri** bulunur.

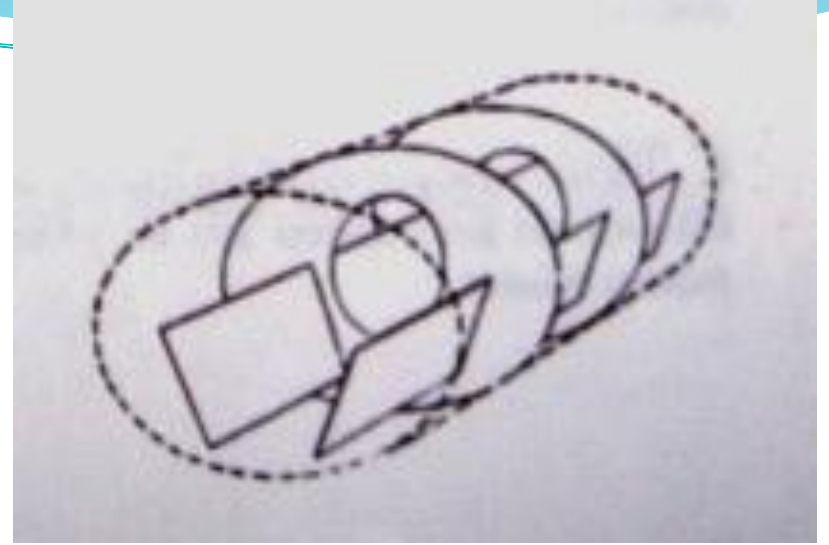


- Tarla pülverizatörlerinde her 1 m. iş genişliği için yaklaşık 100 L depo kapasitesi öngörülür.

- Depolar, depo anma hacimlerinin % 10 fazlası hacminde yapılırlar. Böylece ilacın kolay hazırlanabilmesi sağlanmaktadır.



- Büyük hacimli ilaç depolarının içinde, ilacın fazla çalkalanmasından dolayı köpürmemesi ve ayrıca eğimli alanlarda çalışma sırasında yanıl dengenin korunması amacıyla [dalgakıran](#) şeklinde perdeler bulunmaktadır.



- Depo üzerinde sıvının kolay doldurulmasını sağlayacak büyüklükte bir [doldurma ağız](#), [kapağı](#) ve [süzgeci](#) bulunur.



- Ana depo yanında veya üzerinde, kullanıcının gerektiğinde temizlik işlerinde kullanabileceği, 35-60 L. hacminde temiz su deposu bulunur.



- Pülverizatörlerin bazı tiplerinde de depo kapağına kolayca ulaşabilmek için basamak konulmuştur.



Depo içerisinde ilaçlama işleminde sonra depo iinin yıkanması için yıkama sistemi bulunmaktadır.



- 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 önler. Depo boşaltma tapası da aynı cep altında bulunduğu için, depo kolayca temizlenebilmektedir.
- Depo doldurma ağızlarında kaba ve iri yabancı parçaların depo içine girmesini önlemek amacıyla bir süzgeç bulunmaktadır. Bu süzgeçler telden örme olarak yapılmakta 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 kapakla kapatılması gerekmektedir.

- Kural olarak bütün ilaç depoları, pompaya göre daha yüksekte bulunur. Böylece, sıvı ilaç pompaya serbest halde gelmekte ve pompanın emme yükü ortadan kaldırılmaktadır.
- Depo üzerinde, sürücü yerinde kolaylıkla görülebilen ve ilaç seviyesini gösteren bir gösterge bulunmalıdır.
- Pülverizatör depoları 10-12 bar iç basınca dayanabilecek şekilde yapılmalıdır. Traktörle çalıştırılan pülverizatörlerde, depo yapımında kullanılan bazı malzemeler için önerilen et kalınlıkları çizelgede verilmiştir.

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

Karıştırıcı

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

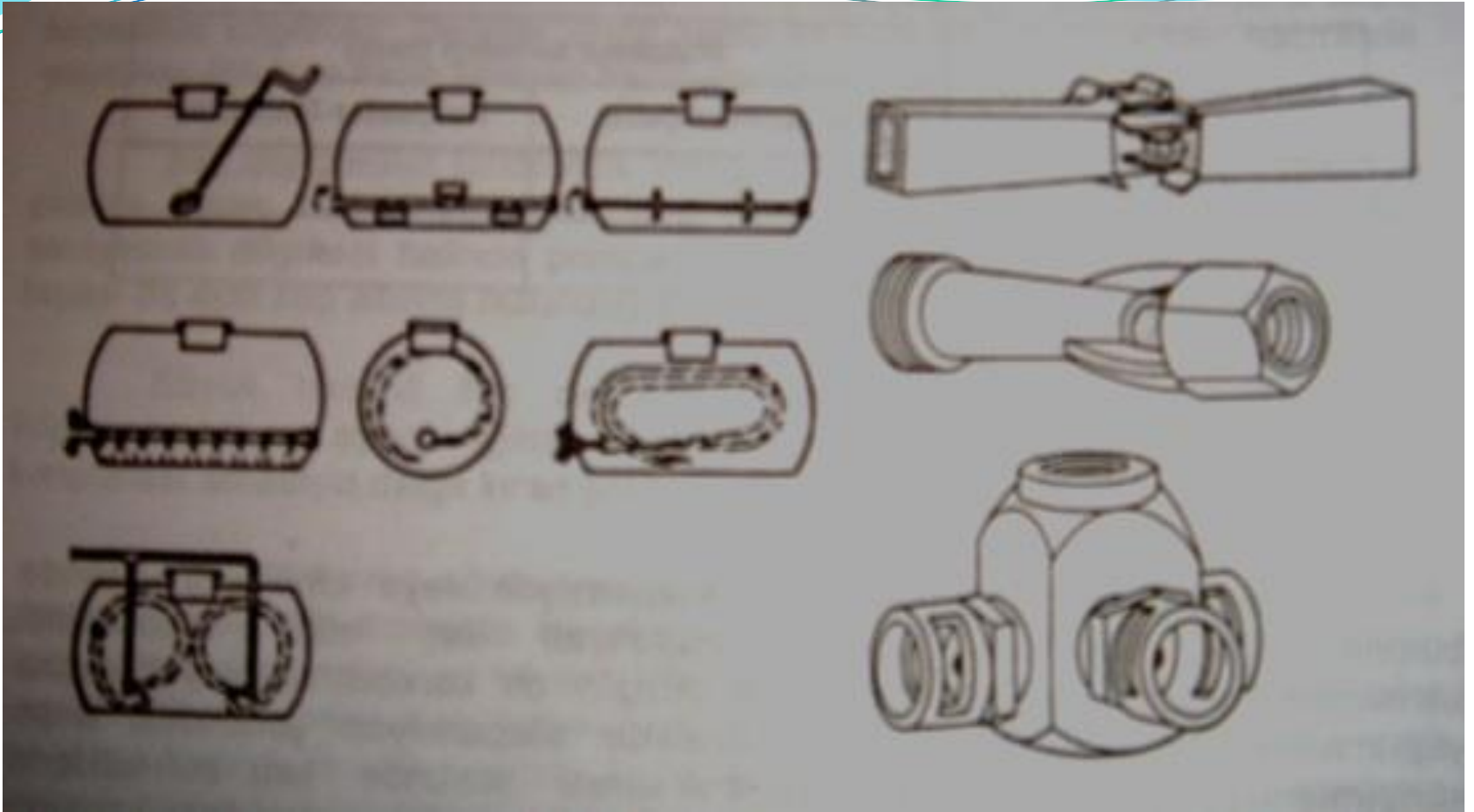
Ancak, aşırı karıştırma ile ilacın köpürmemesine de dikkat edilmelidir. Pülverizatörlerde kullanılan karıştırıcılar;

- Mekanik,
- Hidrolik,
- Pnömatik,

olmak üzere üç grupta toplanmaktadır.

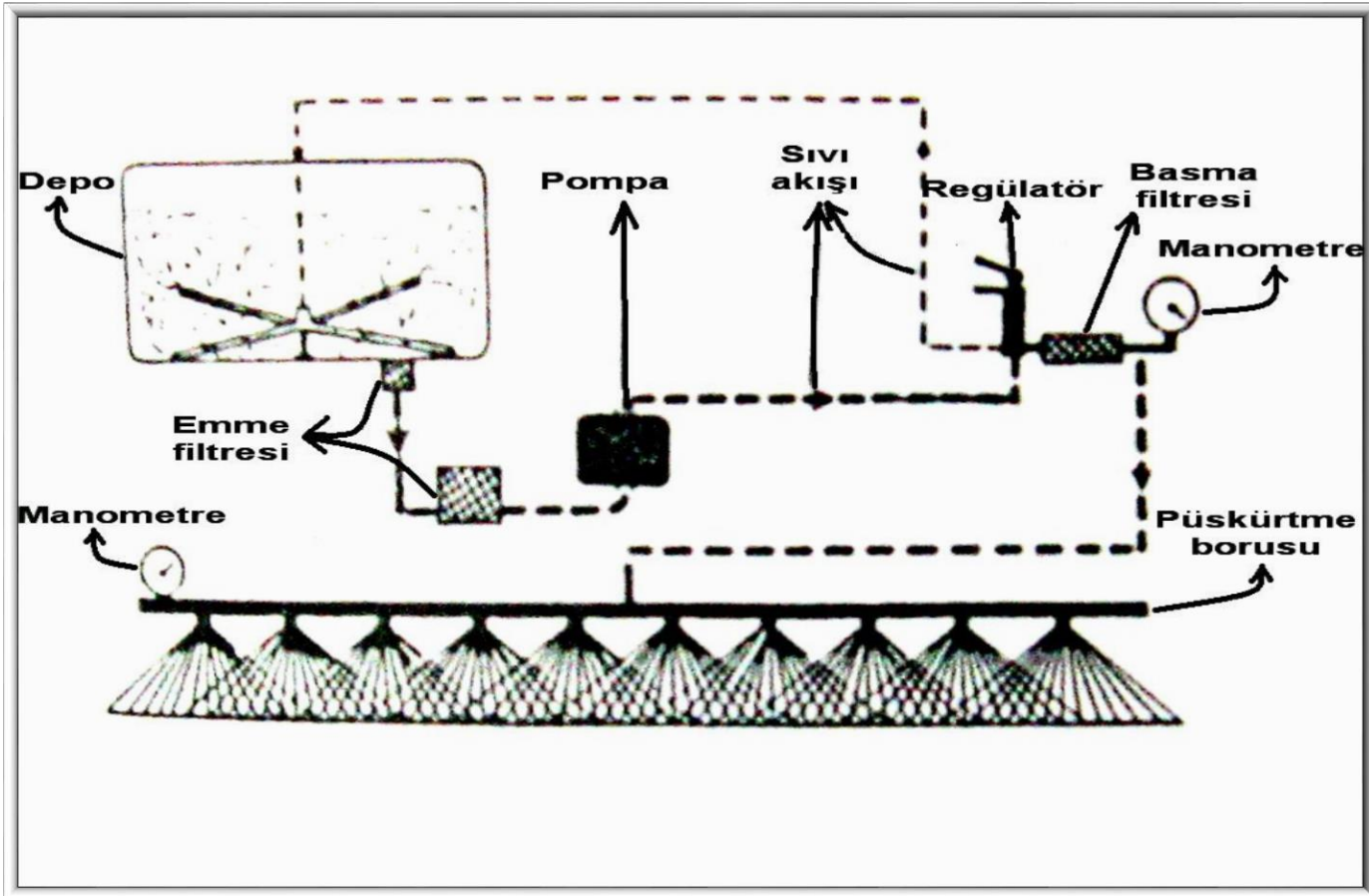
Mekanik karıştırıcılar, pompa ve meme verdilerine bağlı kalmadan etkin bir karıştırma sağlarlar. Bunlar, pistonlu veya membranlı pompaya sahip, depo kapasitesi 800 L üzerinde olan pülverizatörlerde sık kullanılırlar. Mekanik karıştırıcılar çeşitli şekillerde olabilmektedir. En çok düz kanatlı, kıvrık kanatlı, çapraz kanatlı ya da yuvarlak levhalı tipte olabilirler. Karıştırma etkinliği yönünden bu parçaların tipleri kadar depo içerisine yerleştirilme şekli de önemlidir.

- Karıştırılmayı sağlayan farklı tipteki kanatlar, genellikle dönen bir mil üzerine bağlanmakta ve bu mil depo tabanına yakın olarak yerleştirilmektedir.
- Hareketini çoğunlukla pompa milinden alan karıştırıcı mili, 100-200 1/min arasında dönererek çalışmaktadır.
- Salınımlı (sağa-sola yarım dönüş yapan) karıştırıcılarda ise mil dakikada 15-20 salınım yapmaktadır.
- Hidrolik karıştırıcılarda, ilaç deposunun dip kısmına yerleştirilen ve üzerinde delikleri bulunan bir boru içersine basınçla gönderilen sıvı depodaki sıvı ilacı karıştırmaktadır. Genellikle depo kapasitesi 600 litreden küçük olan pülverizatörlerde, pompanın bastığı sıvının bir kısmı regülatörden ayrı bir hortumla depoya geri gönderilmekte ve karıştırma işlemi gerçekleştirilmektedir.

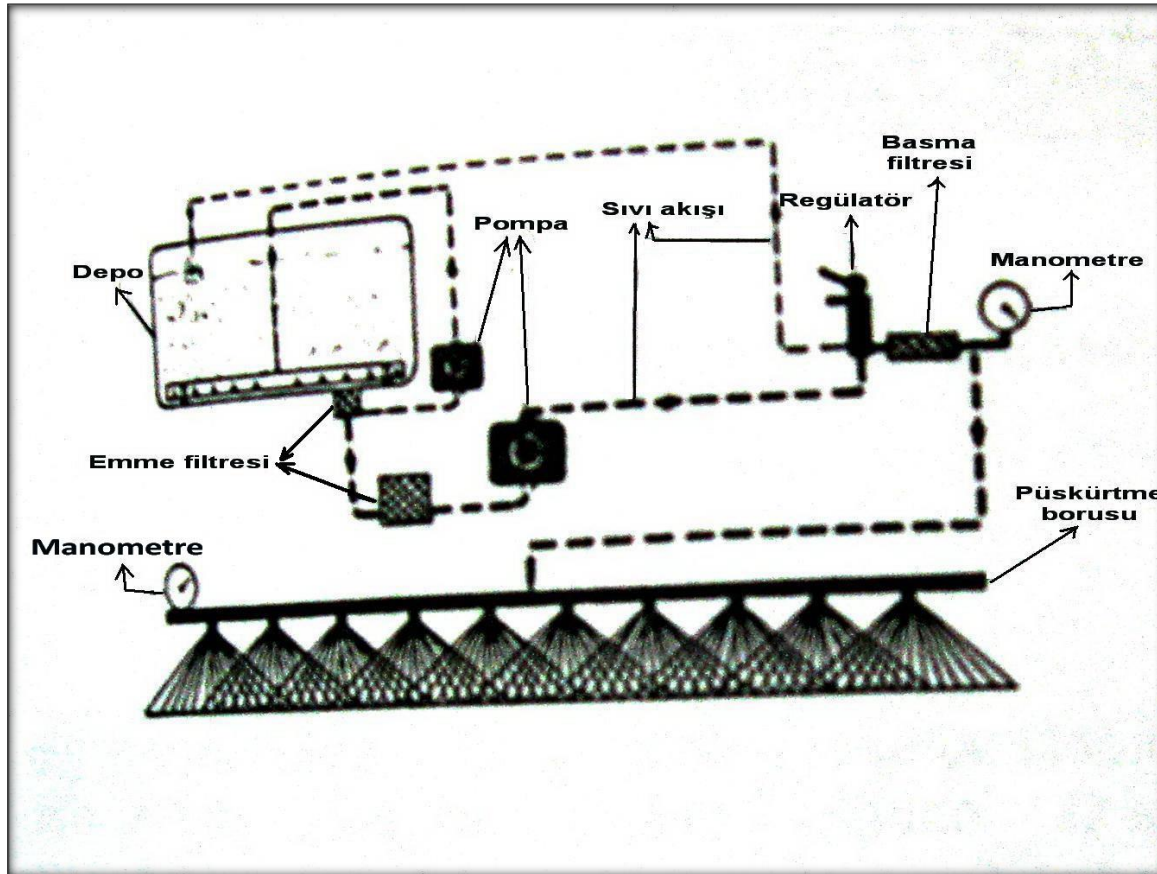


Pülverizatörlerde kullanılan çeşitli tip karıştırıcılar

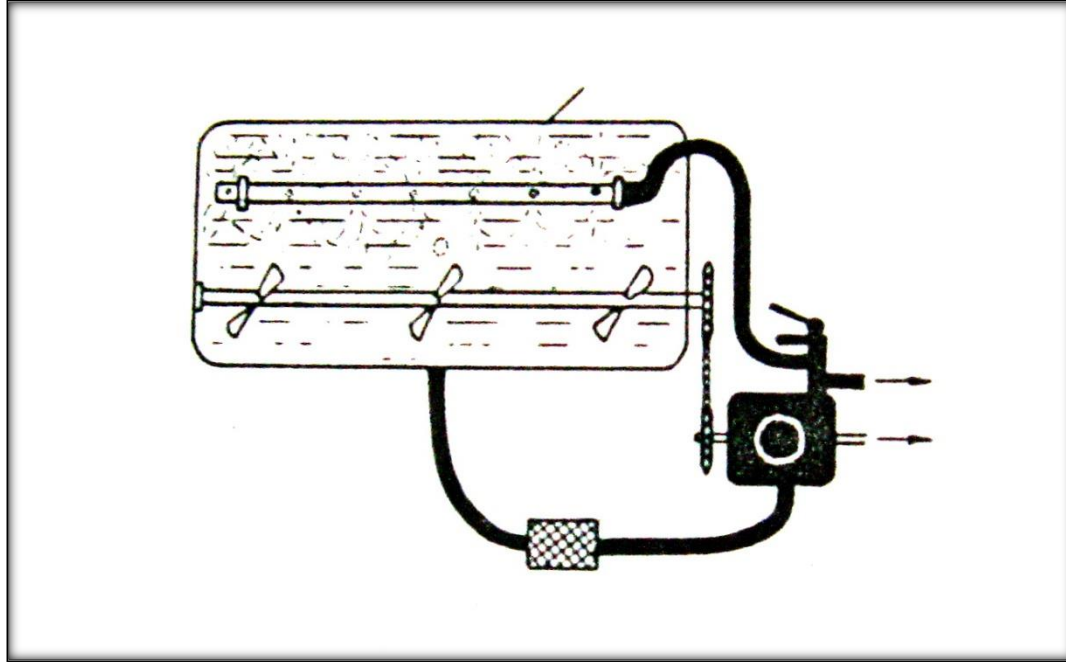
Hidrolik karıştırıcılarda iyi bir karıştırma için, karıştırıcı sıvının verdisi her 100 L depo hacmi için 3-10 L/min olacak şekilde düzenlenmelidir. Şekilde geriye dönüşlü bir hidrolik karıştırıcı düzeni görülmektedir.



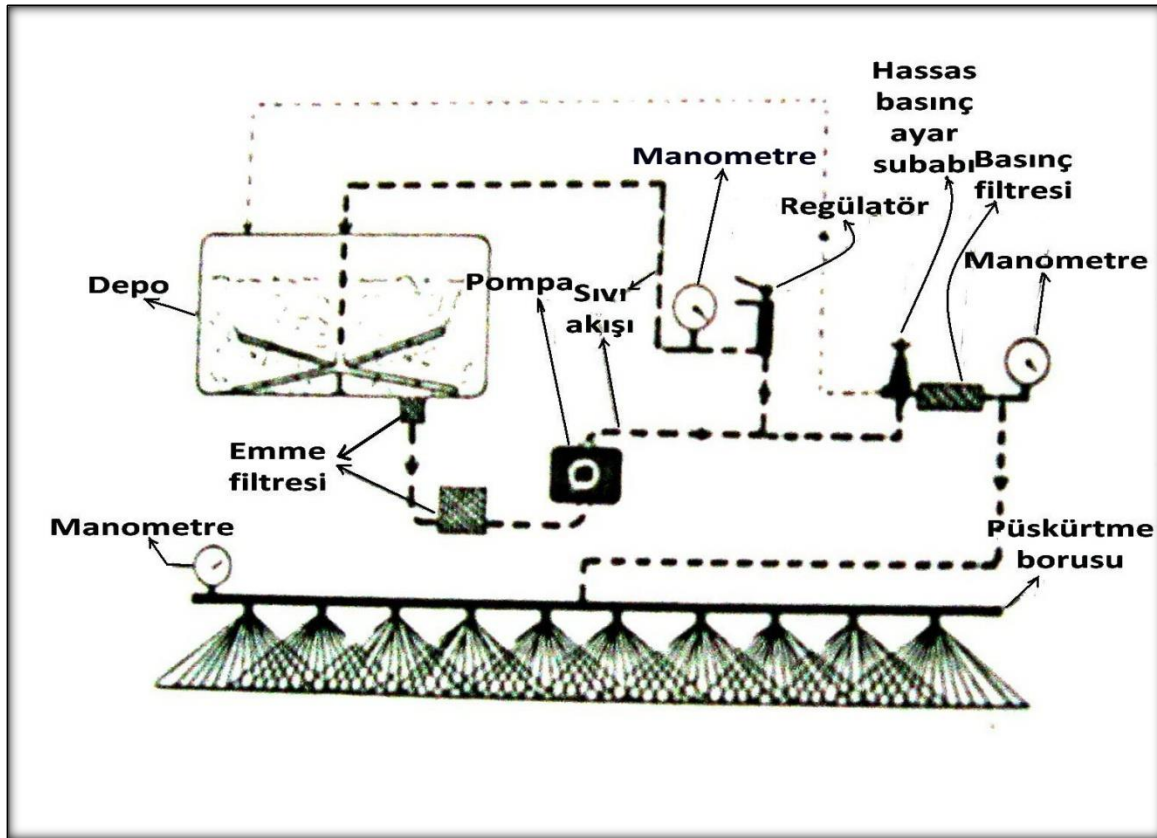
Geriyeye dönüşlü hidrolik karıştırıcıdan başka cebri tip, basıncı ayarlanabilir tip, özel pompalı ve geriyeye dönüşlü tip ile hidrolik ve mekanik kombine tip hidrolik karıştırıcılar da bulunmaktadır. Burada, ikinci bir pompa sadece karıştırma amacıyla kullanılmakta ve amaca uygun tam bir karıştırma sağlanmaktadır.



Şekilde görülen mekanik ve hidrolik karıştırıcı kombinasyonu depo büyüklüğüne bakılmaksızın kullanılabilir.



Basıncı ayarlanabilen hidrolik karıştırıcılarda karıştırmayı yapan sıvı verdisi, ikinci bir basınç ayar subabı ile ayarlanabilmektedir.



Pompa

- Pülverizatörler üzerindeki pompaların görevi, traktör kuyruk mili veya diğer bir güç kaynağından aldığı mekanik enerjiyi basınç enerjisi şeklinde sulandırılmış ilaca iletmektir.
- Sıvı, kazandığı bu basınç enerjisiyle boru hatlarında hareket etmekte ve basınç enerjisinin memede kinetik enerjiye dönüşümü ile damlalar şeklinde parçalanır, kinetik enerji taşıyan damlalar ise hedefe ulaşabilmektedir.



- Pompanın bir diğer görevi de, hidrolik karıştırıcılı pülverizatörlerde basınclandırılan bir kısım sıvıyı depoya geri yollayarak depo içindeki ilacın karıştırılması ile konsantrasyonun sabit tutulmasını sağlamaktır.
- Pompa ayrıca bir hidro enjektör yardımıyla, depo doldurma işini de sağlamaktadır.
- Depo kapasitesi 1000 L' den daha büyük bazı pülverizatörlerde ise ilacın karıştırılması ve deponun doldurulması için ikinci bir pompa kullanılmaktadır. Düşük basınc fakat yüksek verdi gerektiren bu doldurma ve karıştırma işleri için, genellikle santrifüj pompa kullanılmaktadır.

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

Pompalar, hareketli organlarının şekline göre 2 ana gruba ayrılırlar.

- 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

- **Volümetrik pompa**, milinin bir tam devrinde daima aynı miktar verdi sağlamakta ve bu verdi; pompa çalışma basıncı, sıvının özgül ağırlığı ve viskozitesinden bağımsızdır (**Pistonlu, paletli ve dişli pompalar**)
- **Yarı volümetrik pompa**, milinin her devrinde basılan ilaç miktarı, basıncın artmasıyla kısmen azalmaktadır (**Piston- membranlı ve rulolu pompalar**)
- **Santrifüj ve türbin pompalar** ise volümetrik olmayan pompalardır.

Pülverizatör pompalarının basınç ve verdiye göre sınıflandırılması

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

• Güç kaynaklarına göre pompaların sınıflandırılması:

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



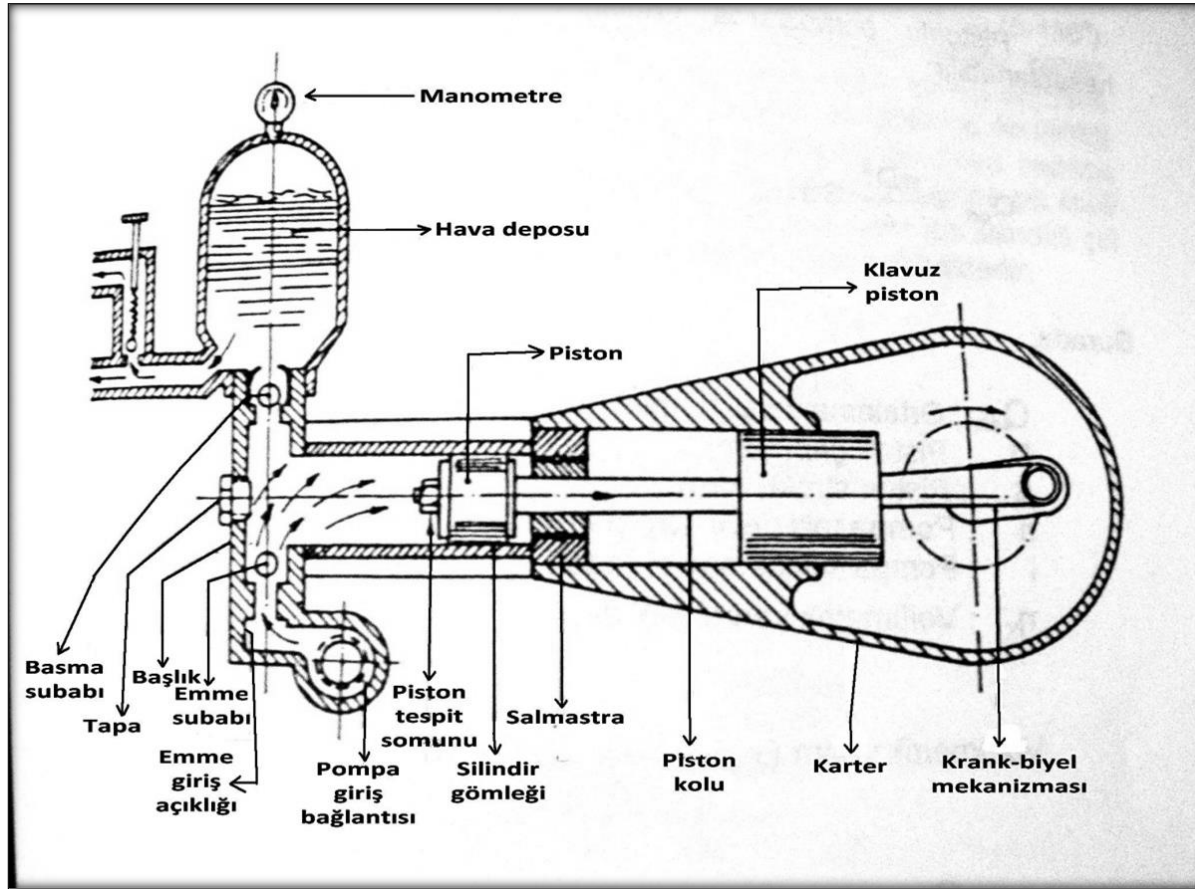
Alternatif Hareketli Pompalar

Pistonlu pompalar

- Alternatif hareketli volümetrik 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 sıvıyı, basma strokunda basınç hattına göndermektedir.



- Bir veya çok silindirli olan pompalarda pompa gövdesi döküm ya da alüminyum alaşımdan, piston ve silindir gömlekleri ise paslanmaz çelik, emaye ya da seramik kaplı çelikten yapılırlar. Bu malzemeler, paslanmaya karşı dirençli olup, aynı zamanda aşınmaya karşı koruma sağlamaktadırlar.



- **Pistonlu pompaların çalışma basınçları 100 bar ve verdileri 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 püskürtme basıncı artmaktadır.**
Pülverizatörlerde, genellikle üç silindirliden daha fazla silindirli pompalara gerek duyulmaz.

Pistonlu pülverizatör pompalarında silindir sayısına göre çalışma basınçları

Pompa silindir sayısı	1	2	3
Pompa çalışma basıncı (bar)	14-18	25-28	42-70

Pistonlu pompalarda ortalama verdi aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanabilir:

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

- Burada;
- Q_{ort} : Ortalama verdi (L/min),
- D : Piston çapı (dm),
- S : Piston stroku (dm),
- n : Pompa mili devir sayısı (1/min)
- i : Pompa silindir sayısı (adet)
- η_v : Volümetrik verim (%)’ dir.

Volümetrik verim (η_v)

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

şeklinde hesaplanmaktadır. Burada;

Q_e :Herhangi bir çalışma devrinde pompanın sağlayabileceği efektif 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 verdidir.

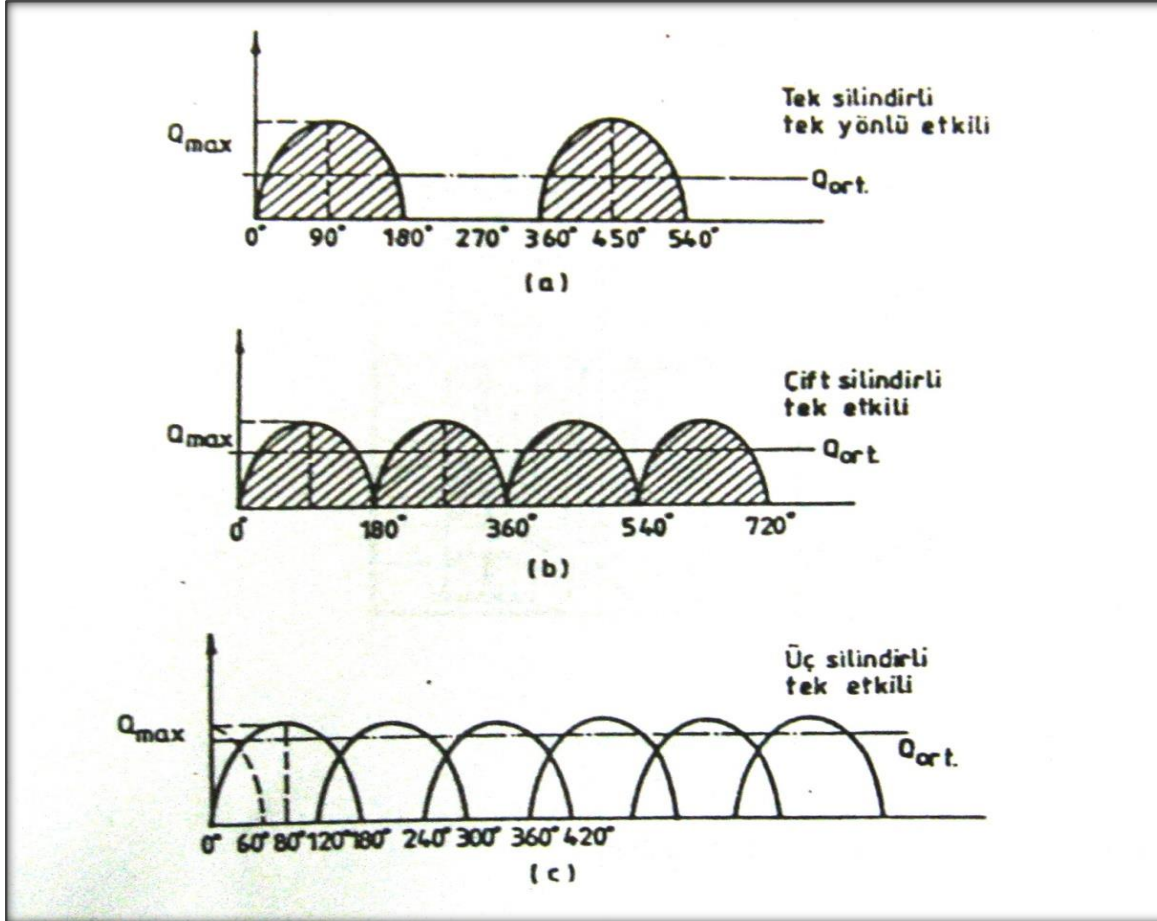
Teorik verdi ise, pompanın bir tam devrinde sağladığı verdinin (silindirlerin tam dolu olduğu varsayılarak) pompa mili dönü sayısı ile çarpımı sonucu elde edilen verdidir.

$$Q_t = Q_i \cdot n$$

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

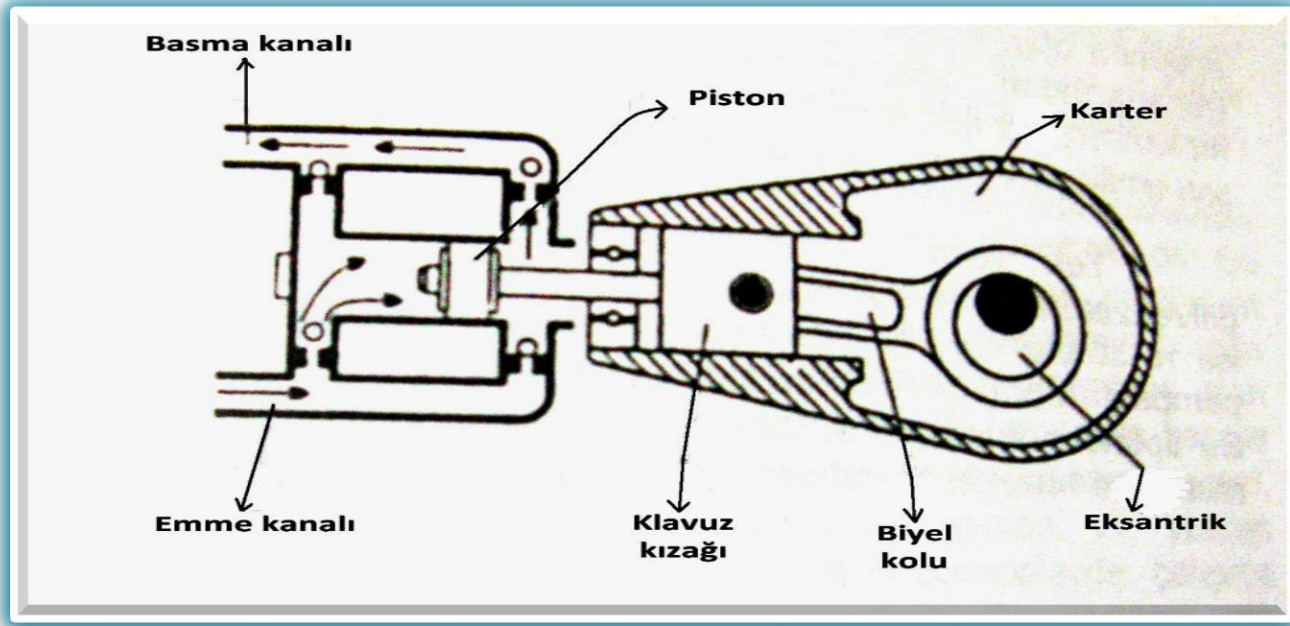
Bu eşitliklerde yer alan (Q_i) pompa milinin bir tam devrinde elde edilecek teorik veriyi belirtmektedir.

- Tek silindirli tek etkili pompalarda sıvı, krank milinin $\frac{1}{2}$ devrinde ($0-180^\circ$) depodan emilirken diğerk $\frac{1}{2}$ devrinde ($180^\circ-360^\circ$) püskürtme hattına basılır. 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.



Tek etkili pistonlu pompalarda silindir sayısına göre ortalama verdi

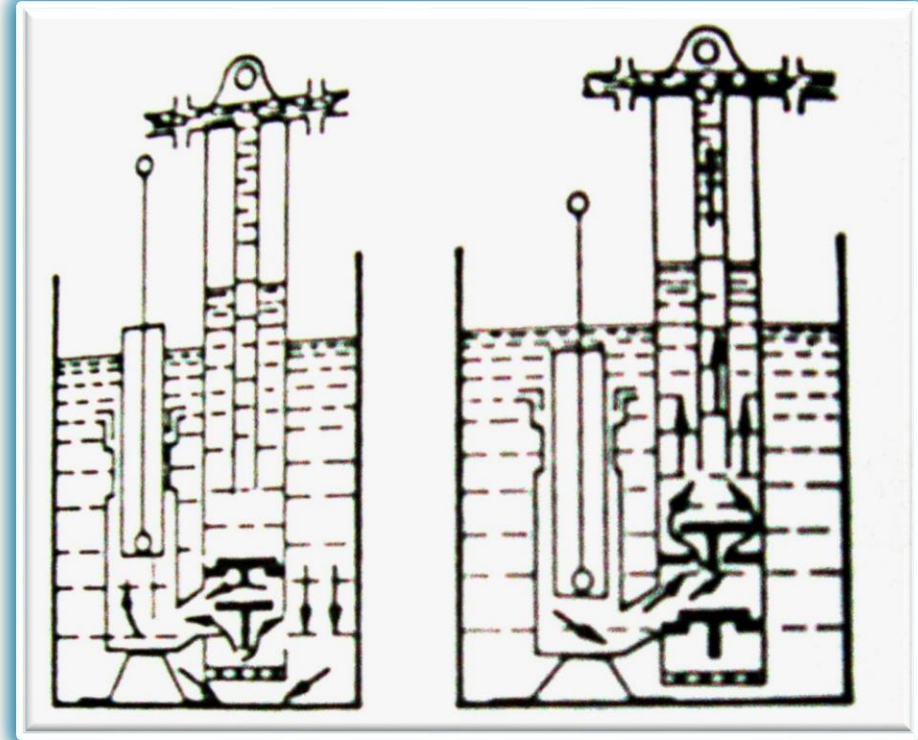
- Bazı yapımcılar pompa silindir sayısını artırmak yerine çift etkili pistonlu pompalar kullanmaktadırlar.
- Etki bakımından tek silindirli çift etkili bir pompa ile iki silindirli tek etkili pompa eşdeğer kabul edilmektedir.



Tek silindirli çift etkili pülverizatör pompası

Plancerli pompalar

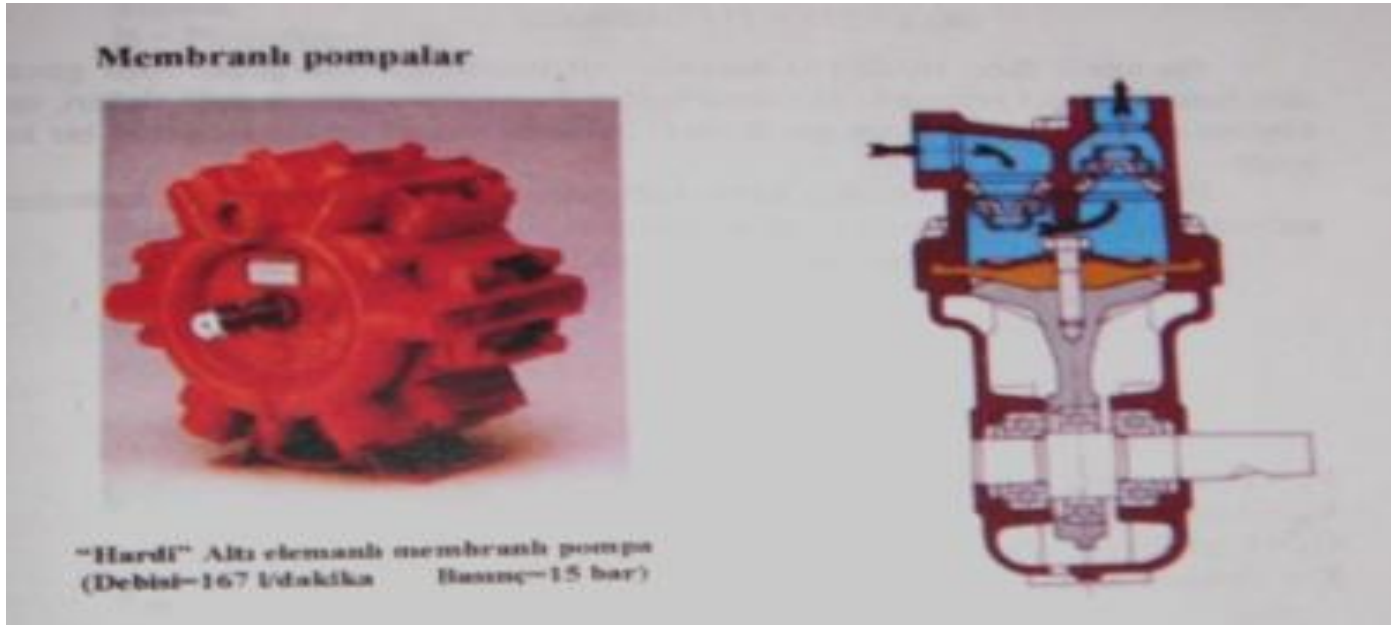
- Bu tip pompalarda silindir ve piston genellikle depodaki sıvı ilacın içinde bulunur.
- Piston boyu strok boyundan daha fazladır.
- Genellikle sırtta taşınan bahçe pülverizatörlerinde kullanılmaktadır.
- Çalışma basınçları 13 bar'a kadar çıkabilmektedir.



Tek etkili plancerli pompa

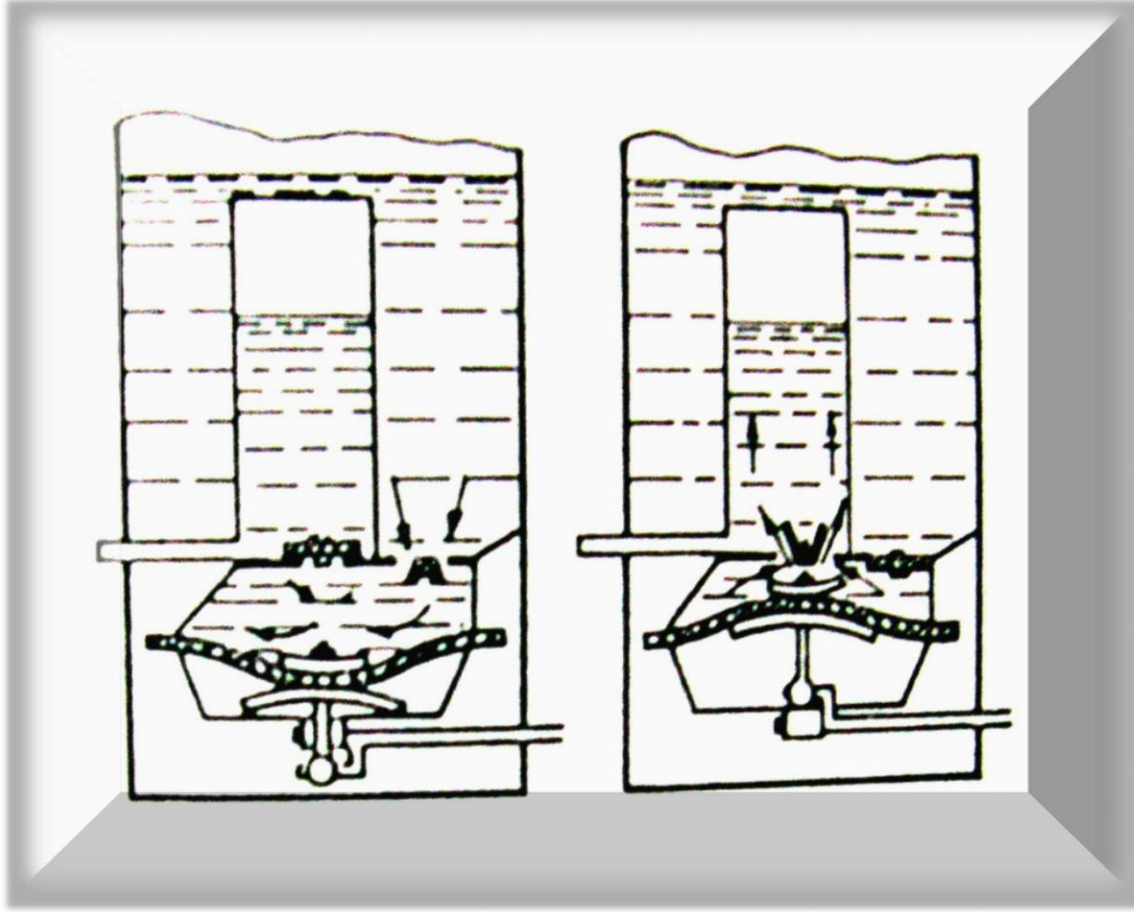
Membranlı pompalar

- 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 mekanizmayla ileri geri hareket ettirilerek oluşturulan vakum etkisiyle depodaki sıvı emilir ve basılır.



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

- Bu tip pompalarda membranın orta kısmı eksantrik bir mekanizmayla ileri geri hareket ettirilerek oluşturulan vakum etkisiyle depodaki sıvı emilir ve basılır.



Membranlı pülverizatör pompası

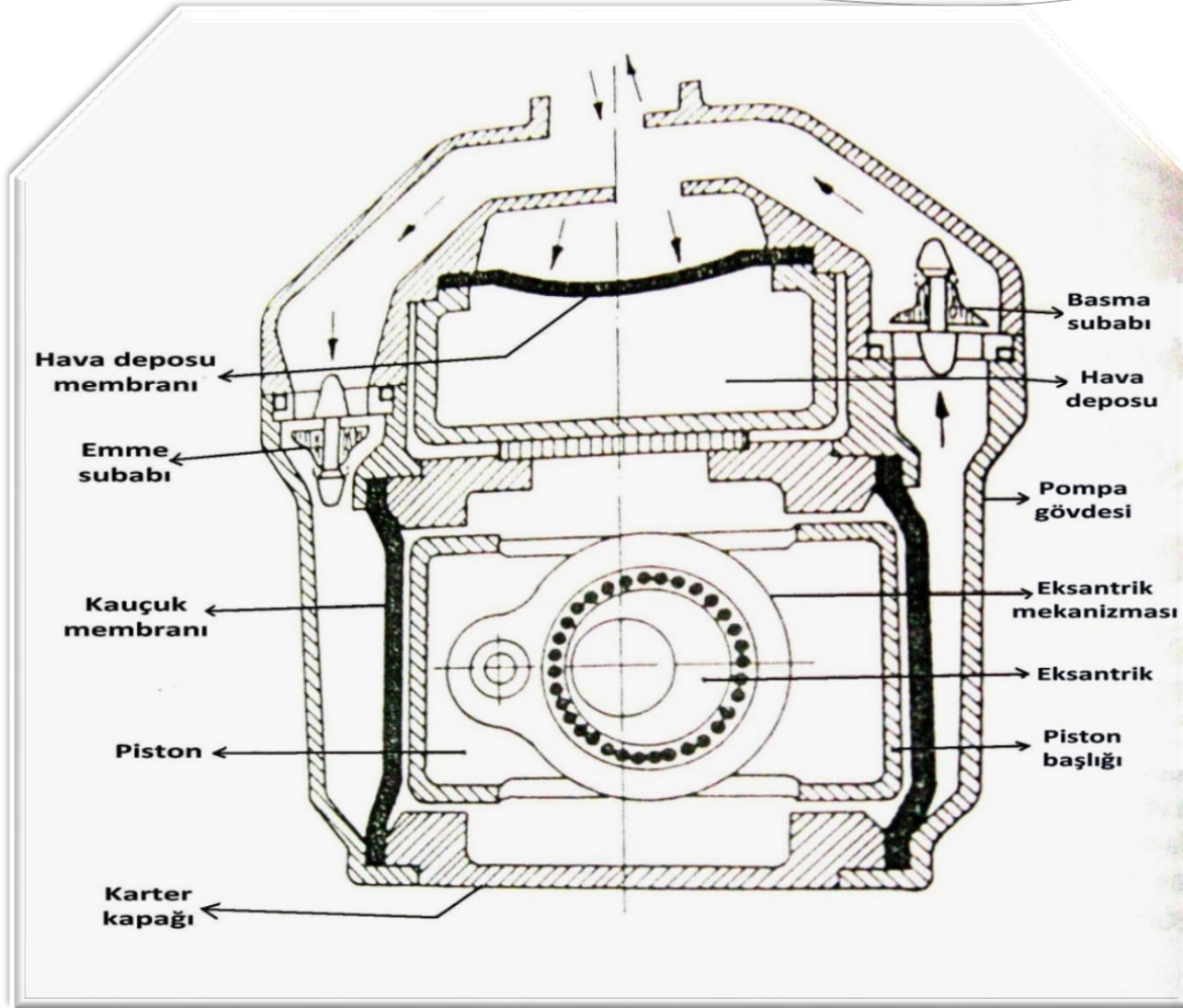
- Membranlı pülverizatör pompalarının üstün özelliği, membran haricindeki diğer hareketli parçaların ilaçlı sıvı ile temas etmemeleridir. Bu da, aşınma ve korozyon açısından oldukça önemlidir.
- Aşınma ve korozyon, pistonlu pompalara göre daha azdır. Ancak belirli bir kullanım süresinden sonra membran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



Pistonlu- 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 sayıları pistonlu pompalara göre daha yüksektir.
- Günümüzde çeşitli tip pülverizatörlerde 2-6 piston membranlı pompalar kullanılmaktadır.
- Verdileri, silindir sayısına göre 40-150 L/min arasında değişmektedir. Basınçları ise en fazla 40 bar' a kadar çıkabilmektedir.

- Bu tip pompalarda da membranlı pompalarda olduğu gibi kullanılan membran, piston ve diğer hareketli parçaların ilaçla temasını önlemektedir. Bu nedenle özellikle ıslanabilir toz ilaçlarla elde edilen süspansiyon şeklindeki ilaçların aşındırma etkileri çok düşük olmaktadır.
- Piston, kenarlarından pompa gövdesine sabitleştirilmiş ve ortasından ise piston başına yapıştırılmış olan kauçuk malzemedен yapılmış bir membranı 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 verdide kısmen azalma olmaktadır. Bu nedenle yarı volümetrik pompa özelliğindedirler.



Piston-membranlı pompa

Döner Hareketli Pompalar

- Bu tip pompalarda, sabit bir dış gövde ve bu gövde içinde dönerek çalışan hareketli organlar bulunmaktadır. Sıvının emilme ve basılma işlemi, bu döner hareketli organlar yardımıyla gerçekleşmektedir.
- Alternatif hareketli pompalardaki gibi emme ve basma strokları olmadığından, pülverizasyonda 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.

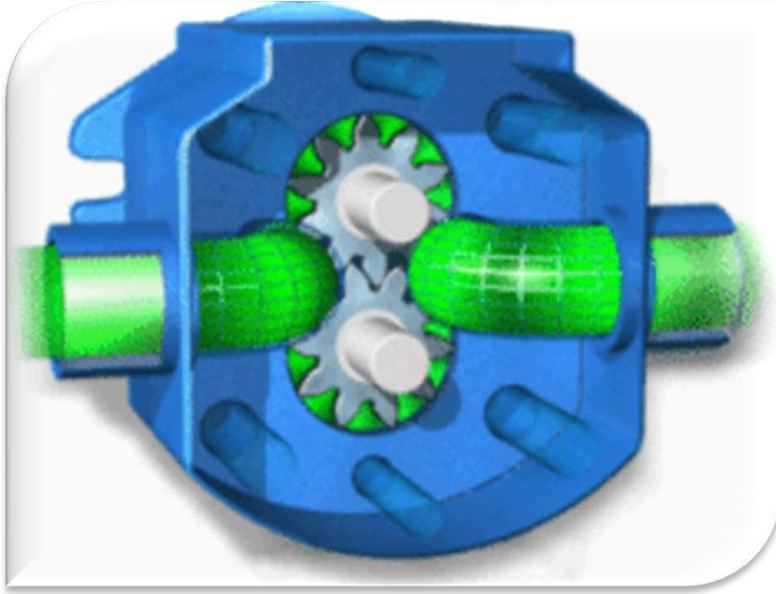
Dişli Pompalar

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

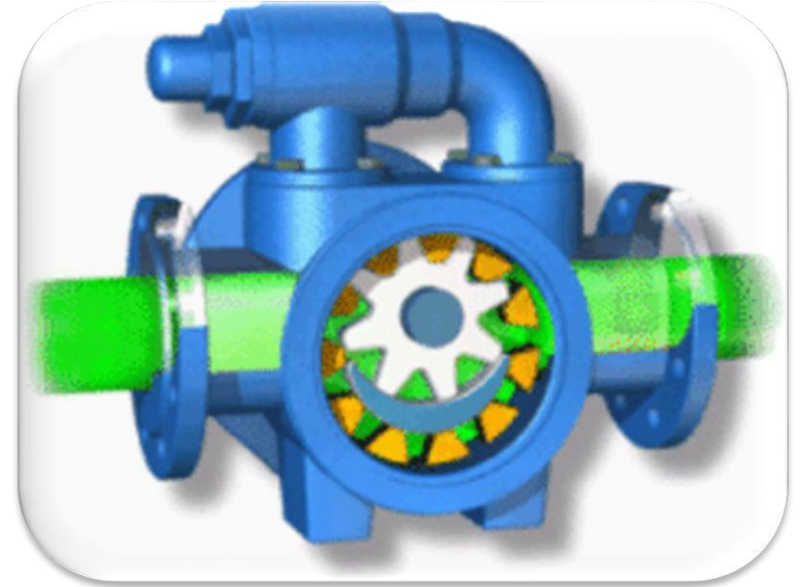
Dıştan dişli pompalarda sabit dış kap (stator) içerisinde eşit büyüklükte iki dişli vardır. Bu dişlilerin dişleri uzun olup dış kap ile aralarındaki boşluk çok azdır. Hareket, dişlilerden birine verilmektedir. Giriş deliğinden pompaya gelen ilaç, diş aralarıyla dış kap arasında kalan hacimlerde taşınarak çıkış deliğinden dışarı basılır.

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

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



Dıştan dişli pompa



İçten dişli pompa

- Dişli tip pülverizatör pompalarında, 5-200 L/min sıvı verdisi ve 1.5-7 bar' a kadar basınç elde edilebilmektedir.
- Bu tip pompaların yapımında, genellikle paslanmaz çelik ve piringç gibi malzemeler kullanılmakta olup bazı yapımcılar naylon kökenli malzemelerden de dişli pompalar imal etmektedirler.
- Dıştan dişli pompalarda, pompa verdisi aşağıdaki eşitlikten hesaplanabilir.

$$Q = \pi \cdot d_o \cdot h \cdot b \cdot n \cdot \eta_v$$

Burada:

Q = Pompa verdisi (L/min),

d_o = Dişlilerin bölüm dairesi çapı (dm),

h = Diş yüksekliği (dm),

b = Diş genişliği (dm),

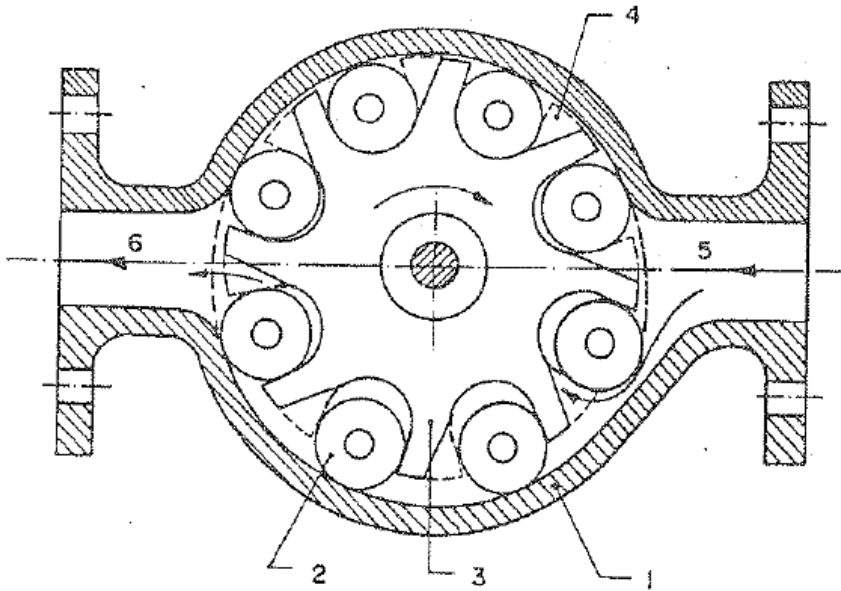
N = Dişli devir sayısı (1/min),

η_v = Pompa verimi (%)'dir.

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.
- **Rulolar** genellikle naylon, teflon veya kauçuktan yapılmaktadır.
- Pompa gövdesi ise demir döküm veya korozyona dayanıklı krom-nikel malzemedен yapılmaktadır.

- Bu tip pompaların verdikleri 20-140 L/min basınçları ise 20 bar kadardır.
- Doğrudan traktör kuyruk miline bağlanabilmekte ve 540 veya 1000 1/min standart devirlerde çalışabilmektedir.
- Bu pompalar genellikle küçük depo kapasiteli tarla pülverizatörlerinde kullanılırlar.



1. Rulo
2. Stator
3. Rotor
4. Sıkıştırma başlıkları
5. İlaç girişi
6. İlaç çıkışı

Rulolu (masuralı)
pompa

- Rulolu pompanın çalışma devri arttıkça verdisi artmakta, ancak ömrü kısalmaktadır.

Rulolu pompalarda çalışma basıncı ve rotor devir sayısına bağı olarak verdi (L/min) değişimi

Rotor devir sayısı (1/min)	Çalışma basıncı (bar)				
	1	2	5	10	15
200	13	-	4	2	0
380	25	-	20	15	8
540	-	40	30	25	10

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

$$Q = \pi.L.n.\eta_v \cdot \left(2.e.R - \frac{r^2.z}{2} \right)$$

Burada;

Q : Rulolu pompanın verdisi (L/min),

L : Rotor genişliği=rulo uzunluğu (dm),

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

R : Stator iç yarıçapı (dm),

r : Rulo yarıçapı (dm),

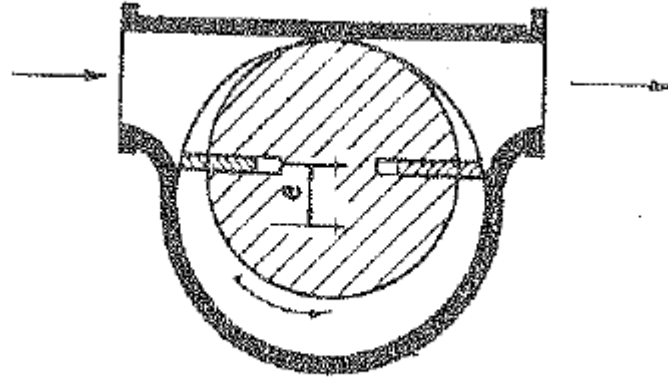
Z : Rulo sayısı (adet),

η_v : Volümetrik verim (0.90),

n : Rotor devir sayısı (1/min)'dir.

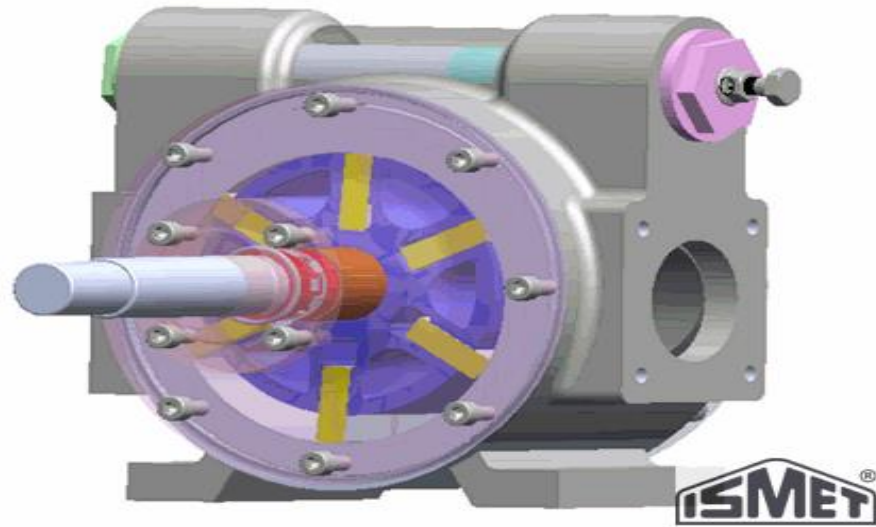
Paletli pompalar

- Paletli pompalar yapım ve çalışma özellikleri yönünden rulolu pompalara çok benzerler. Bu pompalarda ruloların yerini dikdörtgen prizma şeklindeki paletler almıştır. Basit bir paletli pompa; sabit bir gövde (stator), merkezden kaçık olarak yerleştirilmiş bir rotor ve bu rotor üzerindeki yuvalara yerleştirilmiş paletlerden oluşmaktadır.



Paletli pompa

- ✓ Paletler, rotor üzerine açılmış yuvalarda eksenleri doğrultusunda kayarak yer değiştirmekte ve stator iç yüzeyine sürtünerek çalışmaktadırlar.
- ✓ Rotor ile stator arasında paletlerle bölünen hacimlere dolan sıvı, rotorun dönmesiyle hacimsel olarak süpürölmekte ve basma hattına basılmaktadır.
- ✓ Paletlerin alt taraflarına yerleştirilen yaylar ve dönme hareketinden dolayı oluşan merkezkaç kuvvet, paletleri statora doğru ittiği için, paletle stator arasında sıvı kaçakları olmamaktadır.
- ✓ Ancak, yüksek basınçlarda kaçaklar oluşabilmekte ve basınç arttıkça verdede kısmen bir azalma olabilmektedir.
- ✓ Bu pompalar, düşük devirlerde daha uygun çalışmaktadırlar.



ISMET[®]

Palet sayısına bağlı olarak bu tip pompaların verdileri aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanabilmektedir:

$$Q = K.L.D.e.n$$

Burada;

- Q : Pompa verdisi (L/min),
- K : Palet sayısına bağlı katsayı,
- L : Palet uzunluğu (dm),
- D : Stator apı (dm),
- e : Eksantirilik (dm),
- n : Rotor devir sayısı (1/min)' dir.

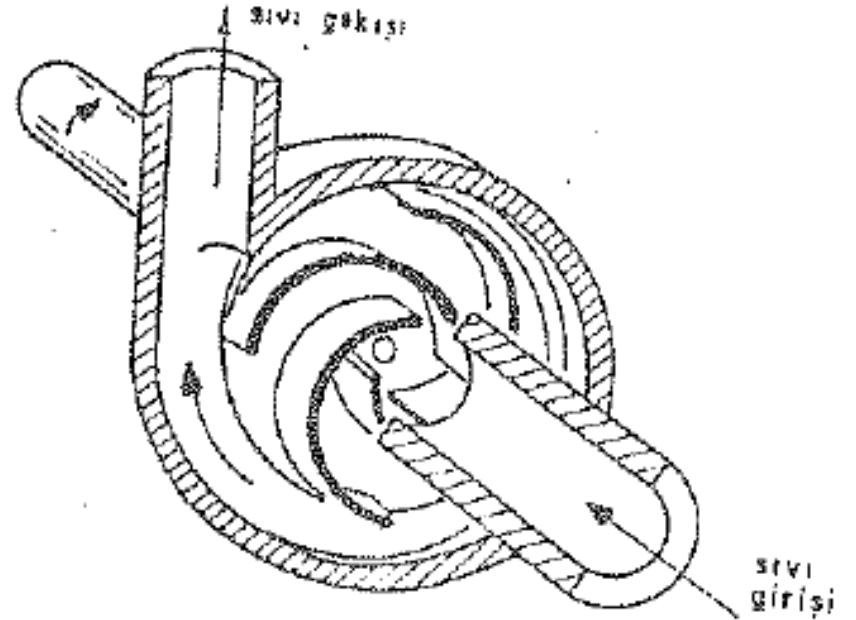
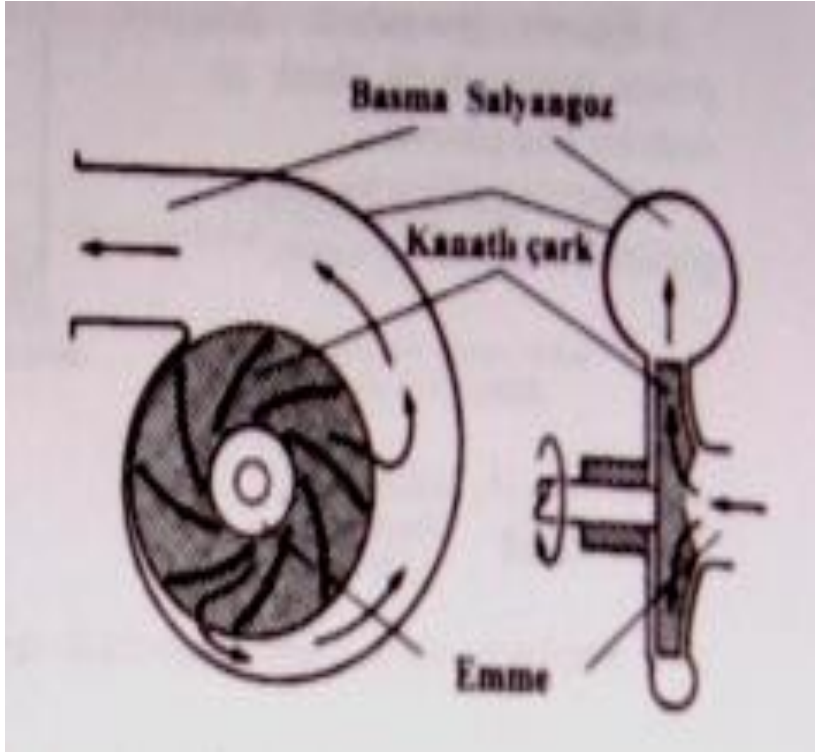
Eşitlikte yer alan K katsayısı palet sayısına bağlı olarak izelge 4.6' da bulunabilir.

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

Santrifüj pompalar

- Bu pompalar, tek sarmallı salyangoz kabuğu şeklinde sabit bir dış gövde ile içinde dönen kanatlı bir çarktan oluşmuştur.

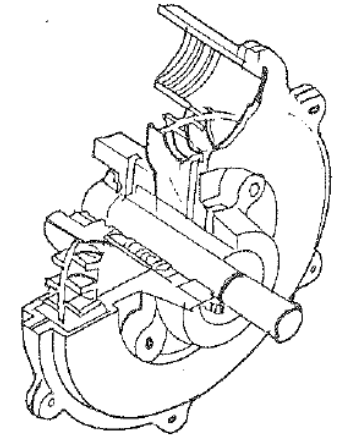
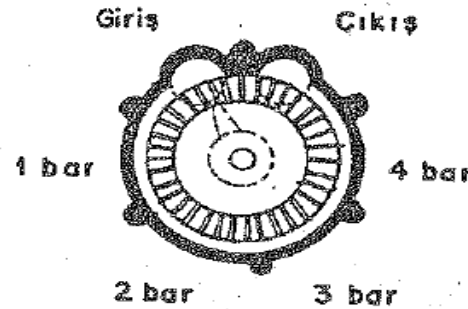
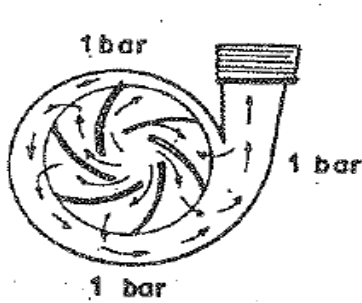


- ❖ Sıvı, dönen çarkın merkezinde oluşan vakum etkisiyle çarkın merkezinden salyangoz gövde içerisine alınmakta ve dönen çark kanatlarının yarattığı merkezkaç kuvvetinin etkisiyle hareket ettirilerek hız ve kinetik enerji kazanmaktadır. Sıvı ilaç, kazanmış olduğu bu kinetik enerji yardımıyla çıkış ağzından hızla basılmaktadır.
- ❖ Santrifüj pompalar, **yüksek hacimli fakat düşük basınçlı uygulamalar için oldukça uygundur.** Bu tip pompalarla 500 L/min'e kadar verdi sağlanabilmektedir. 5 bar basınca kadar çalışabilmekte ancak, çalışma basınca 2,5-3 bar'ı geçtiği durumda pompa verdisi hızlı şekilde azalmaktadır.
- ❖ Pompa tarafından sağlanan basınç, pompa devir sayısının karesiyle orantılı olduğundan, pompa devir sayısı arttıkça basınç artmaktadır. Ancak, pompanın güç gereksinimi 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, ıslanabilir toz formülasyonları ve aşındırıcı materyaller pompalanabilmektedir.
- Bu pompalar, 1000-5000 1/min gibi yüksek devirlerde çalıştırıldıkları için doğrudan traktör kuyruk miline bağlanmamakta ve bir devir yükseltici ünite ile ihtiyaç duyulan devir sayılarında çalıştırılmaktadırlar.

Türbin pompalar

- ❖ **Türbin tipi** pompalar yapı ve çalışma özellikleri açısından santrifüj pompalara benzerler. Aralarındaki en önemli farklılık çark yapısıdır.
- ❖ Bu pompaların çarkı, düz bir diskin kenarlarının her iki yüzüne, şaşırtmalı olarak kanallar açılarak yapılmıştır.
- ❖ **Türbin pompalar santrifüj pompalara göre daha yüksek basınç sağlayabilmektedir.**
- ❖ Türbin ve santrifüj pompaların arasındaki diğer bir farklılık, salyangozun çeşitli noktalarında sıvının kazandığı basınçla ilgilidir. Santrifüj pompalarda bu basıncın değeri hemen hemen aynı iken, türbin pompalarda salyangozun çıkış ağzına yaklaştıkça basınç artmaktadır (Şekil 4.18).



Şekil 4.18. Türbin ve santrifüj pompalarda salyangoz içindeki basınç değişimi.



Pülverizatörlerde pompa seçimi

- Pülverizatörlerde kullanılacak pompa tipi seçilirken, ilaçlama koşullarına uygun verdi ve basıncı sağlamasına 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 gerekli olan sıvı basıncı, uygulama alanına ve pülverizatör tipine bağlı olarak değişebilmektedir. Örneğin otomatik sırt pülverizatörleriyle bahçe ilaçlamalarında 4 - 6 bar basınç yeterli iken, aynı amaçla kullanılan diğer sırt pülverizatörlerinde 3.5 - 12.5 bar basınçlı pompalar uygun bir pülverizasyon için gerekli olabilmektedir.
- ✓ Yine, bahçe ilaçlamalarında uygulama hacimleri ve gereksinim duyulan basınçlar, tarla bitkilerine oranla daha yüksektir. Bu nedenle bahçe pülverizatörlerinde kullanılacak pompanın sağlaması gereken basınç ve verdi değerleri de daha yüksek olmak zorundadır.
- ✓ Tarla pülverizatörlerinde kullanılacak pompaların basınç değerleri, meme verdisine bağlı olarak değişebilmektedir. Bu değişim Çizelge 4.7' de görülmektedir.

Çizelge 4.7. Tarla pülverizatörlerinde meme verdisine bağlı olarak gerekli pompa basıncı değerleri.

Meme verdisi (L/min)	Pompa basıncı (bar)
3.6-9	14-18
18	25
24	28
30-54	42-70

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

Pülverizatörlere uygun pompa seçiminde dikkate alınması gereken kriterler;

- ❖ Pülverizatörle uygulanacak en büyük ilaç normu,
- ❖ Pülverizatörün iş genişliği,
- ❖ Pülverizatördeki meme sayısı ve meme büyüklüğü,
- ❖ Pülverizatörün ilerleme hızı,
- ❖ Depo içindeki karıştırma şekli,
- ❖ Pülverizatör tipi ve büyüklüğü,
- ❖ 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 basınçlarda çalıştırılarak;

❖ Pompa devir sayısı – verdi ilişkisi,

❖ Basınç – verdi ilişkisi,

gibi karakteristikler ortaya konulmaktadır. Ayrıca, devir sayısı ve basınca bağlı olarak hidrolik güç, fren gücü ve toplam verim değerleri de belirlenmektedir.

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

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

Burada;

Q=Toplam pülverizatör verdisi (L/min),
V=İlerleme hızı (km/h),
B=İş genişliği (m),
N=İlaç normu (L/ha)'dur.

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

$$B=m.n$$

Pülverizatöre seçilecek pompanın sağlaması gereken verdi değeri, pülverizasyon sırasında püskürtülecek sıvı ile hidrolik karıştırıcı için gerekli olan sıvı miktarının toplamından oluşmaktadır. **Hidrolik karıştırmada, her 100 L depo hacmi için 3-10 L/min sıvı verdisi önerilmektedir.**

Pompa verdisi aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanabilir;

$$Q_P=1.2(Q_{PB}+Q_{HK})$$

Burada;

Q_P = Pülverizatör pompasının verdisi (L/min),

Q_{PB} = Püskürtme sisteminde gerekli olan verdi (L/min),

Q_{HK} = Hidrolik karıştırma için gerekli verdi (L/min).

Pülverizatör pompalarının güç gereksinimi

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

$$HG = \frac{Q \cdot H_m \cdot \gamma}{600}$$

Burada;

HG: Hidrolik güç (kW),

Q: Efektif pompa verdisi (L/min),

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

γ :Deneme sıvısının yoğunluğu (kg/dm³)'dur.

- Yukarıdaki hidrolik gücün alınabilmesi için pompa miline verilmesi gereken güç (fren gücü) ise aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır;

$$FG = \frac{M_d \cdot n}{9550}$$

Burada;

FG : Fren gücü (kW),

M_d : Pompa mili dönme momenti (Nm),

n : Pompa mili devir sayısı (1/min).

Verim, volümetrik ve toplam verim olarak aşağıdaki eşitliklerle hesaplanmaktadır:

$$\eta_v = \frac{Q_e}{Q_t} \cdot 100 \quad \eta_t = \frac{HG}{FG} \cdot 100$$

Burada;

η_v = Volümetrik verim (%),

Q_e = Efektif verdi (L/min),

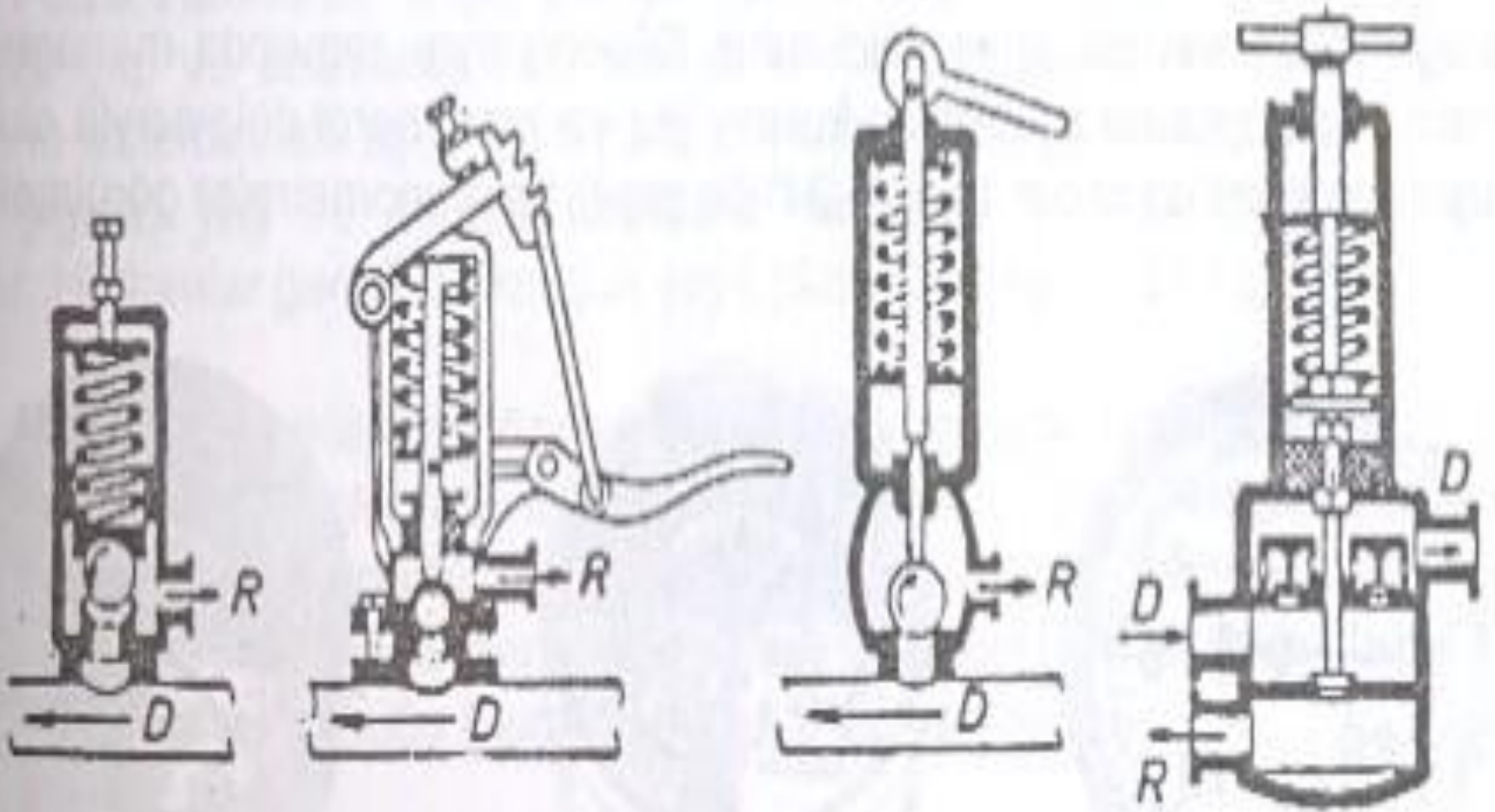
Q_t = Teorik verdi (L/min),

η_t = Toplam verim (%).

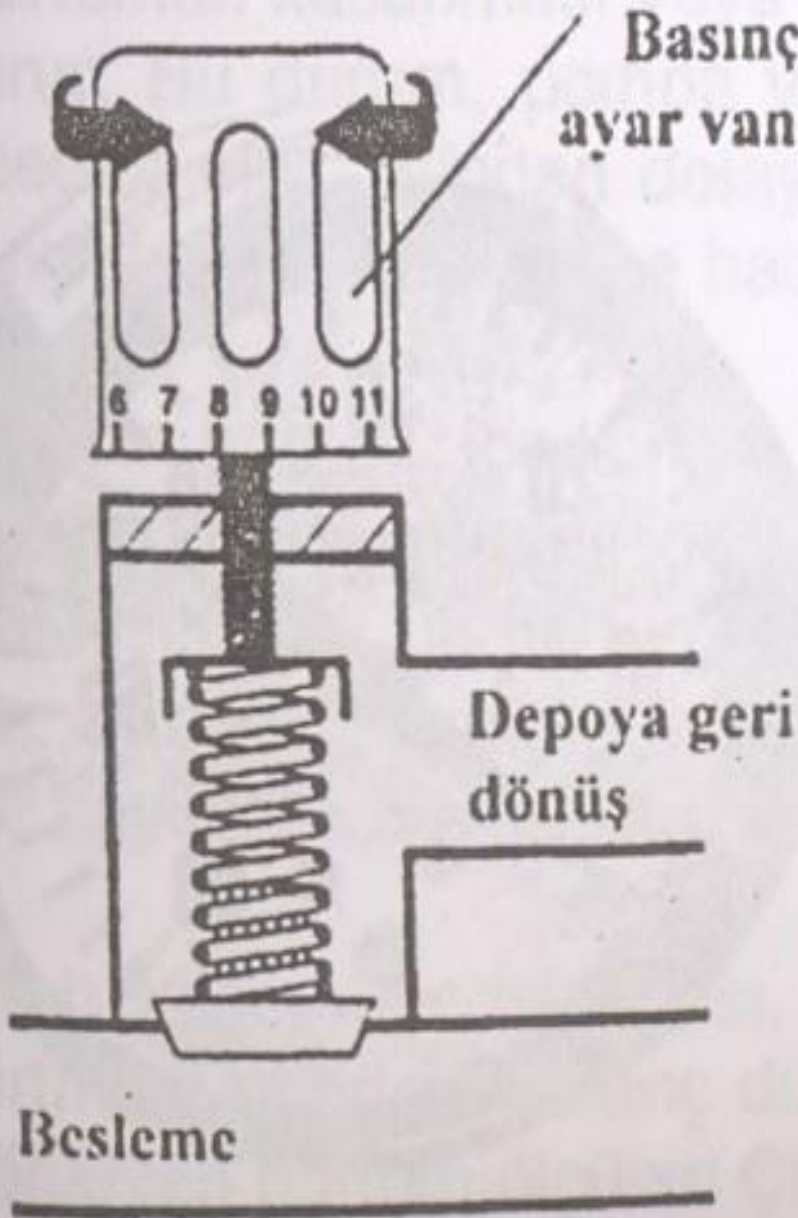
Pompa tarafından sıvıya kazandırılması gereken basınç, püskürtme sisteminde yer alan subap, vana, hortum, dirsek vb. parçalardan ötürü ortaya çıkan basınç kayıplarını karşılayabilecek değerde olmalıdır. Ayrıca, çalışma sırasında meydana gelebilecek aşırı yüklenmeleri de karşılayabilmedir.

BASINÇ REGÜLATÖRÜ VE MANOMETRE

- Pülverizatörlerde **çalışma basıncının sabit tutulabilmesi** için bir **regülatöre** gereksinim duyulmaktadır. Regülatörler çeşitli tiplerde olabilirler. Genellikle basıncı ayarlanabilen bir helezon yay ile plaka veya bilye şeklindeki bir subaptan oluşturmaktadırlar. Şekil 4.21'de basınç regülatörü tipleri verilmiştir.
- **Bilye veya plaka üzerindeki yay basıncı**, bir **vana** ya da bir **manivela kolu** ile değiştirilerek çalışma basıncı, istenilen değerde sabit tutulabilmektedir.
- Pompanın sıvıya kazandırdığı basınç, bilye veya plaka üzerindeki yay basıncından daha küçük olduğu sürece sıvı doğrudan basma hattına geçer.

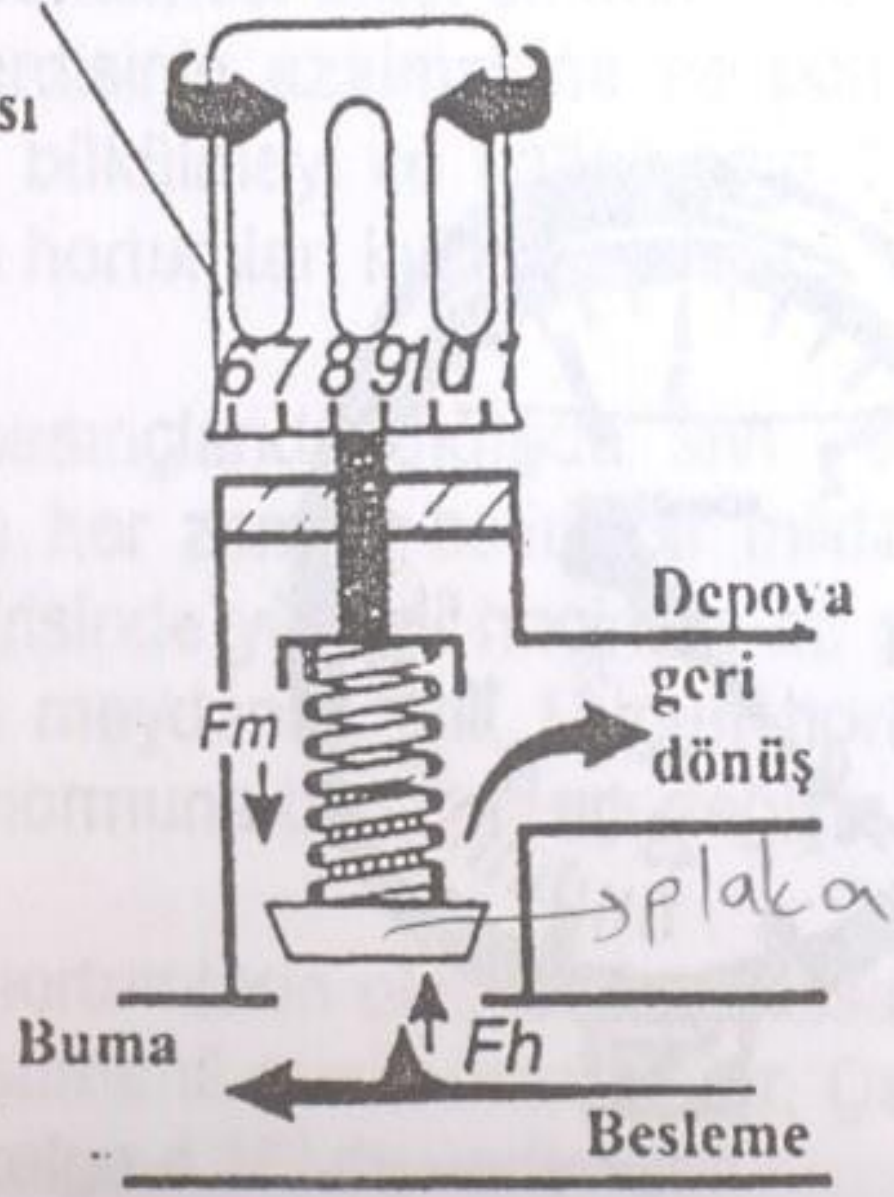


Şekil 4.22. Basınç regülatörü tipleri



Çalışmadan önce

Basınç ayar vanası



Çalışma sırasında

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

- **Manometrelerin ibresi**, gerek düzgün olmayan bozuk zeminli arazilerde çalışırken, gerekse pompanın ve hava deposunun çalışma rejiminden kaynaklanan basınç değişimleri nedeniyle titrer. İbrenin aşırı titremesi, basıncın doğru olarak okunmasını engeller.
- Bu titreşimi gidermek amacıyla genel olarak göstergenin içi sıvı gliserinle doldurulur.
- Gliserin aynı zamanda manometrenin ölçme mekanizmasını aşınmaya, korozyona ve hava nemi dolayısıyla oluşacak yoğuşmaya karşı da korur.

- Bazı manometrelerin skalası sıkıştırılmış olarak düzenlenebilir. Tarla ilaçlamalarında önerilen çalışma basıncı genellikle 2-5 bar arasındadır. Bu nedenle manometre skalasında 0-5 bar basınç aralığı skalanın 2/3' ünü işgal ederken, son 1/3' lük kısmı ise skalada sıkıştırılmış olarak 6-25 bar basınç aralıklarını göstermektedir. Şekil 4.24'de çeşitli manometre örnekleri verilmiştir.
- Manometreler % 2.5 hassasiyetle ölçüm yapabilmelidirler.
- Ayrıca, pülverizatör üzerine basıncın en iyi okunabileceği şekilde yerleştirilmelidir.
- Pülverizatörlerde en çok arızalanan parçalardan birisi manometre olduğundan basıncı doğru olarak göstermeleri için belirli çalışma sürelerinde test edilmeleri gereklidir.



Şekil 4.24. Çeşitli manometre tipleri

PÜLVERİZATÖRLERDE KULLANILAN BORU VE HORTUMLAR

- Pülverizatörlerde, depodaki sıvı ilacın püskürtme sistemine iletilmesi için çeşitli çap ve uzunlukta düz hortum ve borular kullanılmaktadır.
- Bu hortumlar, püskürtme sistemindeki aşırı basınçlara dayanabilecek kadar sağlam olmalı ve güneş ışığına, yağ ve korozyif özellikteki kimyasal ilaçlara karşı dayanıklı olmalıdır.
- Hortumlar, genellikle kauçuk veya plastik malzemedен yapılmalıdır.
- Hortumlar ve bağlantıların iyi durumda olması son derece önemlidir. Bu durum, olası bir kırılma veya çatlamayı ve ayrıca operatörü bu kırık ve çatlaklardan püskürtülecek ilaca karşı koruyacaktır.
- Emme hortumlarında basınç olmadığından çatlamazlar. Fakat emme hortumlarının girişleri tıkanırsa katlanıp bükülürler.
- Hortumun katlanması veya bükülmesi akışı sınırlar ve pompaya sıvı akışını durdurur. Bu durum, pompa verdisinin 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 akmaya zorlandığında, aşırı bir basınç düşümü meydana gelir.
- Uygun hortum ölçüsü, pülverizatörün büyüklüğü ve uygulama normuna bağlı olarak değişir.
- Pülverizatör hortumlarının uzunluğu arttıkça, içinden geçen basınçlı sıvının karşılaşacağı direnç ve buna bağlı olarak basınç düşüşü büyür.

Çizelge 4.10. Çeşitli pompa verdileri için önerilen hortum ölçüleri.

Pompa verdisi (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

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

Verdi (l/min)	Boru/hortum 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	158	74	29	10.4	2.8		
25			238	11	43	16.1	4.3		
30				154	60	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						319	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									56
380									68