

5 Bitki Koruma Makinaları

5.1 Tarımsal Savaş Tekniği

Tarımda üretimin çeşitli kademelerinde yetiştirilen ürünlerin hastalık ve zararlılara karşı korunması gerekir. Hastalık ve zararlılarla mücadele sadece üretim periyodu değil, ürünün depolandığı dönemi de kapsmalıdır. Elde edilen ürünlerin hastalık ve zararlılardan geriye kalan miktar olduğu kabul edilmektedir. Zararlılar arasında en önemlisi böceklerdir. Buna ek olarak mantarlar ve bakteriler de ürünlerde zarar meydana getirir. Böcekler, bitkilerin çeşitli kısımlarını kemirerek veya tamamen yiyerek, özsu bakımından zengin yerlerde emgi yaparak bitki kısımlarının çürümesine ve böcekler bu yolla çeşitli hastalıkların da taşınmasına neden olurlar. Bitkisel üretimde böcek ve hastalıklarla meydana gelen zarar toplam üretimin en az % 15'i ve tropik bölgelerde ise % 20'si değerine ulaşmaktadır (Tezer ve Zeren, 1986).

Günümüzde tarımsal savaş dendiğinde, ilk akla gelen kimyasal mücadele olmaktadır. Oysa, tarımsal savaş çalışmaları içinde kimyasal savaş, zorunlu hallerde başvurulabilecek bir mücadele yöntemi olarak anlaşılmalıdır. Günümüz modern tarımında tarımsal savaş, *Tüm Savaş-Entegre Mücadele (İntegrated Pest Management, IPM)* kavramı içinde düşünülmektedir. Kavram olarak Tüm Savaş; yeterli, kaliteli ve ekonomik ürün alabilmek için, çeşitli tarımsal savaş yöntemlerinin bir arada, birbirini tamamlayacak ve ekosistem içindeki doğal dengeyi bozmayacak şekilde kullanılmasıdır.

Tüm savaş kavramı içinde düşünülmesi gereken önlemler aşağıdaki şekilde sıralanabilir (Zeren ve Bayat, 1999):

- Hastalık ve zararlılara dayanıklı yeni çeşitlerin ıslahı ve üretimde bu çeşitlerin kullanımının yaygınlaştırılması,
- Uygun kültürel önlemlere başvurulması,
- Biyolojik mücadele yönteminden yararlanmak ve bu yöntemi uygulanabileceği alanlarda desteklemek,
- Fiziksel mücadele yöntemlerinden yararlanmak ve bu yöntemlerin daha da geliştirilmesine çalışmak,
- Kimyasal mücadele yönteminden yararlanmaktır.

Hastalık ve zararlılara karşı dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi ıslah çalışmaları ile gerçekleştirilmekte olup, günümüzde son derece başarı ile uygulanmaktadır.

Kültürel Önlem alınarak yapılan mücadelede; sağlam ve dayanıklı türlerin yetiştirilmesi, ekim ve hasat zamanlarının böceklerinin gelişme devrelerine göre düzenlenmesi, toprak işleme tekniğinin geliştirilmesi (çift katlı sürme gibi), ekim nöbeti yapılması, sulama ve gübrelemede aşırıya kaçılmaması gibi önlemler düşünülür.

Biyolojik Savaş'ta temel ilke, zararlı böceklerin gelişmesini, çoğalmasını diğer canlılarla önlemektedir. Bu savaş metodunda önemli olan, zararıya karşı kullanılan canlıların, bitkilere zarar vermemesi ve çevrenin ekolojik şartlarına uygun bulunmasıdır.

Fiziksel Savaş yönteminde böceklerin öldürülmesi veya önlenmesi amacıyla çeşitli fiziksel düzenler kullanılır. Bu yöntemin uygulamasında böcek toplama, uzaklaştırma, pusuya düşürme çevre şartlarını değiştirme, yakma, radyoaktif maddeler uygulama gibi önlemler alınmaktadır.

Kimyasal Savaş; kimyasal maddeler kullanılarak, hastalık ve böceklerin önlenmesi ile ilgili yöntemleri kapsamaktadır. İlaç sanayindeki gelişmeler sonunda yüksek etki dereceli ilaçlar piyasaya çıkmıştır. Bu ilaçların çok küçük dozlarda verilmesi gerekir. Bu nedenle kullanılan alet ve makinaların bu dozu sağlayacak ayarlama imkânlarına sahip bulunması gerekmektedir.

Kimyasal savaşta çeşitli ilaçların uygulanmasında mücadele makinaları kullanılmaktadır. Kimyasal savaşta en yaygın olarak kullanılan ilaçlar:

- İnsektisit* (böcekler için),
- Fungusit* (mantarlar için) ve
- Herbisit* (yabancı otlar)olarak sınıflandırılabilir.

Türkiye'de yılda ortalama olarak 30-35 bin ton tarım ilacı kullanılmaktadır. Kullanılan ilaçların etkili maddelerinin önemli bir bölümü çeşitli ülkelerden ithal edilmektedir.

İlaçlar; toz, sıvı veya gaz halinde zararlı ve böcekler üzerine verilmektedir. Toz ilaçlarda etkili madde belirli bir oranda dolgu maddesi ile karıştırılmaktadır. Dolgu maddesi olarak kalsiyum karbonat, alüminyum

silikat (talk tozu) kullanılır. Dolgu maddesi oranı % 59-90 arasındadır. Toz ilaçların yer aletleri ile uygulananlarda kullanılan partikül büyüklüğü 40-44 mikron, havadan kullanılanlarda ise 75 mikron civarındadır. Bazı toz ilaçlar su ile eritilerek süspansiyon halde kullanılır. Bu gibi ilaçlarda dolgu maddesi su içinde askıda kalır. Kullanma sırasında ilacın karıştırılması gerekmektedir. Toz ilaçların kullanımı uygulamadaki zorluklar nedeniyle son yıllarda azalmıştır. Sıvı ilaçlar *Emülsiyon Konsantre (EC)* veya *Solüsyon Konsantre (SC)* halindedir. Solüsyon halindeki ilaçta etkili madde bir çözücü sıvıda eritilir. Bu şekilde elde edilen ilaç su ile karıştırıldığında stabil bir eriyik meydana getirir. Emülsiyonda ise etkili madde çözücü içinde damlacıklar şeklinde askıya alınarak karıştırılmıştır. Çözelti çift fazlıdır. Depodaki akışkanların davranışı, zeytinyağının su içinde davranışına benzemektedir

Tarımsal savaşım tekniğinde toz ilaçla yapılan ilaçlama *Tozlama*, sıvı ilaçla yapılan (süspansiyon veya emülsiyon halde) ilaçlama ise *Püskürtme* veya *Pülverizasyon* adını alır.

Pülverizasyon tekniğinde; ilaçlar süspansiyon, emülsiyon halde ve ince zerrelere parçalanarak bitkiler üzerine püskürtülür. Yüksek bir biyolojik etkinlik için, ilaçların bitki organları üzerine yeknesak (tekdüze) dağılması gerekmektedir. Birçok tarım ilacı ya bir organik çözücü, veya suda seyreltilerek uygulanmaktadır. Dolayısıyla uygulama sırasında ilacın ne kadar su ile birlikte uygulanacağı son derece önemlidir. Birim alana uygulanan sulandırılmış ilaç (su+ilaç) miktarına *İlaç Normu* veya *Uygulama Hacmi* denir. İlaç normu (l/da) veya (l/ha) olarak ölçülür.

Uygulamada seçilecek ilaç normu; ilaçlanacak bitkinin yaprak yoğunluğu, kullanılan ekipmanın ürettiği damla büyüklüğü, kullanılacak formülasyonun özelliği ve ekipmanın teknik özelliklerine bağlı olarak değişir. Çizelge 5.1 de tarla bitkileri ve meyve ağaçları için ilaç uygulamada kullanılan ilaç normları ve uluslararası boyutta anma isimleri verilmiştir.

Çizelge 1. Farklı Ürünler İçin İlaç Normları-Uygulama Hacimleri (l/ha)
(Matthews, 1984)

Anma adı ve kısa gösterim	Tarla bitkileri	Meyve ve çalı tipi ağaçlar
Yüksek Hacim (HV)	>600	>1000
Orta Hacim (MV)	200-600	500-1000
Düşük Hacim (LV)	50-200	200-500
Çok Düşük Hacim (VLV)	5-50	50-200
Çok Çok Düşük Hacim (ULV)	<5	<50

Pülverizasyonda püskürtülen ilaç seçimi oldukça karmaşık bir işlemdir. İdeal bir ilacın, hedef zararlılara karşı yeterince etkili, yan etkileri mümkün olduğunca düşük, insan ve diğer faydalı organizmalara yan etkisinin olmaması gerekir (Matthews, 1984). İlacın hedef zararlılar üzerinde yeterince etkili olması için, uygun büyüklükteki damlalarla püskürtülmelidir. Belirli sınırlar içinde küçük damlalar daha yeknesak bir kaplama sağlar. Ancak küçük çaplı damlalar (<100 µm) iyi bir teknikle hedef üzerine çöktürülmezlerse, küçük kütleleri nedeniyle hedef dışına taşınarak veya buharlaşarak (<50 µm) ilaç kayıplarına neden olurlar. İlacın hedeflenen alan ve yüzeyler dışına taşması olayına *Sürüklenme (Drift)* denir. Buna karşılık iri damlalar (>200 µm) rüzgar etkisi ile daha kısa mesafelere sürüklenir ve buharlaşma kaybı da daha az olur. Ancak, özellikle yüksek konsantrasyonla kullanılan ilaçlarda iri damlalar bitkinin yapraklarına zarar verebilir. Ayrıca, iri damlalar bitki yaprakları üzerinde daha düşük ilaç kaplaması oluşturmakta, bazen de iri damlalar yaprak üzerinde tutunamayıp, yere akabilmektedir. İri damlalarla yapılan uygulamalar, küçük çaplı damlalarla yapılan uygulamalara göre daha az sürüklenmeye neden olurken, pratikte küçük çaplı damlaların biyolojik etkinlikleri daha yüksek olmaktadır. Çizelge 5.2'de sıvı ilaçların püskürtülmesinde yüksek biyolojik etkinlik sağlamak için hedef yüzeylerde arzulanan optimum damla büyüklükleri verilmiştir.

Çizelge 5.2 Belirli Hedefler İçin Optimum Damla Büyüklükleri (Matthews,1984)

Hedef	Damla büyüklükleri (μm)
Uçan zararlı	10-50
Yaprak üzerindeki zararlılar	30-50
Yaprak(hastalık kontrolünde)	40-100
Yabancı ot kontrolü/Toprak ilaçlamak	250-500

Sıvı ilaç püskürtmede daha düşük sürüklenme için aşağıdaki kurallara uyulmasında yarar vardır:

1. Mümkün olduğunca iri damla üreten memeler kullanılmalı,
2. Yüksek basınç yerine, daha düşük basınçla (3-4 bar) püskürtme ekipmanı işletilmeli,
3. Püskürtme çubuğu yüksekliği mümkün olduğunca düşük tutulmalı,
4. Püskürtme işlemi düşük traktör ilerleme hızlarında yapılmalı,
5. Rüzgar olması halinde ilaçlama kesilmeli,
6. Tamamen durgun havada ilaçlama yapılmamalıdır. Durgun hava durumunda toprağa yakın hava ile bitki tepesindeki havanın yer değiştirmesi sırasında (inversion) damlalar rüzgar yönünde yavaşça hareket ederek sürüklenebilir. Bu durum genellikle sabah erken saatlerde ve su kaynaklarına yakın yerlerde oluşur (Thornhill ve Matthews, 1995).
7. Düşük sürüklenme potansiyelli memeler, korumalı püskürtme çubuklu düzenler ve hava akımı ile damlaların hedef üzerine çöktürülmesi gibi yeni teknolojiler kullanılmalı, ve
8. Gerekirse püskürtme sıvısı özelliklerini iyileştirecek çeşitli yayıcı yapıştırıcı katkı maddeleri ilaç içine karıştırılmalıdır.

Püskürtme işlemi sırasında çapları birbirinden son derece farklı damlalar oluşur. Oluşan püskürtmenin-pülverizasyonun kalitesini belirlemek için en yaygın olarak *Hacimsel Orta Çap (VMD)* ve *Sayısal Orta Çap (NMD)*

olmak üzere iki karakteristik çap kullanılır. *Hacimsel Orta Çap*; pülverizasyonu oluşturan damlaların toplam hacmini iki eşit gruba ayıran çaptır. *Sayısal Orta Çap* ise, pülverizasyonu oluşturan damlaları sayısal olarak iki eşit gruba ayıran çaptır. Hacimsel Orta Çapın, Sayısal Orta Çapa oranı *Homojenlik Katsayısını (CH)* verir. VMD/NMD oranı 1'e ne denli yakın ise , pülverizasyonu oluşturan damlaların çaplarının birbirine o denli yakın olduğu kabul edilir. Püskürtme ile oluşan damlaların sürüklenme potansiyelini ifade etmede daha çok VMD çapı kullanılır.

Hacimsel orta çap değerlerine bağlı olarak pülverizasyonlar Çizelge 5.3' deki anma isimleri ile anılır.

Çizelge 3. Damla Büyüklüğüne Bağlı Olarak Pülverizasyon Anma İsimleri (Matthews ve Thornhill, 1994)

Pülverizasyon Anma Adı	Hacimsel Orta Çap (VMD)
Aerosol -İnce	< 25 µm
-Kaba	25-50 µm
Sis	50-100 µm
İnce pülverizasyon	100-200 µm
Orta Pülverizasyon	200-300 µm
Kaba Pülverizasyon	300-400 µm
Çok Kaba Pülverizasyon	> 400 µm

Tozlama, toz halindeki ilacın zerreler halinde bitkilere verilmesidir. Toz ilaçlamada suya ihtiyaç yoktur. Tozlamada kullanılan toz ilaçlar, sıvı ilaçlar gibi bitkiyi etkili şekilde kaplamazlar, tozlar rüzgardan kolayca etkilenir, aktif ilaç maddesi sarfiyatı sıvı ilaçlamaya kıyasla daha fazladır. Pülverizasyon ile tozlama uygulaması arasında, özellikle tozlamamanın sakıncalarını ortadan kaldırmak için uygulamada nemlendirme ile yapılan tozlama yönteminde kullanılır. Bu yöntemde toz ilaç nemlendirilerek bitkilere verilmektedir. Bağlarda W.P. kükürt uygulaması bu şekilde yapılmaktadır.

Kuru Tozlama, toz ilaç hava akımı içinde bitkiye iletilir. Tarla bitkileri için (2 kg/da), bahçe bitkileri için (4 kg/da) toz atılır.

Nemlendirilmiş Tozlama metodunda ise tozun yapışması için toz hava akımı içinde su ile nemlendirilir

Sıvı ilaçların püskürtülmesi bölümünde de belirtildiği üzere ilaçlamada toz veya damlaların rüzgar ile sürüklenmesi önemli bir konudur. Özellikle yüksek dozlu ilaçlarda, ilacın istenmeyen alanlara sürüklenmesi önemli çevresel sorunlara neden olabilir. Son yıllarda damlacık ve tozların elektrostatik yükü yüklenerek bitkiler üzerine daha kolay yapışmasını sağlayacak yöntemler üzerinde de çalışmalar yapılmaktadır. Hatta bu teknoloji bazı imalatçılar tarafından kullanılmaya başlanmıştır.

5.2 Bitki Koruma Makinalarının Sınıflandırılması

Bitki koruma makinaları *Yerden ve Havadan İlaçlama Yapan Makinalar* olmak üzere iki ana grupta incelenebilir.

A-Yerden İlaçlama Yapan Makinalar

1-İlaç formülasyon biçimine göre:

- Pülverizatörler,
- Tozlayıcılar ve
- Mikrogranül uygulayıcılar.

2-Pülverizasyon tekniği ve sıvı zerrelerinin taşınması biçimine göre:

- Mekanik pülverizatörler,
- Hava akımlı mekanik pülverizatörler,
- Pnömatik pülverizatörler,
- Döner disk memeli pülverizatörler ve
- Sisleyiciler.

3-Kullanıldıkları alana göre:

- Tarla,
- Bahçe ve
- Bağ.

3-Kuvvet kaynağına göre:

- El aletleri,
- Sırta taşınanlar,
- Arabalılar,
- Elle çekilen,
- Hayvanla çekilen,
- Motorlu,
- Motorsuz,
- Traktörle çalıştırılanlar,
- Çekme,
- Asma ve
- Kendi yürür mücadele makinaları,

B- Havadan İlaçlama Yapan Makinalar

- Tarım uçakları ve
- Tarım helikopterleridir.

5.3 Pülverizatörler

Pülverizatörler mekanik ilaçlama makinalarıdır. Genel olarak çalışma sistemleri aşağıdaki gibi açıklanabilir

Depoya konulan sıvı ilaç bir pompa ile emilir ve basınç altında memelere iletilir. Yüksek basınçlı sıvı, meme deliğinden geçerken hızı artar ve parçalanarak ince zerreler (damlacıklar) halinde bitkiler üzerine püskürtülür.

Bir pülverizatör tarım tekniği açısından aşağıda verilen koşulları sağlayabilmelidir. Bu koşullar (Tezer ve Zeren, 1986):

1. İlaç yeknesak olarak ince zerreler halinde bitkiler üzerine dağılmalı, püskürtme kesiksiz olmalı,
2. Süspansiyon veya emülsiyon haldeki ilacın dozu daima sabit kalmalı,
3. İlaçla temas eden pülverizatör parçaları korozyona dayanıklı olmalı,
4. Hortumlar ilacın etkisine karşı dayanıklı olmalı ve kolayca kıvrılabilmeli,
5. Pülverizatörler çeşitli bitkilere ilaç uygulama olanağına sahip olmalı ve
6. Çalışma sırasında kolay dümenlenebilmeli, el pülverizatörleri kolay taşınabilmelidir.

5.3.1 Sırt Pülverizatörleri

Genellikle küçük işletmelerde ve seralarda kullanılan sırt pülverizatörlerinde, depodaki ilaca basınç kazandırılmasında ya bir pompa, yada hava akımı kullanılmaktadır. Günümüzde yaygın olarak sırtta işletilen pülverizatörler aşağıda verilmiştir. Bu tip pülverizatörlerde depo kapasitesi 12-18 litre arasında değişmektedir. Depolar sırt pülverizatörlerinde genellikle piring alaşımından yapılır, son zamanlarda fiberglas malzeme veya polietilen malzemeler de depo yapımında kullanılmaktadır

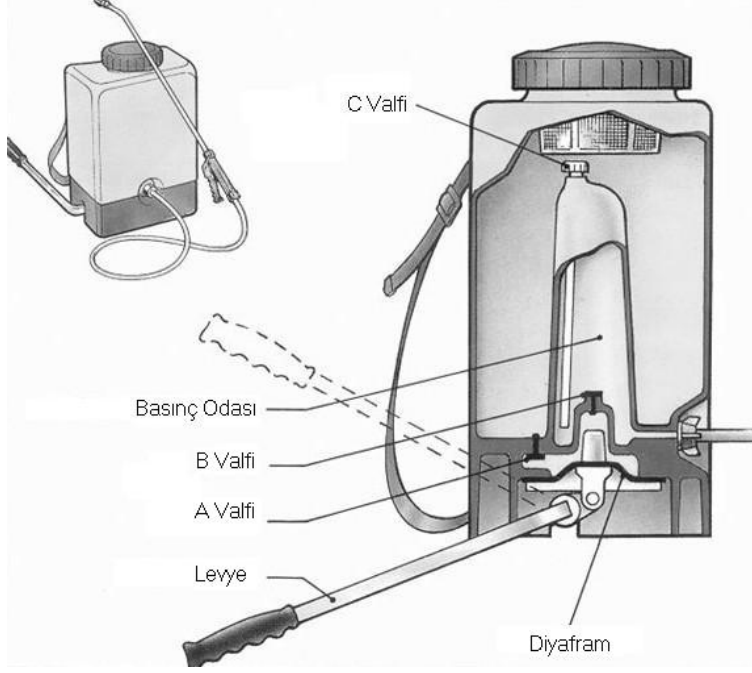
5.3.1.1 Pompalı Sırt Pülverizatörleri

Uygulamada en yaygın olarak kullanılan iki tip pompalı sırt pülverizatörü bulunmaktadır. Her iki tipte de pompaya hareket bir levveli mekanizma düzeni ile verilmektedir.

Membran (diyafram) tip pompaya sahip sırt pülverizatörlerinde (Şekil 5.1) depoya doldurulan sulandırılmış ilaç, membran levveli mekanizmanın yukarı hareketi ile açılan A valfinden öncelikle pompaya gelmektedir. Pompa levyesinin aşağı hareketi ile yaratılan basınçla A valfi kapanmakta, açılan B valfi üzerinden ilaç havayla dolu basınç odasına ulaşmakta ve buradan püskürtme çubuğuna verilmektedir. İlaçlama boyunca levyenin sürekli hareket ettirilmesi gerekmektedir. Basınç odasındaki basınç seviyesi C valfi ile sabit tutulmaktadır. Membran pompaya sahip sırt pülverizatörleri ile 1-3 bar arasında basınç yaratılmakta olup, bu pülverizatörler genellikle yabancı ot ilaçlarını uygulamada tercih edilmektedir.

Piston pompalı sırt pülverizatöründe de (Şekil 5.2) depodaki ilaca basınç bir levveli mekanizma ile işletilen pistonlu pompa ile kazandırılmaktadır. Pompanın levye ile yukarı hareket ettirilmesiyle ilaç A valfi üzerinden silindir içine emilmekte, pistonun aşağı hareketi ile silindir içindeki ilaç B valfi üzerinden, içi hava dolu basınç odasına ulaşmaktadır. Bu esnada basınç odasında yükselen hava basıncının etkisiyle ilaç püskürtme çubuğuna verilmektedir. Arzulanan basınç düzeyi emniyet valfi (basınç kontrol valfi) aracılığı ile kontrol edilmektedir. Bu tip pülverizatörlerde ilaç, mekanik olarak karıştırılmakta olup, karıştırma işlemi pistonla bağlı bir pedal aracılığı ile yapılmaktadır. Pistonlu pompaya sahip sırt pülverizatörleri 5 bar

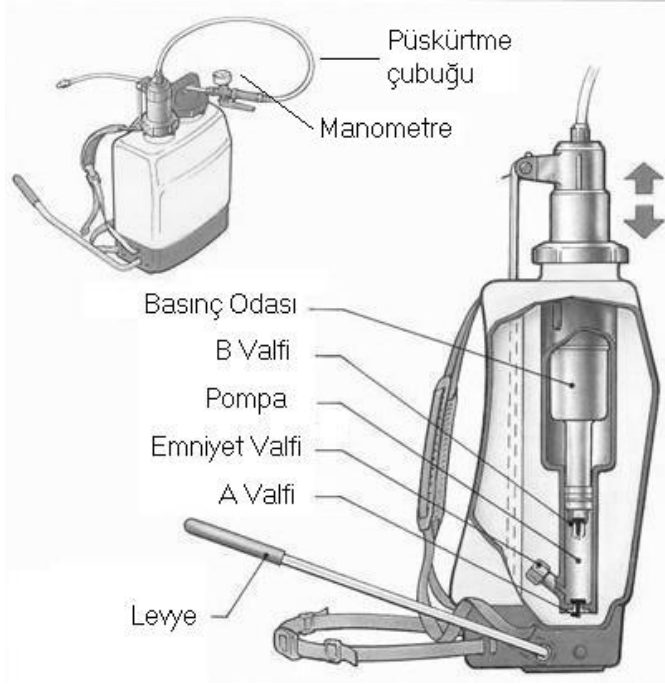
ve daha yüksek basınç geliştirebildiklerinden, daha çok insektisit ve fungusit uygulamalarında tercih edilmektedir.



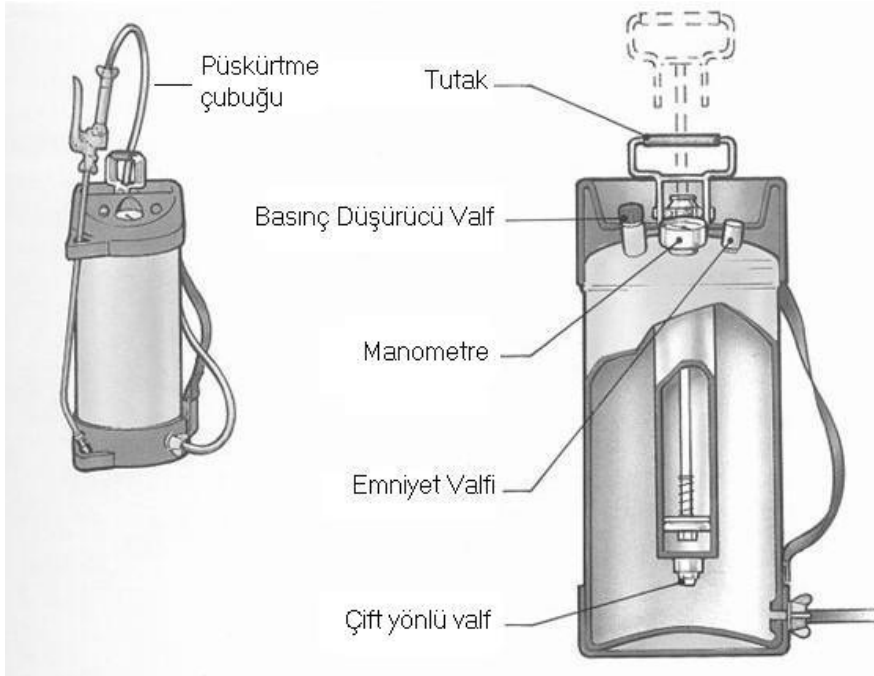
Şekil 5.1 Membran pompalı sırt pülverizatörü (Anonim, 1989)

5.3.1.2 Hava Basıncı Sırt Pülverizatörleri

Hava Basıncı Sırt Pülverizatörlerinde pülverizatör deposu, depo hacminin %30 boş kalacak şekilde ilaçla doldurulur (Şekil 5.3). İlaça basınç depoya hava basan bir pompayla kazandırılır. Depo içine yerleştirilmiş hava pompası bir tutak aracılığı ile aşağı yukarı hareket ettirilir, böylece depodaki ilacın üst kısmında bir hava basıncı yaratılır. Ancak, ilaçlama sırasında azalan hava basıncı nedeniyle püskürtme çubuğu üzerindeki meme verdisinde azalmalar olur. Bunu önlemek için, ilaçlama yapan operatör, depo üzerindeki manometrenin basıncını izlemeli, ayarlanan basıncın altına düşüldüğünde, depoya yeniden hava basılmalıdır. İyi bir düzenleme ile 5 bar basınçta ilaçlama yapılabilir.



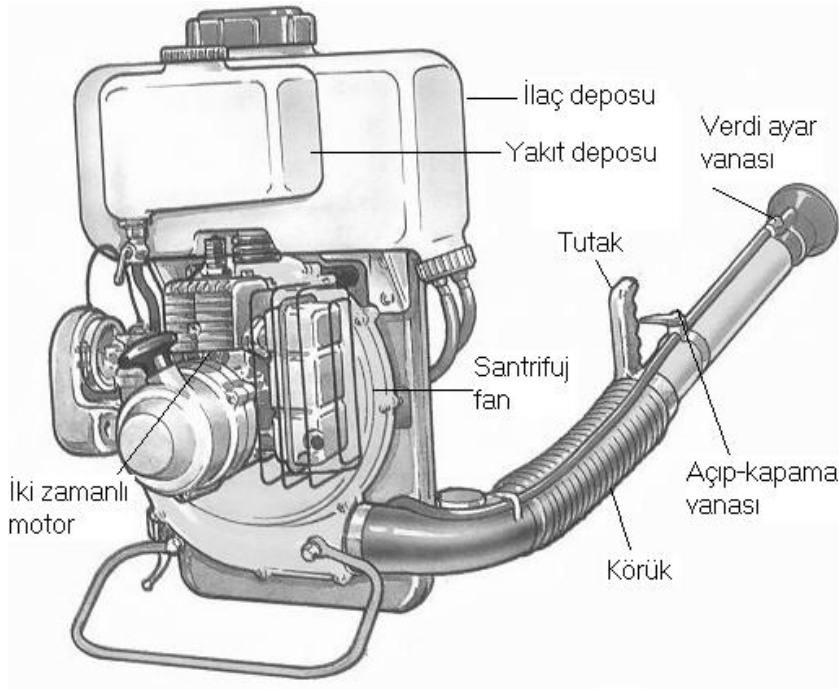
Şekil 5.2 Piston pompalı sırt pülverizatörü (Anonim, 1989)



Şekil 5.3 Otomatik sırt pülverizatörü (Anonim, 1989)

5.3.1.3 Motorlu Sırt Pülverizatörleri

Pompa ve hava basınçlı sırt pülverizatörleri ile ilaç uygulamak son derece yorucu bir iş olduğundan, ilaç uygulamada motorlu sırt pülverizatörleri (Şekil 5.4) daha çok tercih edilmektedir. Motorlu sırt pülverizatörlerinde genellikle 2 zamanlı, silindir hacmi 35–70 cc ve krank mili devri 6000 d/min olan motorlar kullanılmaktadır. Motorun üst kısmına yerleştirilen depo içerisine konulan sulandırılmış ilaç, motor mili üzerinde bulunan bir santrifüj vantilatörün sağladığı hava akımı ile küçük damlalara parçalanmaktadır. Fanın sağladığı hava akımıyla kısmen basınç kazandırılan depodaki ilaç, kademeli olarak ayarlanabilen bir vana ile hava körüğü ucuna yerleştirilmiş bir venturi kanalı içine verilmektedir. Venturideki yaklaşık 70–80 m/s'lik hava hızı ile ilaç <100–1200 µm büyüklüğündeki damlalar halinde parçalanarak hedef üzerine gönderilmektedir. Genellikle insektisit ve fungusit uygulamalarında kullanılan motorlu sırt pülverizatörleriyle bir geçişte ortalama 4-5 m iş genişliğinde ilaçlama yapılmaktadır.



Şekil 5.4 Motorlu sırt pülverizatörü (Anonim, 1989)

5.3.1.4 Sırt Pülverizatörlerinin Kalibrasyonu

Sırt pülverizatörleriyle çalışmada uygun püskürtme memesi seçilirken şu konulara dikkat edilmelidir (Anonim, 1989).

- Sırt pülverizatörleriyle çalışmada, ilaç sürüklenme riskinden dolayı küçük damlalarla çok *İnce Pülverizasyon* yapılmamalıdır.
- *İnce Pülverizasyon* hedef yüzeyler üzerinde çok iyi tutunma ve yüksek kaplama sağlar ve özellikle kontak etkili ilaçların uygulanmasında kullanılır. Ancak eğer ilaç prospektüsü üzerinde 'Zehirli', 'Çok Zehirli', 'Korosif-Aşındırıcı' ya da 'Gözler İçin Ciddi Risk' gibi ifadeler varsa ve ilaçlama yapılacak yerde sürüklenmeden dolayı çevresel sorunlarla karşılaşılacaksa, *İnce Pülverizasyon* yapılmamalıdır.
- *Orta Pülverizasyon*, ilaç prospektüsünde öneriliyorsa veya prospektüsde uygulama konusunda başka bilgi verilmiyorsa kullanılmalıdır.
- *Kaba Pülverizasyon* sadece prospektüs bilgilerinde özel bir tavsiye yer alıyorsa kullanılmalıdır.

Kalibrasyonda izlenecek yöntem aşamaları:

		<u>ÖRNEK</u>
Meme seçimi	Yukarıdaki bilgiler doğrultusunda	D/2.5/1.0 Çarpmalı meme
Basınç	Basınç kontrol valfinden	"LO" Konumu
100 m yol için geçen süre	100 m yol boyunca Geçen süre ölçülür	95 s
Hız hesabı (V)	$V(\text{km/h}) = 360/\text{süre}$	$V = 360/95 = 3,8 \text{ km/h}$
İş genişliği (B)	Sabit bir yükseklikten katı bir yüzey üzerine püskürtme yapılır ve ıslatma genişliği ölçülür	1.7 m

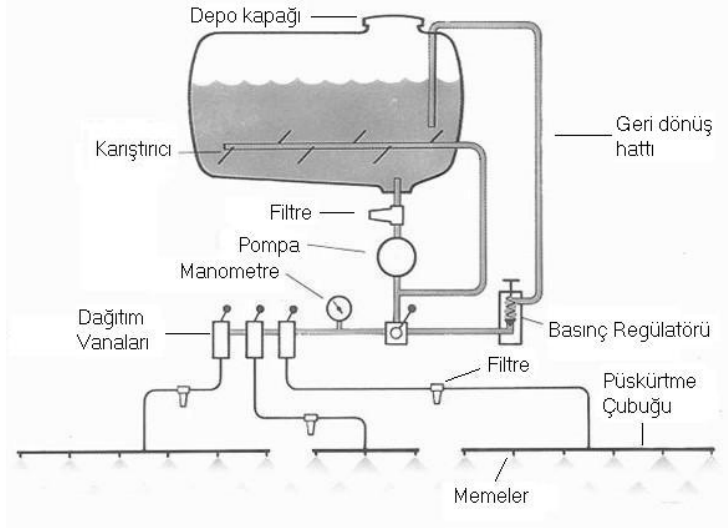
Bitki Koruma MakinalarıA. Bayat

Meme verdisi(q)	Dereceli bir kap içerisine 1 dakika püskürtme yapılır	2,2 l/min
İlaç normu (N)	$N=600.q/V.B$	$N=600.2,2/3,8.1,7$ $=204 \text{ l/ha}$
Doz oranı	Prospektüsten	5,5 l/ha
Depo kapasitesi(DK)	Depo hacmi öğrenilir	20 l
Depo başına İlaç miktarı	$=\text{Doz (l/ha). DK(l)/N(l/ha)}$	$5,5.20/204$ $=0,54 \text{ l}$

Yukarıdaki örneğe göre ilaçlama yapacak operatör bir depoya 19,46 l su ve 0,54 l ilaç koyması gerekmektedir. Ayarlanan kalibrasyon değerlerinin tarla koşullarında da sürdürülmesi için, operatörün daima aynı hızla ilerlemesi ve ayarlanan basıncın korunması gerekmektedir. Özel bir öneri yapılmadığı sürece püskürtme işlemi 50 cm yükseklikten yapılmalıdır.

5.3.2 Mekanik Tarla Pülverizatörleri

Tarla bitkilerine ilaç uygulamada kullanılan mekanik tarla pülverizatörlerinde (Şekil 5.5) makine deposundaki sıvı ilaç, bir pompanın sıvıya kazandırdığı basınç enerjisi ile meme olarak adlandırılan ünitelerde damlalar halinde parçalanarak hedefe iletilmektedir. Mekanik tarla pülverizatörlerinde oluşan damlaların hedefe ulaşmasında pompanın damlaya kazandırdığı enerji ve damlaya etki eden yerçekimi kuvveti etkili olmaktadır. Mekanik pülverizatörler traktöre asılır ya da çekilir olarak imal edilebilmektedir. Standart tip bir mekanik pülverizatör depo, karıştırıcı, süzgeçler, pompa, regülatör, manometre, püskürtme çubuğu ve memeler gibi ana organlardan oluşmaktadır.



Şekil 5.5 Mekanik tarla pülverizatörü (Anonim, 1994)

İlaç Deposu

Deponun görevi; sıvı ilaç taşımaktır. Depolar silindirik veya dikdörtgen prizma şeklinde imal edilmektedir. Başlangıçta depolar sac malzeme kullanılarak imal edilmelerine rağmen, son yıllarda ilaçların korozif etkileri de göz önüne alınarak plastik ya da fiberglas malzemedan imal edilmektedirler. Plastik depolar ucuz, korozyona dayanıklı ve UV ışığına karşı dayanımları nedeniyle daha çok tercih edilmektedir. Ancak bazı imalatçılar krom sac malzemedan de depo imal edebilmektedir. Depolarda doldurma ve boşaltma kolay olmalı, depo kapağı emniyetle kapatılabilmektedir. Asma pülverizatörlerde 200–500 litre, traktörle çekilenlerde 1000–2000 litre kapasiteli depolar kullanılmaktadır.

Depo Karıştırıcı

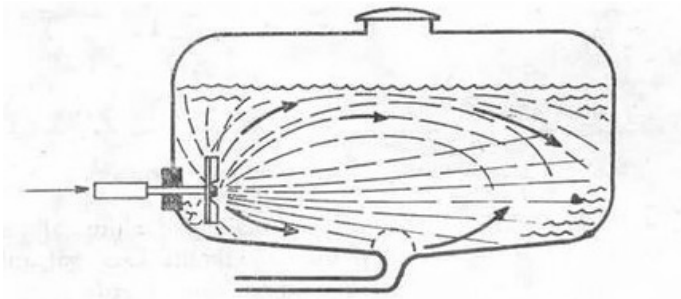
Karıştırıcının görevi, depodaki ilacın konsantrasyonunu ilaçlama süresince yeknesak olarak korumaktır. Sıvı ilaçlarda özellikle süspansiyon olanlarda bu gerekmektedir. Bunun için özellikle büyük depolu olan pülverizatörlerde karıştırıcı kullanılır. Uygulamada hidrolik, mekanik ve pnömatik tip karıştırıcılar yaygın olarak kullanılmaktadır.

Hidrolik karıştırıcıda (Şekil 5.5) pompalanan sıvının bir kısmı basınçlı olarak depoya döndürülür. Sıvı depo içine memeler yardımı ile verilir. Memelerden çıkan sıvı jetinin enerjisi ve türbülans etkisi karıştırmayı sağlar. Memeler tank dibinde, zeminden 2,5-5 cm yukarıda ve yatayla 30°lik açı yapan sıvı jeti verecek şekilde konularak iyi bir karıştırma elde edilebilir. Hidrolik karıştırıcılarla uygun bir karıştırma elde edebilmek için gerekli olan verdi depo kapasitesi ve memeden çıkan sıvı basıncı ile ilgilidir. Hidrolik karıştırıcı mekanik olana kıyasla daha basittir, fakat daha fazla güç yutar.

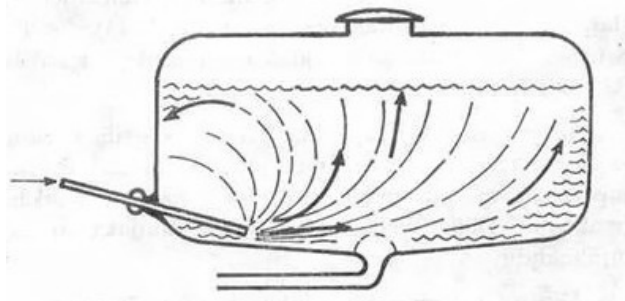
Mekanik karıştırıcıda (Şekil 5.6), dönme veya sallantı hareketi yapan paletler bulunur. Döner karıştırıcıların dönme hızı (100-180 d/d)dır, sallantılı olan tip ise dakikada (15-20) sallantı yapar.

Depo kapasitesi 400 litreden küçük pülverizatörlerde hidrolik, daha büyük olanlarda ise hidrolik ve mekanik karıştırıcılar bir arada kullanılmaktadır Süspansiyon haldeki ilaçlarda mekanik, emülsiyon ilaçlarda ise hidrolik karıştırıcılar daha etkilidirler.

Pnömatik karıştırıcılarda (Şekil 5.7) ise hava akımı depo içerisindeki sıvıyı karıştırmada kullanılmaktadır.



Şekil 5.6 Mekanik karıştırıcı (Tezer ve Zeren, 1986)



Şekil 5.7 Pnömatik karıştırıcı (Tezer ve Zeren, 1986)

Süzgeçler

Süzgeçler, pülverizatörde pompa ve vanalardaki geçitlerle meme deliklerinin tıkanmasını önler. Süzgeçler depo ağzında ve memeden önce sıvının süzülmesini sağlar. Depo ağzında genellikle 25 mesh` lik süzgeç kullanılır. Pompa ile depo arasında süzgeç kullanıldığında 50 mesh` lik olmalıdır, süzgeç delikleri toplam alanı emme borusu kesit alanının 10 katı olmalıdır. Memeden önce 100 mesh` lik süzgeç kullanılır. Süzgeçler kolay bir şekilde sökülüp temizlenebilmelidir.

Süzgeçler tel dokuma veya yuvarlak delikli olur. Her iki halde de piring alaşım kullanılır, son yıllarda plastik malzeme de kullanılmaktadır.

Süzgeçler numara ile tanımlanmaktadır. Çeşitli sistemlerde numaralar farklıdır. Tel süzgeçlerde, Amerikan sisteminde 1 inch doğrusal uzunlukta aralık sayısı süzgeç numarası veya *Mesh* numarasıdır. Alman sisteminde ise süzgeç numarası (mm) olarak delik aralığıdır. Yuvarlak delikli olanlarda numaralama farklıdır. Metrik sistemde delik çapının milimetre değeri, inch sisteminde ise delik çapının (1/64) inch katları süzgeç numarası olarak bilinir. Süzgeçlerde, süzgecin yapısı süzme emsali ile belirtilir.

Süzme emsali aşağıdaki şekilde bulunabilir.

$$\mu = f/F * 100 \quad 5.1$$

Burada:

μ = Süzme emsali ,
 f = Faydalı delik alanı,
 F = Toplam süzgeç alanıdır.

Buna göre tel dokuma süzgeçlerde:

$$\mu = L^2 / (L+d)^2 * 100 \quad 5.2$$

Burada:

L = Delik genişliği (mm),
 D = Tel çapı (mm).

Düzgün sıralı yuvarlak delikli süzgeçlerde:

$$\mu = 78.54 * d^2 / t^2 \quad 5.3$$

Burada:

D= Delik çapı (mm),

T= Delik eksenleri arasında uzaklık (mm) .

Karışık sıralı yuvarlak delikli süzgeçlerde:

$$\mu=90.67*d^2/t^2$$

5.4

Burada:

D= Delik çapı (mm)

T= Delik eksenleri arası uzaklık (mm)

Karışık sıralı yuvarlak delikli süzgeçlerde delikler bir eşkenar üçgenin köşelerine, düzgün sıralı da ise bir karenin köşelerine dizilmiştir. Görüldüğü gibi süzme emsali karışık sıralı yuvarlak deliklerde daha yüksektir.

Pompalar

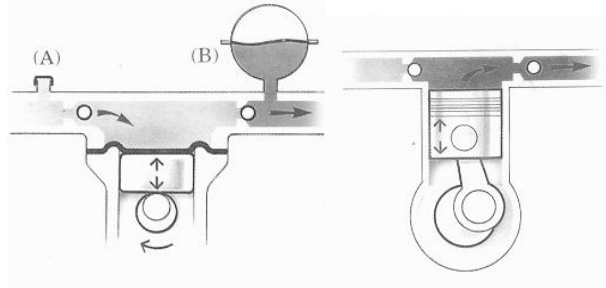
Pülverizatörlerde pompa, sıvıya basınç sağlar. Pülverizatörlerde genellikle pistonlu, piston membranlı, dişli, rulolu ve santrifüj tipte yüksek basınçlı pompalar kullanılır (Şekil 5.8). Başlangıçta daha çok yüksek basınç elde etmek için pistonlu pompalar kullanılmış olmasına rağmen, son yıllarda yüksek basıncın sakıncaları bilindiğinden daha çok piston membranlı ve diğer düşük basınçlı pompalar kullanılmaktadır. Pistonlu pompalar 30 bar ve üzerindeki basınç gereksinimleri, piston membranlı pompalar <30 bar, rulolu pompalar <10 bar ve santrifüj pompalar <5 bar basınç gereksinimleri için kullanılmaktadır.

Piston ve piston membranlı pompalarda ilaç, emme valfi üzerinden pompa silindirine dolar, pistonun alt ölü noktadan üst ölü noktaya hareketi ile ilaca basınç kazandırılarak basma hattına verilir. Ancak gerek piston, gerekse piston membranlı pompalarda, piston sadece üst ölü noktaya hareket ettiği zaman ilaç basıldığından, pistonun alt ölü noktaya hareketi ile meme verdilerinde bir kesiklik oluşur. Bu kesikliği önlemek için her iki pompanın basma hattı üzerine birer hava tüpü eklenir. Böylece pompanın basma fazında hava tüpü içine sıkışan hava, pistonun alt ölü noktaya hareketi sırasında tüp içine sıkışan ilacın basma hattından memelere ulaşmasını

sağlar. Böylece memelerdeki verdi kesikliği önemli ölçüde giderilir. Piston ve piston membranlı pompalarla 30-300 l/min' lik debiler sağlanabilir.

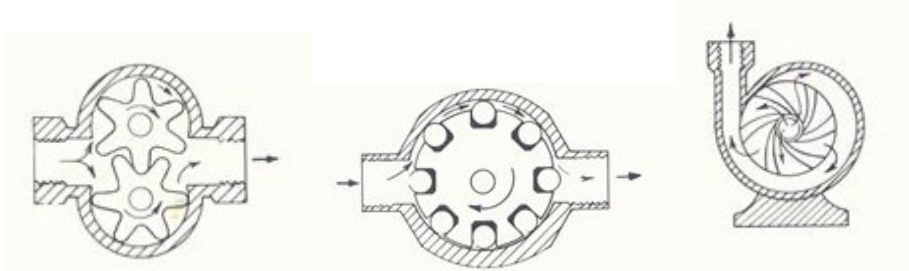
Rulolu ve dişi pompalar başlangıçta yaygın kullanılmalarına rağmen, ilaçların korozif etkilerinden dolayı artık günümüzde yaygın olarak kullanılmamaktadır. Rulolu pompalarda merkezden kaçık olarak yerleştirilmiş bir rotor üzerinde bulunan ruloların etkisiyle ilaca basınç kazandırılmaktadır. Ayrıca, rulolu pompalarda yüksek basınçta debilerinde önemli oranda azalma olmaktadır. Dişli pompalarda ise ilaç, bir birine zıt yönde dönen dişlilerin etkisiyle basınç kazanmaktadır.

Santrifüj pompalarda ise ilaç, dönerken çalışan bir çarkın kanatları arasından geçerken kazandığı kinetik enerji ile basınç kazanmaktadır. Santrifüj pompalar yüksek uygulama hacimlerine ihtiyaç duyulduğunda kullanılmaktadır. Bazen de sadece depo doldurma amaçlı olarak pülverizatörler üzerinde kullanılırlar.



Piston Membranlı Pompa

Pistonlu Pompa



Dişli Pompa

Rulolu Pompa

Santrifüj Pompa

Şekil 5.8 Pülverizatör pompa tipleri (Anonim, 1994)

Regülatör ve Manometreler

Pülverizatörlerin basma hattında bir regülatör bulunur. Bu ünitenin görevi basıncı ayarlamak ve aynı zamanda bir emniyet supabı gibi çalışarak tıkanma halinde sistemin zarar görmesini önlemektedir. Pülverizatörle hedeflenen ilaç normunun ilaçlama boyunca korunmasında regülatörün önemi büyüktür. Regülâtörle pompanın bastığı ilacın bir bölümü depoya geri yönlendirilir, böylece püskürtme basıncı ayarlanmış olunur.

Regülatörle ayarlanan basınç miktarı manometre aracılığı ile gözlenir. İlaçlama boyunca operatör manometreyi izleyerek basınçtaki değişimleri kontrol eder. Pülverizatörler üzerinde değişik hassasiyete sahip manometreler kullanılmaktadır.

Püskürtme Çubuğu

Püskürtme çubuğu memelerin üzerine belirli aralıklarla dizildiği ünitedir. Tarla pülverizatörlerinde yüksek iş genişliklerinde çalışabilmek için püskürtme çubukları çok parçalı olar imal edilir. Böylece yol konumunda çubuk katlanır, ancak ilaçlama sırasında kanatlar açılır. Püskürtme çubuğunun her bir parçasına ayrı bir kontrol vanası ile komuta edilerek, gerektiğinde bazı parçalara ilaç akışı önlenmektedir. Püskürtme çubuğu yüksekliği ayarlanabilir olmalı. Ayrıca, çubuk tarla yüzeyine daima paralel olarak işletilmelidir. Son yıllarda elektro-hidrolik olarak açılıp kapanabilen püskürtme çubukları geliştirilmiştir. Asılır ve çekilir tip pülverizatörlerde 24 m kanat açıklığına sahip pülverizatörlerin imalatı yaygınlaşmaktadır. Ancak kendi yürür tip pülverizatörlerde daha büyük kanat açıklığı kullanılabilir.

Memeler

Pülverizatörde memelerin görevi, basınçla gelen sıvıyı parçalamak ve damlacıklar halinde bitkiye sevk etmektir. Memelerde parçalanma mekanik pülverizatörlerde sıvı basıncı ile sağlanır. Basıncı sıvı küçük delikten geçerken dağılır. Sadece pnömatik pülverizatörlerde ise meme içindeki dağılmaya ek olarak meme çevresinden gelen yüksek hızlı hava akımı parçalanmayı artırır.

Memeler, tarla pülverizatörlerinde püskürtme çubuklarına takılır. Püskürtme çubuğuna memelerin hangi aralıklarla bağlanacağı, memenin hüzme açısı ve püskürtme yüksekliğine bağlı olarak değişir. Mekanik tarla

pülverizatörlerinde kullanılan hidrolik memeler 65°, 80° ve 110°'lik hüzmeler (püskürtme açısı) açılarıyla imal edilmekte olup, birçok imalatçı 50 cm meme aralığı ile memeleri püskürtme çubuğuna monte etmektedir.

Pülverizatörler üzerinde kullanılan püskürtme memeleri;

1. Basınç Enerjisi ile Çalışan Memeler

a. Konik Hüzmeli Memeler

- İçi boş konik hüzmeli,
- İçi dolu konik hüzmeli

b. Yelpaze Hüzmeli Memeler

- Yelpaze hüzmeli yarıklı,
- Yelpaze hüzmeli çarpmalı,

2. Kinetik Enerji ile Çalışan Santrifüj Memeler

- a. Döner diskli
- b. Döner Kafesli

3. Gaz Enerjisi ile Çalışan Pnömatik Memeler

- a. Düşük hava hızlı (30-120 m/s)
- b. Yüksek hava hızlı (120-300 m/s)

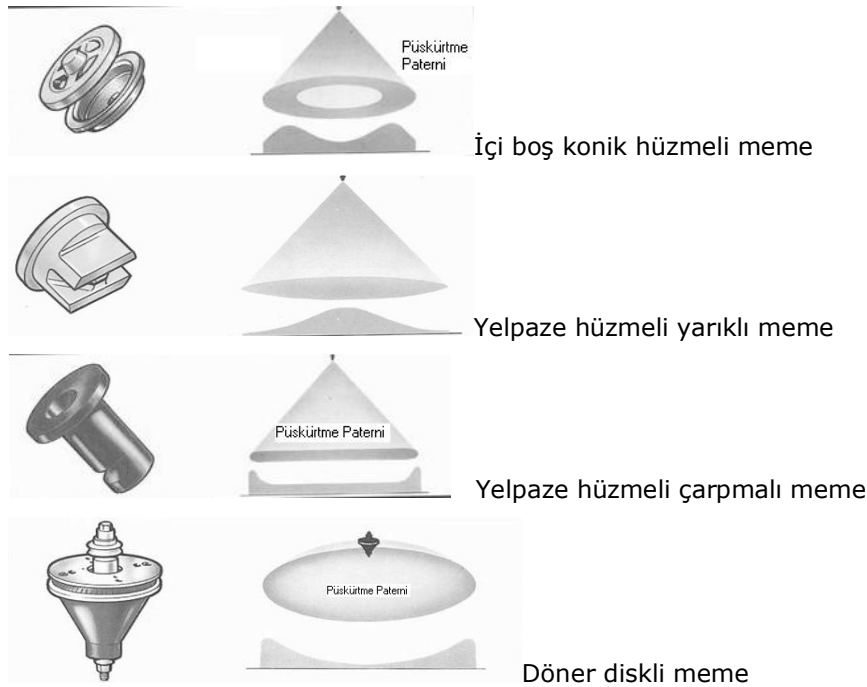
Pülverizasyonda oluşan hüzmelerin tabanı koni şeklinde ise bu tip memelere *Konik Hüzmeli*, koninin çevresi yanlardan karşılıklı basık halde ise bu tip memelere *Yelpaze Hüzmeli* meme denir (Şekil 5.9).

Boş Konili memelerde sıvı memeye bir türbülans odasından teğetsel olarak gider. Bu suretle dönme kazanan sıvı damlalar halinde parçalanır ve sıvı içi boş bir koni şeklinde memeden çıkar.

Dolu Koni memelerden çıkan sıvı hüzmelerinin ortası doludur. Meme gövdesinin içindeki yivli çekirdek sıvıya dönme hareketi vererek parçalanmayı arttırır.

Yelpaze Hüzmeli memelerde, meme plakası dış yüzüne açılan bir yarık ile koni şeklindeki hüzmeler yassılaştırılır. Standart yelpaze hüzmeli memelerde meme deliği elips şeklindedir. Yelpaze hüzmeli çarpmalı memelerde ise meme

içinden basınçla geçen sıvı meme ucundaki karşı bir yüzeye çarparak parçalanmaktadır. Son yıllarda, standart yelpaze hüzmeli memeye göre daha iyi ilaç kaplaması ve daha az ilaç sürüklenmesi sağlayan yeni tip yelpaze hüzmeli memeler geliştirilmiştir. Bu yeni memeler sürüklenme önleyici meme (DG), Turbo Teejet (TT), Turbo damlacık üreten meme (AI), Yağmur damlacığı üreten meme (RD) gibi özel isimlerle anılmaktadır. Yeni geliştirilmiş bu memelerde temel amaç, toplam püskürtme hacmi içerisinde sürüklenmeye eğilimli damlaların oranını azaltmak olmuştur.



Şekil 5.9 Pülverizatörlerde kullanılan memeler ve püskürtme dağılımları (paternleri) (Anonim, 1994)

Konik Hüzmeli memeler daha çok insektisit ve fungusit uygulamalarında, *yelpaze hüzmeli* memelerde daha çok herbisit uygulamalarında kullanılmaktadır. Ancak konik ve yelpaze hüzmeli memelerle çok düşük uygulama hacimlerinde ilaçlama yapmak mümkün olmamaktadır. Oysa, döner diskli memelerle 1 l/da gibi düşük uygulama hacimlerinde ve kontrollü damla üreterek ilaçlama yapılabilir. Konik ve yelpaze hüzmeli memelerin püskürtme çubuğuna bağlantı biçimi ve memeyi oluşturan

parçacıklar Şekil 5.10 da verilmiştir. Meme ucu, conta ve filtre meme başlığına yerleştirilerek püskürtme çubuğuna bağlanmaktadır. Ancak püskürtme işlemi bittikten sonra memelerdeki ilaç damlamasını önlemek için, özellikle son yıllarda memeler damla önleyici başlıklar aracılığı ile çubuk üzerine bağlanmaktadır.



Şekil 5.10 Meme parçacıkları ve püskürtme çubuğuna bağlantı elemanları
(Anonim, 1994)

Döner Diskli memelerde, dönerek çalışan bir disk üzerine sıvı bir enjektörle verilir, disk üzerine verilen sıvı, santrifüj (merkezkaç) kuvvet ve

disk üzerindeki sivri uçlarla parçalanır (Şekil 5.9). Püskürtme hüzmesi şemsiyeye benzemektedir. *Döner Kafesli* memelerde ise, sıvıyı parçalayan dönerek çalışan kafestir. Döner kafesli memeler daha çok uçakla ilaçlamada kullanılmaktadır.

Pnömatik memelerde ise sıvı ilaç yüksek hızlı hava akımı içinde parçalanarak damlalara dönüştürülmektedir. Pnömatik memelerle damla oluşabilmesi için en az 50 m/s'lik hava hızına ihtiyaç duyulur. Pnömatik memelerle düşük uygulama hacimlerinde insektisit ve fungusit uygulamaları yapılmaktadır. Motorlu sırt pülverizatörü püskürtme başlığı tipik bir pnömatik memedir.

Basınç enerjisi ile çalışan memelerde meme verdisi, meme delik büyüklüğü ve kullanılan basınca bağlı olarak değişir. Buna göre meme verdisi aşağıdaki eşitliğe göre bulunur (Tezer ve Zeren, 1986);

$$q = f\mu\sqrt{2gH} \quad 5.5$$

Burada :

- q= Meme verdisi (m³/s) ,
- f= Meme delik alanı (m²)
- μ= Verdi katsayısı,
- g= Yer çekimi ivmesi (9,81 m/s²),
- H= Memeden çıkan sıvının basıncı (m.ss) dir.

Pülverizatör memeleri, meme numarası ile tanımlanır. Metrik sistemde meme numarası (mm) olarak delik çapı, inch sisteminde ise 1/64 inch'in katları olarak delik çapını gösterir. Örneğin D2-23 kodlu konik hüzmeli memede, D harfini izleyen rakam 2/64 inch (0.8 mm) olarak meme plakası delik çapını, 23 rakamı ise türbülans plakası toplam kanal kesiti hakkında bilgi verir. Yelpaze hüzmeli memelerde ise 65° ve 80° serisinde ilk iki rakam, 110° serisinde ise ilk üç rakam hüzmeye açısını vermektedir. Hüzmeye açısını izleyen rakamlar ise 10'a bölünmek suretiyle 3 bar basınçtaki meme debisini Galon/min olarak verir.

İngiliz Bitki Koruma Kurulu (BCPC) yukarıda verilen kodlamadan farklı bir kodlama sistemi kullanmaktadır. BCPC'ye göre: F80/1.20/3 şeklindeki bir

gösterimde; F; memenin yelpaze hüzmeli yarıklı meme olduğunu, 80 rakamı derece olarak hüzmeye açısını, 1.20 ise 3 bar basınçtaki l/min olarak meme verdisini göstermektedir. İçi boş konik hüzmeli memeler HC, yelpaze hüzmeli çarpmalı memeler D (deflector) ve düşük basınçlı yelpaze hüzmeli memeler FLP (flat- low pressure), bant şeklinde alan ilaçlamada kullanılan yelpaze hüzmeli yarıklı memeler için EF (even-flat fan) kısa gösterimi kullanılmaktadır (Thornhill ve Matthews, 1995).

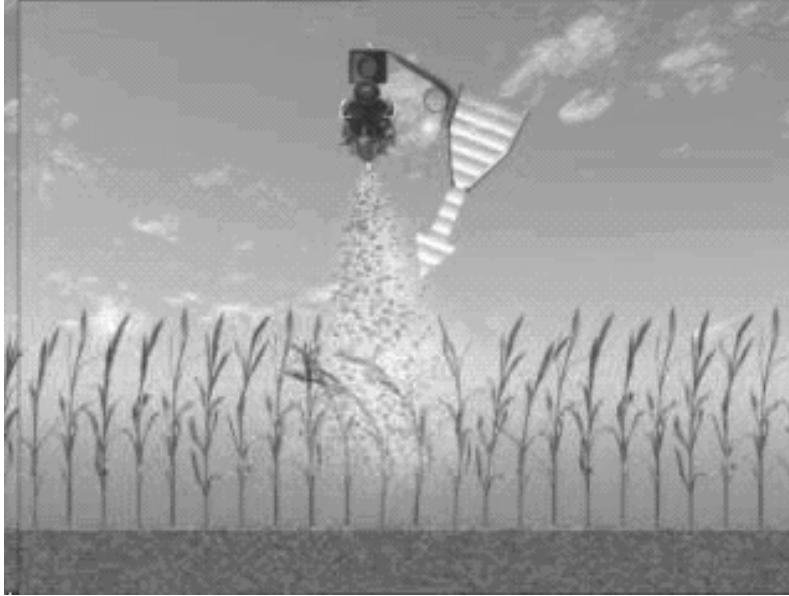
5.3.3 Yardımcı Hava Akımlı Tarla Pülverizatörleri

Yardımcı hava akımlı tarla pülverizatörlerinde damlaların oluşması mekanik pülverizatörlerle aynıdır. Ancak memelerde oluşturulan damlalar hava akımı ile bitkiler üzerine taşınmaktadır. Böylece mekanik tarla pülverizatörlerine göre, bitki yaprakları üzerinde daha fazla ilaç tutunması sağlanmaktadır. Ayrıca hava akımıyla damlaya kazandırılan enerji nedeniyle damlaların rüzgârla hedef dışına taşınması önlenmektedir.

Hava akımı pülverizatör şasesi üzerine monte edilmiş bir aksiyal akışlı fanla (1) sağlanmaktadır (Şekil 5.11). Fanın sağladığı hava akımı, katkılı PVC malzemeden imal edilmiş bir hava ceketiyile (2) püskürtme çubuğu boyunca dağıtılmaktadır. Hava ceketinin meme püskürtme dağılımı (paterni) üzerine açılan bölümünde oldukça fazla sayıda dairesel açıklıklar bulunmakta olup, her bir delikten geçen hava hızı pülverizatör imalatçılarına göre farklı olmakla beraber bu değer 27–45 m/s arasında olmaktadır. Hava akımı ve püskürtülen damla bulutu belli bir açıyla buluşturulduktan sonra bitki üzerine çökeltilmektedir (Şekil 5.12). Püskürtme çubuğu üzerinde kullanılan hava debisi ise 2000 m³/m civarındadır. Çubuk genişliği 12 m'ye aşan pülverizatörlerde yeterli düzeyde hava akımı sağlanabilmesi için birden fazla fan kullanmak gerekebilir. Hava akımlı tarla pülverizatörlerinde kullanılan fanın güç gereksiniminden dolayı bu tip pülverizatörlerin yüksek güçlü traktörle işletilmesi gerekmektedir.



Şekil 5.11 Yardımcı hava akımlı tarla pülverizatörü



Şekil 5.12 Hava akımıyla damlaların belli bir açıyla buluşturulması

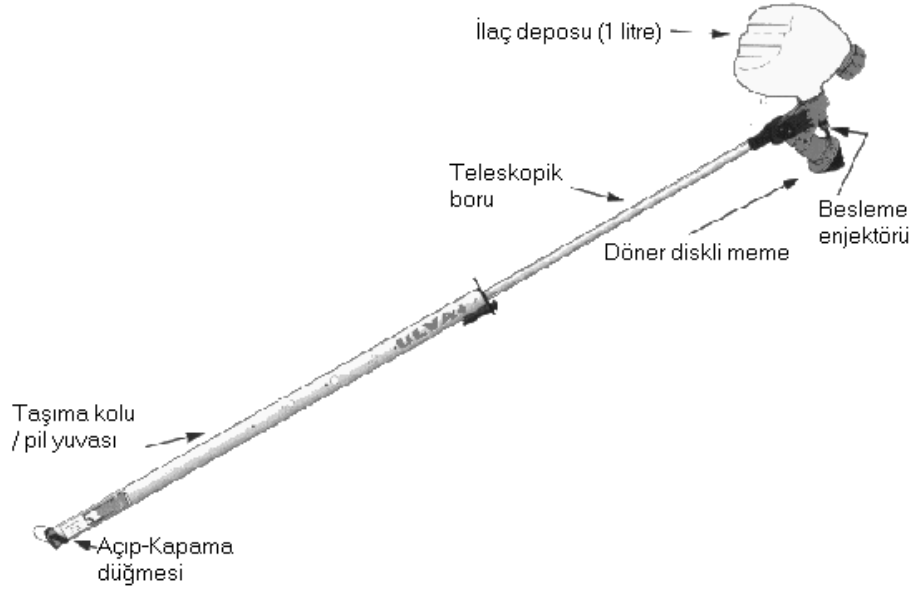
5.3.4 Döner Disk Memeli Tarla Pülverizatörleri

Döner diskli memeli pülverizatörler başlangıçta su sıkıntısı çekilen ve henüz traktörün yaygın kullanılmadığı bölgelerde pille çalıştırılacak şekilde imal edilmiştir (Şekil 5.13). Ancak son yıllarda döner diskli memeler tarla pülverizatörlerine adapte edilerek kontrol edilebilir damla çaplı pülverizasyonlar (*Controlled Droplets Application*) üretilmesi sağlanmıştır. Diğer bir ifadeyle sabit meme verdisinde, disk dönü hızı değiştirilerek aynı verdede farklı çaplı damlalar elde edilebilmektedir. Böylece rüzgârlı koşullarda

disk devri azaltılarak daha büyük damlalar üretilir ve ilacın rüzgârla hedef dışına taşması önlenir. Herbisit uygulamalarında *Orta* ve *Kaba* yapılı pülverizasyonla (yaklaşık 2000 d/min disk devri) 1–5 l/da uygulama hacmi kullanılmaktadır. Fungisit ve insektisit uygulamalarında ise yüksek ilaç kaplamaları için 5000–10000 d/min disk dönü hızında damlalar üretilmektedir. Fungisit ve insektisit uygulamalarında ise 0,5–2 l/da uygulama hacimleri kullanılmaktadır.

Elde çalıştırılan döner diskli pülverizatörde ilaç yaklaşık 1 litre depo kapasitesine sahip bir depodan bir enjektörle disk üzerine verilmektedir. Disk hareketi için gerekli enerji piller aracılığı ile sağlanmaktadır. İlaçlama sırasında, her 15–20 dakikalık bir ilaçlama sonrası yaklaşık bir 5–7 dakikalık dinlenme periyodundan sonra ilaçlamaya başlanmalıdır. Bu suretle pillerdeki voltaj değişikliği, yeniden polarizasyon nedeniyle azalır. Aynı pillerle günlük en fazla 2 saat ilaçlama yapılabilir. Özellikle nikel kadmiyum piller çalışma süresince daha sabit bir voltaj sağlamaktadır.

Traktöre asılır tip döner disk memeli tarla pülverizatörlerinde (Şekil 5.14) döner diskli memeler, püskürtme çubuğuna yaklaşık 1,2 m aralıklarla bağlanmaktadır. Diske hareket, her bir disk üzerinde bulunan bir doğru akım motorundan kayış kasnak sistemiyle verilmektedir. Güç kaynağı olarak traktör akümülatörü kullanıldığından ilaçlama boyunca düşük voltaj oluşmamakta ve disk daima aynı dönü hızlarında çalışılmaktadır. Farklı damla büyüklükleri elde etmek için, kayışın kasnak üzerindeki yeri değiştirilerek sağlanmaktadır. Döner diskli memelerde meme verdisi, disk üzerine sıvı akışını sağlayan enjektörler değiştirilerek sağlanır. Uygulamada en yaygın kullanılan enjektörler, mavi, sarı ve kırmızı renklerde üretilmektedir. En yüksek meme verdisi kırmızı enjektörle sağlanmaktadır. Döner diskli memelerde kullanılan işletme basıncı son derece küçük olup, basıncın damla büyüklüğü üzerinde herhangi bir etkisi bulunmamaktadır. Döner diskli pülverizatörlerde kullanılan verdi enjektörlerinin ilaç akıtan kesit ölçüleri son derece küçük olup, tıkanmaları önlemek için birçok noktada püskürtme sıvısı filtre edilmelidir. Ayrıca mümkün olduğunca depo içine temiz su konulmalıdır. Uygulamada 400 litre depo kapasiteli olarak imal edilen döner diskli tarla pülverizatörleriyle yaklaşık 400 da alan ilaçlanabilmektedir.



Şekil 5.13 Elde çalıştırılan döner diskli pülverizatör



Şekil 5.14 Traktöre bağlı olarak işletilen döner diskli tarla pülverizatörü

5.3.5 Mekanik Tarla Pülverizatörleriyle Tarlada Çalışma

Tarla pülverizatörlerinde ilaç normu, pülverizatörün ilerleme hızına ve meme sayısı ile memelerin verdisine bağlıdır. İlaç normu (N) aşağıdaki eşitlikten hesaplanabilir.

$$N = 600 Q/V.B \quad 5.6$$

Burada;

N= İlaç normu (l/ha),

Q= Toplam püskürtme verdisi (l/min),

V= Pülverizatör çekilme hızı (km/h), ve

B= İş genişliği'dir (m).

Toplam püskürtme verdisi; tek bir memenin verdisi ile toplam meme sayısı çarpılarak, pülverizatör iş genişliği ise meme sayısı ve memeler arası mesafe çarpılarak hesaplanabilir. Hızın değişmesi ilaç normunu önemli oranda etkiler. Eğer ilerleme hızı 4 km/h'den 8 km/h hıza çıkarılırsa, belli bir uzunluk için memeler bu uzunluğu daha çabuk kat edecekler ve memelerin verdisi sabit kaldığına göre ilaç normu yarıya düşecektir. İlerleme hızının sabit olarak tutulması özellikle yüksek konsantrasyonlu ilaçların uygulanmasında önemlidir. Yüksek konsantrasyonlu ilaçlar, düşük ilaç normu ile verildiğinde hızdaki değişme sonunda ilaç konsantrasyonu diğer deyişle bitkilere gelen ilaç miktarı farklı olacaktır.

Belli bir traktör gaz kolu düzenlenmesi için, meyilli olmayan arazilerden traktörün ilerleme hızı oldukça sabit kalır. Eğimli arazilerde ise bu hız eğim aşağı ve meyil yukarı hareketlerde daima değişecektir. Traktörle çekilen pülverizatörlerde, traktör hız saatinin kontrol edilerek aşırı veya düşük dozla ilaçlama sonunda ortaya çıkabilecek zararların önlenmesi gerekir

Rüzgâr hızı 2,5 km/h'den fazla olduğunda tarla pülverizatörü ile etkili bir ilaçlama yapılamaz. Bu bakımdan ilaçlamaya başlamadan önce rüzgâr hızının kontrol edilmesi gerekir.

Pülverizatörlerdeki meme sayısı sabit olarak düşünülüğünde, memelerin verdisi belli sınırlar içinde basıncı azaltıp, çoğaltarak düzenlenebilir

veya meme plakaları dolayısıyla memenin delik çapı değiştirilerek de memelerin verdisi ayarlanabilir. Basıncın değiştirilmesinde belirli sınırlar vardır. Basıncın artması veriyi, artışın karekökü ile (ortalama olarak) orantılı olarak artırır. Basınç artışı sonunda püskürtmeden elde edilen damlaların çapı azalır, bu damlaların rüzgarla sürüklenmesi problemini ortaya çıkarır. Bunun dışında memelerde sıvının dağılışı da değişir. Genel olarak basınç, meme yapısına uygun, optimum basınç değerine göre en çok $\pm\%25$ oranında değiştirilmelidir. Şayet basıncın bu sınırlar içinde kalan değişimi istenilen ilaç normunu sağlamaz ise, o takdirde meme plakaları veya helis gövdeleri değiştirmek gerekir. Bazı ilaçlar da, ilaçlama çubuğu üzerinde meme sayısının değiştirilmesi tercih edilebilir. Bu suretle özellikle bazı çapa bitkilerinde, her bir bitki sırasına düşen meme sayısı 3 veya daha fazla sayıya yükseltilerek, gelişen bitkide yaprakların meydana getireceği geniş alan etkili bir şekilde ilaçlanabilmesi sağlanır.

İlaç normuna etki eden bu faktörler arasında uygun bir düzenlemenin sağlanması için, pülverizatörün tarlada kalibre edilmesi gerekir.

İlaçlamaya başlamadan önce, kullanılacak pülverizatörün, ilacı şartlara uygun bir ilaç normu ile püskürttüğü kontrol edilmelidir. Daha önce belirtildiği gibi ilaç normu memelerin verdisi ve ilerleme hızı ile ilgilidir.

Eğer pülverizatör üzerindeki memeler uygun ölçüde ise ve basınç yeterli değerde bulunuyorsa, pülverizatörün ilerleme hızının kalibrasyonu gerekir. Hızın ayarlanmasında traktörün hız saati uygun bir kontrol sağlar.

Kalibrasyon yapılmasında aşağıdaki yol uygulanabilir (Tezer ve Zeren, 1986):

- Tarlada 200 m ara ile iki işaret çubuğu dikilir.
- Pülverizatör deposu su ile doldurulur. Pülverizatör çalıştırılarak, makine üzerindeki hortum, pompa ve hava deposu gibi kısımların su ile tamamen dolması sağlanır. Daha sonra depo tamamen boşluksuz olarak su ile doldurulur.
- İki işaret çubuğu arasında bir gidiş-geliş yapılarak 400 m yol alınır. Bu sırada pülverizatör belirli bir basınçta çalışmaktadır. İlerleme hızı belli bir değerde sabit tutulur. Püskürtme çubuğunun vanaları tam

çubuklar hizasından geçerken açılır veya kapatılır. Gaz kolunun durumu işaretlenir.

- Depodan eksilen su miktarı, eklenen su miktarı dikkatle ölçülerek saptanır. Su ilavesi sırasında pülverizatör ilk doldurmada olduğu gibi yatay bir yerde bulunmasına dikkat edilmelidir.

Buna göre pülverizatör iş genişliği (B) , alınan yol (L) ve sarf edilen ilaç miktarı (q) ise ilaç normu;

$$N=q.1000/B.L$$

5.7

Burada:

N= İlaç normu (L/da),

B= İş genişliği (m) ve

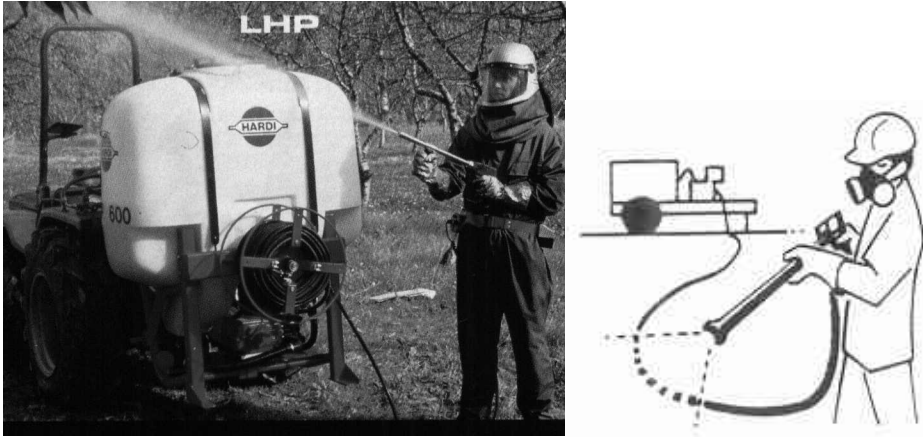
L= Alınan yol (m) dur.

Elde edilen değer, istenen değeri karşılamazsa basınç, meme çapı, ilerleme hızı belirli sınırlar içerisinde değiştirilerek yeniden kontrol yapılmalıdır.

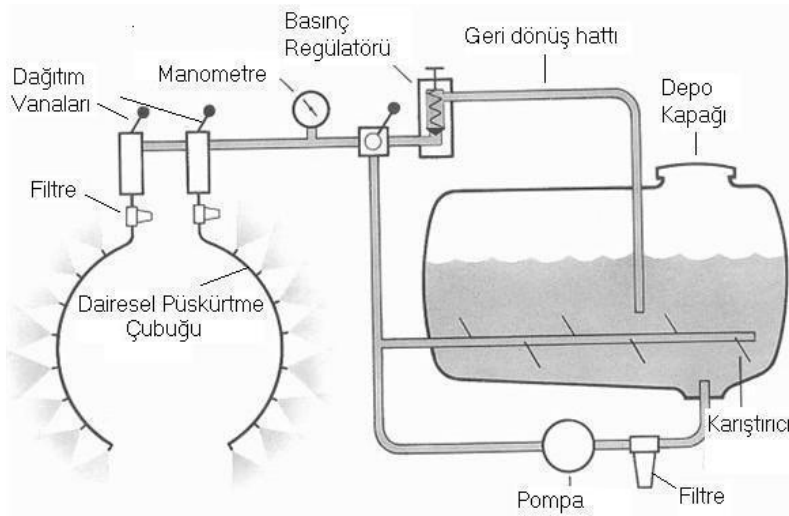
Kalibrasyon işlemi tamamlandıktan sonra, pülverizatör deposuna ne kadar ilaç konulacağı hesaplanır. Bunun yapılabilmesi için önerilen ilacın prospektüsü dikkatlice okunur ve doz hakkında gerekli bilgi alınır. Doz bilgisi ve ilaç normu verileri kullanılarak bir depoya ne kadar ilaç ilave edileceğine karar verilir. Örneğin; 20 l/da ilaç normu, 200 cc/da ilaç dozu için 400 l depo kapasiteli bir pülverizatörle ilaçlama yapılacaksa, su dolu depoya 4000 cc (4 l) ilaç konmalıdır.

5.3.6 Bağ-Bahçe Pülverizatörleri

Bağ ve bahçelerde meyveliklerin ilaçlanması için yüksek basınçlı pülverizatörler kullanılır. Bağ-bahçe pülverizatörleri iki veya dört tekerlekli çekilir tiptedir. Basınçlı sıvı, pülverizatörlerden alınan uzun hortumlarla ucundaki tabancalardan ağaçlara sevk edilir (Şekil 5.15). Bu tür pülverizatörlerde yüksek basınçlı pistonlu pompalar kullanılır. Bazı tiplerinde tabanca kullanılmaz. İlaç hava akımı ile omca ya da ağaca iletilir. Bu tip pülverizatörlere hava akımlı bahçe pülverizatörleri denir (Şekil 5.16).



Şekil 5.15 Püskürtme tabancalı pülverizatör

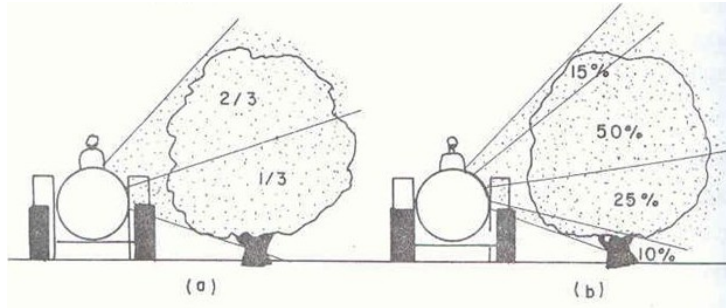


Şekil 5.16 Yardımcı hava akımlı bahçe pülverizatörü (Anonim, 1992)

Yüksek basınçlı mekanik bağ-bahçe pülverizatörlerinde kullanılan memelerde, meme plakası ile helezon yarıklı gövde arasındaki boşluk ayarlanabilir. Bu boşluk girdap odası olarak bilinir. Girdap odası genişleyince püskürtme konisi daralır, uzaklığı ve damlacık ölçüleri artar. Aksi halde püskürtme konisi genişler, püskürtme uzaklığı ve damlacık ölçüleri azalır. Bu suretle aynı meme kullanılarak ağaçların alçak ve yüksek dalları ilaçlanabilir.

Özellikle, yıkama şeklinde yapılan ilaçlamalarda bu tür pülverizatörler kullanılmaktadır.

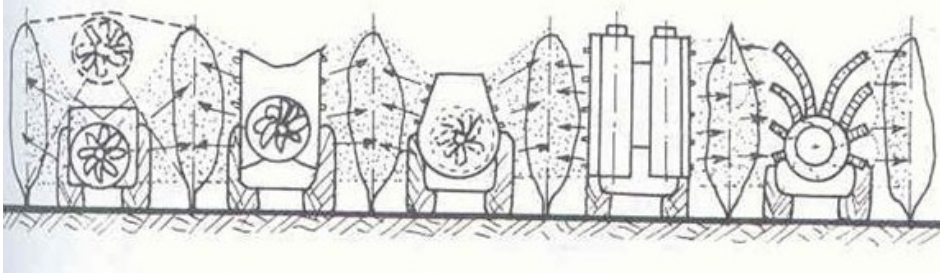
Yardımcı hava akımlı bahçe pülverizatörlerinde, genellikle püskürtme çubuğu makinanın arka kısmına dairesel bir şekilde bağlanır. Memelerin yarısı sağ yana, diğer yarısı ise sol yana yönlendirilerek ilaçlama yapılır. Ağaç taç yapısına bağlı olarak püskürtme çubuğu üzerine farklı ölçülere sahip memeler bağlanabilir. Örneğin, ilacın ağaç tepe noktalarına ulaşması için daha dar püskürtme açısı gerekeceğinden daha büyük delik çaplı meme plakaları kullanılmaktadır. İyi bir ilaçlama için püskürtülen ilacın 2/3'ünün ağacın üst yarısına yönlendirilmesi gerekir (Şekil 5.17).



Şekil 5.17 Püskürtme sıvısının ağaç üzerine yönlendirme biçimi (Zeren ve Bayat, 1999)

Hava akımlı bahçe pülverizatörlerinde, damlaları taşımak için gerekli hava akımı, ya aksiyal ya da bir radyal fanla sağlanır. Aksiyal fanlar yüksek hava debisi sağlamalarına rağmen, radyal fanlar düşük hava debisi ancak yüksek hava hızı sağlamaktadır. Uygulamada aksiyal fan kullanımı radyal fandan daha fazladır.

Hava akımlı bağ-bahçe pülverizatörlerinde, hava akımı çıkış açıklığının şekli ilaçlanacak hedefin şekli ve ölçülerine bağlı olarak imal edilir (Şekil 5.18). Klasik tip hava akımlı bağ-bahçe pülverizatörlerinde hava akımı ünitesi ağacın etek bölgesi yüksekliğinde iken, gelişmiş bazı pülverizatörlerde hava kanalı ağaç yüksekliği ölçülerine kadar çıkabilmektedir. Bazen de turunçgil ağaçları gibi ilaçlaması zor ağaçlarda, her bir pülverizatör üzerinde birden fazla fan ve püskürtme ünitesi bulunabilmektedir. Son yıllarda özellikle tele alınmış bağların ilaçlanmasında hava akımlı ancak bağ ilaçlamak için imal edilmiş pülverizatörler kullanılmaktadır. Ancak günümüzde bağ üretimi yapan küçük işletmeler hala sırt pülverizatörü gibi basit aletleri kullanmaktadır.



Şekil 5.18 Farklı tip yardımcı hava akımlı bahçe pülverizatörleri

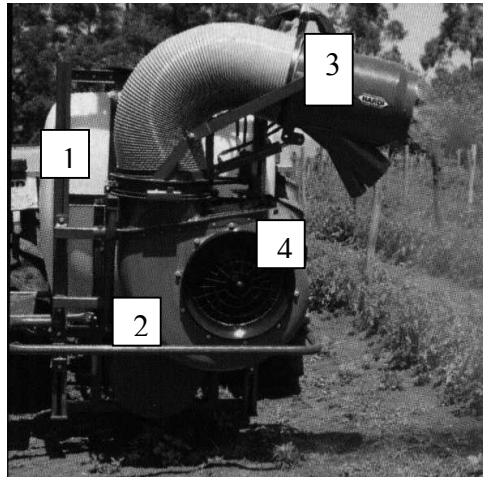
Hidrolik memelerle donatılmış yardımcı hava akımlı bahçe pülverizatörlerinin kalibrasyonunda aşağıdaki yöntem kullanılabilir.

Parametreler	Ölçümü	Örnek
İlaç prospektüsünden	İlaç Normu Dozu	300 l/ha 2 l/ha
100 m yol için geçen süre	İlaçlama hızında 100 m için geçen süre	65 s
İlaçlama hızı (V)	360/zaman (100 m için)	$360/65=5.5$ km/h
Sıra arası mesafe(B)	Ağaçlar arası mesafe ölçülür	4 m
Püskürtme verdisi	$Q=N.V.B/600$	$300.5,5.4/600=$ 11 l/min
Meme verdisi (q)	$q= Q/$ meme sayısı	$11/16=$ 0.69 l/min
Meme seçimi	Katalogdan HC(boş konik meme) 0.59 l/min @ 3 bar 0.68 l/min @ 4 bar 0.84 l/min @ 6 bar	HC/0.69@ 4.1 bar

5.3.7 Pnömatik Pülverizatörler

Pnömatik pülverizatörler (Şekil 5.19) tarla bitkilerinin ilaçlanmasında ve zaman zamanda eğimli arazilerde tesis edilmiş bağların ilaçlanmasında kullanılmaktadır. Pnömatik pülverizatörlerde depodaki (1) ilaç düşük basınçlı bir pompa (2) ile ya da vakum etkisi ile meme olarak adlandırılan venturi bölgesine (3) iletilir. Venturi bölgesindeki (meme) yüksek hızlı hava akımının etkisiyle sıvı ilaç parçalanmaktadır. Hava akımı bir santrifüj fanla (4) sağlanır. Pnömatik pülverizatörlerde sıvı ilaç tamamen hava akımı ile damlacıklara parçalanmaktadır. Bu tip pülverizatörlerde, damlacık çapları mekanik pülverizatörlere göre daha küçüktür. Pnömatik pülverizatörlerde oluşturulan damlalar hava akımı ile hedef üzerine taşınır. Hava akımı ile bitki yaprakları hareketlendirildiğinden ilacın yaprak alt yüzeylerine ulaşma ihtimali oldukça yüksektir. Bu tip pülverizatörlerde bir pompa bulunmaz. Pnömatik pülverizatörlerde daha yüksek iş genişliği için meme ünitesi belli bir frekansla salınım hareketi yapabilir. Salınım hızı dönme noktasına hareket veren hidrolik motorun hızı değiştirilerek sağlanır.

Pnömatik pülverizatörlerde kullanılan su miktarı daha azdır. Dolayısıyla düşük uygulama hacimlerinde ilaçlama bu tip pülverizatörlerle yapılmaktadır. Mekanik pülverizatörlerle yapılan ilaçlamaya kıyasla 2-3 misli daha yüksek iş verimi sağlarlar.



Şekil 5.19 Pnömatik pülverizatör

5.4 Tarım Uçakları

Havadan ilaçlama; genellikle yer aletlerinin aşırı engebeler nedeniyle giremediği ve yüksek boylu bitki alanlarında, sulama sonrası ilaçlama gereksinimi duyulan alanlarda, ormanlıklarda ve büyük alanların kısa sürede ilaçlanmasının gerektiği hallerde yapılmaktadır. Ancak, havadan yapılan uygulamalarda yüksek oranda ilaç sürüklenmesinin oluşması bazı ülkelerde bu uygulamaların kısıtlanmasına neden olmuştur. Bitkileri havadan ilaçlamak için tarım uçakları ve helikopter kullanılmaktadır. Tarım uçakları 130–200 km/h'lik uçuş hızı ile ilaçlama yapabilmektedir. Oysa, helikopterler 25–40 km/h gibi düşük hızlarda ilaçlama yaptığından iş verimleri uçağa göre son derece düşüktür. Ancak helikopter pervanesinin yarattığı hava akımı ile püskürtülen ilacın bitki tacı içine penetrasyonu daha yüksektir.

Ülkemizde zeytin, hububat ve pamuk tarımı yapılan bölgelerinde zaman zaman tarımsal mücadele uçakları kullanılmaktadır. Uçakların yer aletlerine karşı en önemli üstünlüğü bunların çalışma hızının yüksek olması, bitki ve arazi şartlarına bağlı kalmadan çalışabilmeleridir. Buna karşılık uçaklarla ilaçlamada, küçük işletmelerde işin maliyetinin yüksek olması, rüzgâr ile damlacıkların ve toz parçacıklarının sürüklenmesi gibi problemler vardır. Rüzgârla sürüklenme etkisi uçakla ilaçlama maliyetlerinden daha önemlidir. Özellikle tozlama yapılırken, tozun %70' e yakın kısmı rüzgârla sürüklenerek komşu alandaki bitkilere zararlı olabilir. Bu nedenle uçakla sakın hava da sabah ve akşamüstü ilaçlama yapılmalıdır (Tezer ve Zeren, 1986).

Kullanılan uçaklar (400–600 kg) toz veya sıvı ilaç taşıyabilmeli, düzgün olmayan tarlalardan havalanabilmeli, yerden (3m) yükseklikte ortalama (160 km/h) hız ile uçarken etkili bir şekilde kontrol edilebilmelidir. Ayrıca, tarla sonlarında çabuk ve kolay bir şekilde döndürülebilmelidir. İlaçlamada kullanılan uçakların basit ve sağlam yapıda olması, kaza anında can emniyetini sağlayacak koruyucu düzenlere sahip olması gerekir.

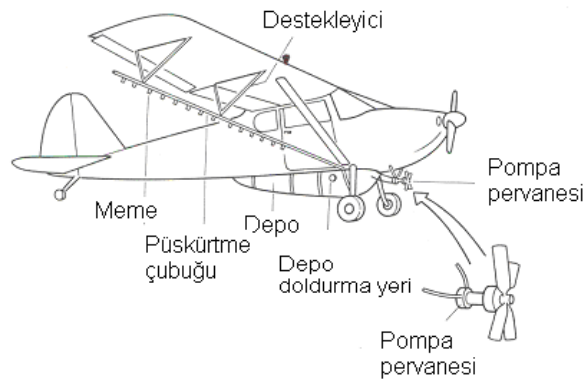
Toz ilaç, pervanenin arkasına konan bir venturi borusu içine bir karıştırıcı ile iletilir. İlaçlama genişliği hava şartları ve ilaç partikül büyüklüğüne bağlı olarak (15-60 m) arasında değişir. Toz ilacın akışı tarla sonunda kısa zamanda kapatılabilmeli. Bu suretle ilaçlanması istenmeyen tarlalara ilaç sevki önlenmelidir.

Uçakla sıvı ilaç püskürtmesi gelişmiştir. Püskürtme damlaları genellikle (100–200 mikron) arasında değişir, Bunların rüzgarla sürüklenmesi ihtimali toza göre daha azdır. Bitkiler üzerine toza göre daha iyi yapışır ve yağış halinde bitki üzerinde daha uzun süre kalabilir. Sıvı ilaç püskürtmede genellikle konik ve yelpaze hüzmeli memeler kullanılır. Zaman zaman döner kafesli meme uygulamalarına da rastlanmaktadır.

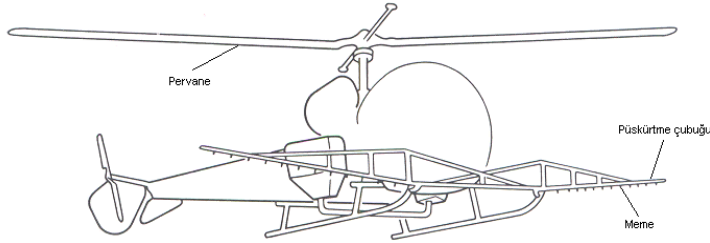
Uçakla püskürtmede püskürtmeye etkili basınç ve meme yapısı gibi faktörlerden başka, püskürtme hüzmelerinin hava akımı içindeki durumu damlacık büyüklüğünü etkiler. Memelerden çıkan sıvı hareket yönüne zıt yönde püskürtülürse daha iri damlacıklar elde edilir. Hareket yönüne dik püskürtmede küçük damlacıklar elde edilir, eğer memeler hareket yönüne göre (45°)'lik sapma ile püskürtme yaparlarsa elde edilen damlaların çapı küçük olur.

Püskürtme düzeninde basınç pompa ile sağlanır. Pompa hareketini, hava akımı ile dönen küçük bir pervane veya hidrolik motordan alır (Şekil 5.20).

Memeler kanat altına veya arka tarafa yerleştirilir. Bu yerleştirmede kanat uçlarındaki hava akımı ve pervane tarafından sağlanan havanın yönü göz önüne alınmalıdır. Helikopterlerde ise çubuk yerleşimi uçaklardan oldukça farklı olup, diğer püskürtme üniteleri uçakla benzer prensiple işletilmektedir (Şekil 5.21)



Şekil 5. 20. Tarım uçaklarıyla sıvı püskürtme düzeni (Matthews, 1992)



Şekil 5.21 Helikopterle ilaç püskürtme düzeni

5.5 Sisleyiciler

Sisleme, 15–30 µm arasındaki damlalarla yapılan uygulamalara denir.

Sisleme makinaları;

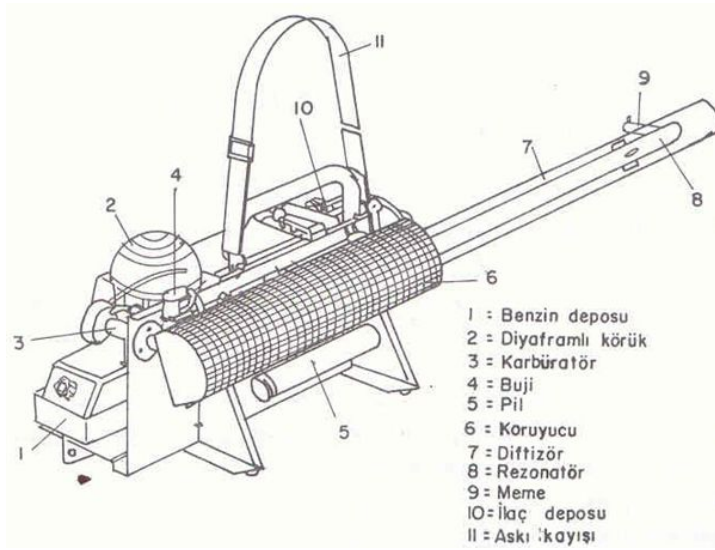
- Sera, depo, tarla ve bahçelerde zararlı ve hastalık kontrolü,
- Şehir, köy kasaba v.b. yerleşim yerlerindeki sinek ve sivrisinek mücadelesinde,
- Tavuk çiftliği, ahır kafes ve süthane gibi alanların dezenfekte edilmesinde ve
- Soğuk hava depolarında nem oranını yükseltmede kullanılır.

Tarımsal üretimde kullanılan termik sisleyiciler genellikle elde ve sırtta taşınan tiptedir. Ancak, yüksek kapasiteli tipleri bir taşıt üzerine monte edilerek kullanılmaktadır (Doğuş ve ark., 1984). Bu makineler bir yakıt tankı, ilaç deposu, elle çalıştırılan bir piston ya da körük pompa (hava pompası), buji, karbüratör ve uzun bir eksoz borusundan oluşmaktadır. (Şekil 5.22)

Termik sisleyiciler çalıştırılmadan önce, hava pompasıyla her iki depoda da basınç sağlanır. Depodan karbüratöre gelen yakıt, gaz hava karışımı olarak yanma odasına geçer. Bu üniteye bulunan buji ile karışımın ateşlenmesi sağlanır. İlk ateşlemeden sonra, bujinin ateşlemeyi söndürmesi gerekmez. Çünkü ilk ateşlemede yanma odası ısınır ve karbüratörden gelen yakıt hava karışımı kendi kendine tutuşur ve patlar. Bu patlamalar zincirleme reaksiyonu halinde saniyede 80-100 arasında değişir (Anonim, 1989a). Sisleyici bu şekilde yaklaşık 2 dakika çalıştıktan sonra, ilaç deposunda basınç altında bulunan ilaç bir boruyla gaz çıkış borusunun ağız kısmına püskürtülür.

Sıcak, yanmış gaz içine ulaşan ilaç, sis halinde borudan dışarıya çıkar. İlaç verdisi sisleyici memedeki vanadan ayarlanabilir.

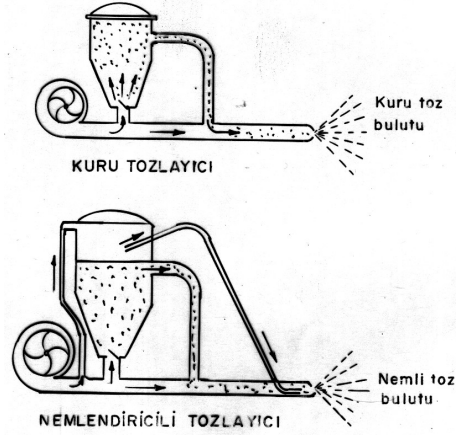
Sisleme makineleriyle yapılan uygulamalarda ilaç taşıyıcı olarak tek başına su kullanılmamaktadır. İlaç taşıyıcı olarak mazot veya Su+VK-2 Special kullanılmaktadır (Anonim, 1989b).



Şekil 5.22 Sisleme cihazı (Swingfog)

5.6 Tozlayıcılar

Tozlayıcılarda bir depo içine konulan toz ilaç depo içindeki karıştırıcı yardımı ile depo dibindeki çıkış deliğine sevk edilir. Bu delik genişliği ayarlanabilir. Delikten geçen toz bir vantilatör tarafından sağlanan hava akımı içine gelir ve hava akımı ile birlikte iletilir. Tozun bitkilere dağıtılmasında tozlama memeleri kullanılır. Toz ilaç, kuru (Şekil 5.23) ve nemlendirilerek uygulanabilir. Nemlendirme yöntemiyle toz ilaç uygulamada tozun hedef yüzeyler üzerinde tutunma olasılığı daha yüksek olmaktadır. Tozun nemlendirilerek uygulanmasında toz ilaç deposunun üst kısmına yerleştirilmiş ayrı bir su deposu bulunur. Depodaki toz ilaç ve su bir vantilatörün sağladığı hava akımı ile meme olarak adlandırılan kısma gelir, burada toz ve sıvı birbiri ile temas edeceğinden hava akımı ile hedef üzerine gönderilir. Son yıllarda kuru toz uygulamaları azalmıştır.



Şekil 5.23 Kuru ve nemli toz uygulayıcıları

Tozlayıcı parçaları ve özellikleri aşağıda belirtilmiştir.

Depo

Özellikle kuru toz ilaç uygulamalarında, ilaç depoları dip tarafı huni biçiminde bir silindir veya dikdörtgen prizma şeklindedir. Depo biçimi tozun düzgün bir şekilde çıkış deliğine gidebilmesine uygun olmalıdır. Depolar çelik saçtan yapılır ve paslanmaya karşı boyanır.

Karıştırıcı-Dağıtıcı

Karıştırıcı-dağıtıcının görevi, depodaki toz ilacı düzenli bir şekilde çıkış deliğine iletmek, depo içinde ilacın sıkışarak akışa mani olmasını önlemektir. Karıştırıcı-dağıtıcılar genellikle fırçalı, helezonlu veya çubuklu tipte yapılmaktadır.

Körük ve Vantilatörler

Körük ve vantilatörler, tozlayıcı da hava akımı sağlarlar. Sırtta taşınan tozlayıcılar daha çok körüklü olurlar. Körükler bir membranın hacim değiştirmesi ile hava akımı sağlar, tek veya çift etkili olabilirler.

Vantilatörler, motorlu tozlayıcılarda kullanılır. Hayvanla çekilen ve tekerlekten hareket alan vantilatörlü pülverizatörler de kullanılmaktadır.

Memeler

Memeler, toz ilacın bitki üzerine sevk edilmesini sağlar. Silindirik boru şeklindeki memelerle, 20-40 m uzağa ve 10-20 m yüksekliğe toz ilacı iletmek mümkündür.

5.7 Tohum İlaçlama Makinaları

Tohumun kalitesi bitki gelişimindeki bazı fizyolojik işlemleri etkiler. Fiziksel olarak zarar görmüş düşük kaliteli tohumlar, kaliteli tohumlara oranla daha fazla su kaybeder. Bu durum, bazı patojenik organizmaların tohum üzerinde kolonileşmesine neden olur. Zedelenmiş tohumlar, daha yavaş çimlenir ve tohumdan çıkan fidelerin dış ortam koşullarına dayanımı daha azdır. Tohum çimlenmesinin gecikmesinden dolayı; protein sentezi azalır, mitokondri etkinliği yavaşlar ve ATP sentezi etkilenir (Harman ve Stasz, 1986).

Tohum kabuğunun zarar görmesi nedeniyle, tohum kökenli patojenlerin olumsuz etkileri fide çıkışında bazı olumsuzluklara neden olur ve ürün verimi azalır. Tohumların zedelenmesi genellikle, tohumluk olarak üretilen ürünün yüksek nem düzeylerinde (% 40) hasat edilmesinden kaynaklanır.

Bir tohum ilaçlama uygulamasından beklenen özellikleri aşağıdaki şekilde özetlenebilir (Elsworth ve Harris, 1973):

1. Belirli miktardaki kimyasal madde uygun bir şekilde tohuma uygulanmalıdır,
2. Etkili madde tohumlar arasında homojen bir şekilde dağıtılmalıdır,
3. İlaç tohum üzerine tamamen yapışmalı ve uygulama sırasında ilaç kaybı önlenmelidir,
4. İlaçlama yapan kişiye zarar vermeyecek bir ortam sağlanmalıdır ve
5. İlaçlama işlemi çevre kirliliğine neden olmamalıdır.

Tohum İlaçlama Yöntemleri

Kimyasal maddelerin bir yüzeye yapışması; molekül kuvveti ve küçük parçacıkların yüzey üzerinde fiziksel olarak yakalanması gibi pek çok faktöre bağlı olan karmaşık bir işlemdir. Yapışma sırasında gerçekleşen tutunma kuvveti, birbiriyle temas halindeki iki yüzeyin alanına bağlıdır. Tohumların toz formülasyonlar ile karıştırılması sırasında oluşan tutunma kuvveti, toz parçacıkları ve tohum yüzeylerinin düzgün olmaması nedeniyle çok küçüktür. İlaç formülasyonlarının tohum yüzeyine yapışmaması durumunda, formülasyonun tohum yüzeyinde tutunması tamamen fiziksel yakalanma

şeklinde gerçekleşir. Buğday tanelerinin tüylü ve buruşuk yüzeylerinde ilaç kalıntılarının bulunması, fiziksel yakalanmaya örnek olarak verilebilir. Buğday taneleri ve toz formülasyonun uzun bir süre karıştırılması durumunda, formülasyondaki toz parçacıklarının yapışma kuvveti oldukça yükselecektir. Yapışma kuvvetinin yükselmesi, toz parçacıklarının daha geniş bir temas yüzeyi oluşturmak için bozunmalarından kaynaklanır. Bununla birlikte, toz parçacıklarının boyutları da yapışmayı etkiler (Jeffs, 1976).

Yapışma sırasında gerçekleşen moleküler kuvvet, sıvı formülasyonlar ile ilaçlama durumunda önem kazanmaktadır. Sıvı buharlaştıktan sonra bile, çok ince film şeklindeki pestisit kapladığı yüzey ile yakın temas halindedir. Bazı sıvı ilaçların tohum kabuğunun içine kadar ulaştığı belirlenmiştir (Jeffs, 1979).

Peletleme

Peletlemenin temel ilkesi, tohuma ilk önce dönen bir silindir içerisinde yapışkan bir madde uygulanması ve daha sonra tohum yüzeyine yapışan kireç veya lif gibi karışımlar ile ilaçlama yapılmasıdır. İnsektisit, fungusit, besin elementleri ve diğer materyaller peletleme karışımı içerisinde bir arada kullanılabilir. Aynı büyüklükteki tohumlardan eşit büyüklükte pelet elde edilmesi düşünüldüğünde, tohum üzerindeki pestisit miktarı tekdüze bir şekilde dağılmalıdır. Tohum ekildiğinde, su pelet içerisine işler ve tohum normal bir şekilde çimlenir. Peletlenmiş tohumlar, normal yöntemlerle ilaçlanmış tohumlara oranla daha pahalıdır. Diğer ilaçlama yöntemleriyle karşılaştırıldığında, peletleme işleminin verimi (2-5 ton/gün) çok düşüktür.

Kaplama

Peletleme işleminden farklı olarak kaplama sırasında tohum orjinal şekliyle kalır. Kaplama işlemi, tohumun kaplama materyali içine daldırılması ile gerçekleştirilir. Kaplama sırasında tohumlar, hava hızı değiştirilebilen bir silindir içerisindeki ısınmış hava tüneli üzerine gönderilir. Böylece, tohum tekrarlanan bir şekilde silindirin tabanından düşük hızlı bölgeye doğru yükselir ve daha sonra düşer. Değişik özelliklerdeki kaplama formülasyonları, tohum üzerine püskürtülür.

Yumuşatma

Pirinç dışındaki tahıl tohumlarına sıvı solüsyon içinde ıslatılarak pestisit uygulaması ticari olarak çok kullanılmamaktadır. Bununla birlikte, yumuşatma yöntemi sebze ve şeker pancarı tohumlarına antibiyotik ve fungusit uygulama için yaygın olarak kullanılmaktadır. Laboratuvar denemelerinde yumuşatma amacıyla bazı organik çözücüler kullanılmaktadır.

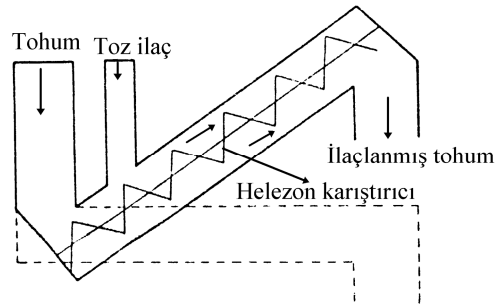
Tohum ilaçlama makinalarında olması gereken özellikler aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

1. Uygulama hızlı olmalı,
2. Bazı küçük düzenlemelerle değişik cinsteki tohumlar ve farklı ilaç formülasyonlarıyla ilaçlanabilmeli,
3. Alarm sistemi ve otomatik kapatma sistemi bulunmalı,
4. Tohum besleme yöntemi, uygun ve emniyetli olmalı ve
5. Yüksek kapasiteli bir ilaç deposu bulunmalıdır.

Tohum ilaçlama makinaları; kullanılan ilaç formülasyonu, ilacın tohuma uygulanması ve karıştırma sistemlerine bağlı olarak değişik guruplar altında incelenebilir. İlaç uygulamada kullanılan tohum ilaçlama makinaları aşağıdaki bölümlerde ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Helezonla Karıştırma Yapan Tohum İlaçlama Makinaları

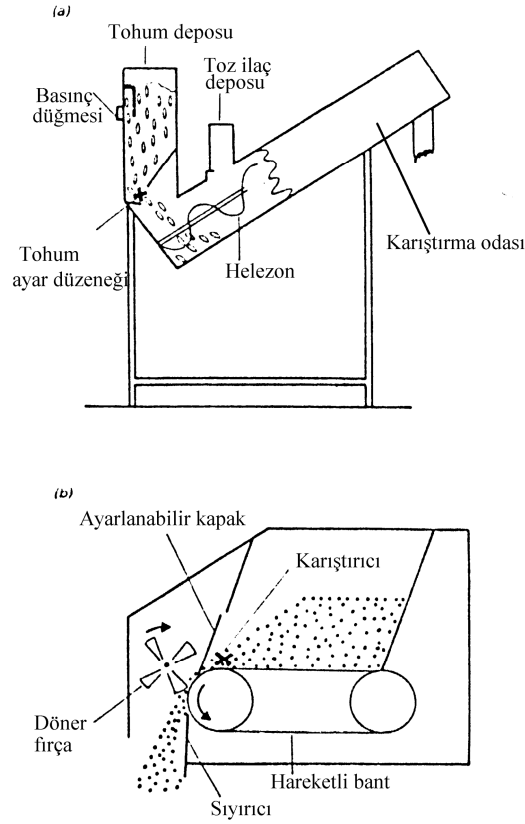
Eğik veya yatay durumda helezonla karıştırma yapan tohum ilaçlama makinalarının çalışma ilkesi Şekil 24'de verilmiştir.



Şekil 5.24 Helezonla karıştırma yapan tohum ilaçlama makinasının çalışma ilkesi

Bu yöntemle çalışan ilaçlama makinalarında tohum, silindirik bir boru içindeki helezonik şekilli taşıyıcı yardımıyla toz ilaç besleyici banda doğru ilerletilmektedir. Toz ilaç, besleyici banttın sürekli olarak 0–283 g/min değerleri arasında tohum üzerine iletilir. Besleyici bandın taşıyacağı ilaç miktarı, bir plaka yardımıyla ayarlanabilmektedir. Dönen bir fırça ve sıyrıcı yardımıyla toz ilaç, bant üzerinden helezon içerisinde hareket eden tohum üzerine itilmektedir. Bu tip makinalar, basit bazı düzenlemelerle tahıllar, yerbuğday ve fasulye gibi iri taneli tohumların ilaçlanması amacıyla da kullanılabilir. Tahıllar için ilaçlama oranı 36–108 hL/h gibi düşük bir değerde tutulabilir. Helezonla karıştırma yapan tohum ilaçlama makinaları ile ilaçlanan tohumların analizinde, uygulanan pestisit miktarının yeterli düzeyde olduğu ve düzgün bir ilaçlama yapıldığı görülmüştür.

Helezonik yükleme yönteminin en gelişmiş olduğu tohum ilaçlama makinalarından birisi de *plantector*dur. (Şekil 5.25a ve 5.25b).



Şekil 25. a) Plantector b) Toz ilaç besleyici ünite (Jeffs ve Tuppen, 1992)

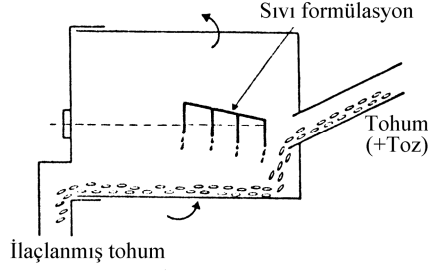
Bu tip tohum ilaçlama makinaları; tohum miktarının ölçülebildiği bir tohum çıkış oluğu, tohum çıkış mekanizmasına doğru çalışan toz ilaç besleme ünitesi, eğimli helezon taşıyıcı ve karıştırma deposundan oluşur. Tohum oluşuna, tohum ölçüm haznesini ve toz ilaç besleyicisini birlikte çalıştırıp, oluk boşalmadan öncede mekanizmayı durduran bir basınç düğmesi monte edilmiştir. Bu yöntem, ilacın tohuma sabit bir oranda uygulanmasına olanak sağlar. Tohum üzerine iletilecek toz ilaç miktarı, bir kapak ile ayarlanabilmektedir (Şekil 5.25b). Boşaltma düzeninin çalışması sırasında, tohum ve toz ilaç helezonun son çıkış ağzına birlikte dökülür ve karıştırma deposundan çıkış ağzına doğru ilerler. Helezon bıçakları ile silindir arasında, tohumun eğimli taşıyıcı üzerine geri düşmesini sağlayacak kadar bir açıklık vardır. Böylece, çoğu zaman tohum taşıyıcıya geçerken tekrar karıştırılmış olur e tohumların zedelenmesi engellenir.

Tohum miktarının ölçülmesinden dolayı, ilaçlama işlemine daha sonra yapılan karıştırma uygulaması helezon kapasitesinin yaklaşık yarısıdır. Plantector, değişik süspansiyonlar veya yüksek yoğunluktaki sıvı ilaçların uygulanması amacıyla değiştirilebilir. Sıvı formülasyon, tohum helezona girerken damlatıcı bir düzenele doğrudan tohum üzerine gönderilir. Tohum üzerine uygulanacak sıvı ilaç, eğimli bir plaka üzerinde bir film katmanı oluşturacak şekilde akıtılır. Tohum, bu akan sıvıyı plakanın üzerinden geçerken alır. İsteğe bağlı olarak ilaçlama işlemi sırasında, insektisit veya fungusit de eklenebilir. İlaçlama sırasında eklenen ve çok az yapışkan özellikteki toz ilaç tohumlara kuvvetli bir şekilde yapışır.

Bu tip makinaların üstünlüğü; küçük boyutlarda olması, kullanım kolaylığı, tohum üzerindeki toz ilaç miktarının doğru olarak saptanabilmesi ve tohum ilaçlama ilkelerine uygun olmasıdır. Toz ilaçları tohuma kuvvetli bir şekilde yapışmaması ve kullanıcının emniyeti için toz tutucu filtrele gereksinim duyulması bu tip makinaların olumsuz özellikleridir. Büyük depo kullanılması durumunda makina, tam kapasite ile çalıştırılabilir. Bu tip makinalar sıvı ilaç uygulamalarında nadiren kullanılır.

Döner Silindirik Karıştırıcılı Tohum İlaçlama Makinaları

Döner silindir şeklinde karıştırma ünitesine sahip tohum ilaçlama makinalarının çalışma ilkesi Şekil 5.26'da verilmiştir.



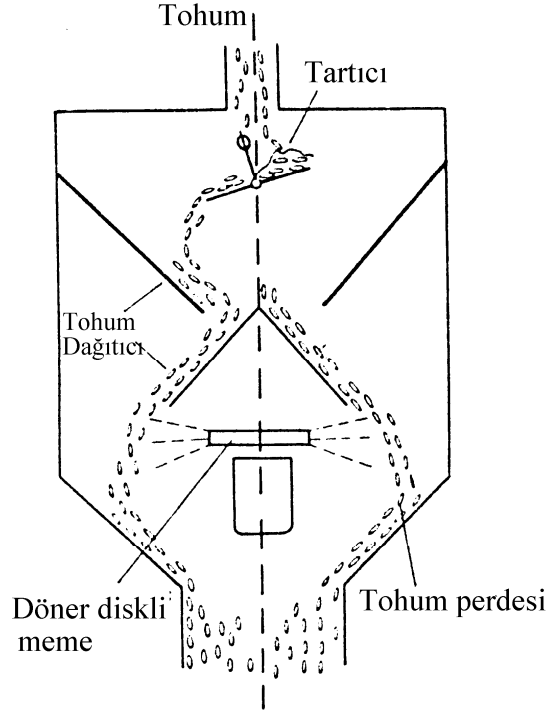
Şekil 5.26 Dönerek çalışan silindirik karıştırıcı

Bu tip makinalarda tohum, döner bir silindirin hafif eğimli bir ucundan beslenir ve silindirin içinden geçerken ilaç ile karıştırılır. İlaçlanan tohum, doğrudan torbaya veya depoya gönderilebilir. Bu yöntemle çalışan tohum ilaçlama makinalarında sadece sıvı formülasyonlar kullanılır. Oluk, önceden belirlenen miktardaki tohumu karıştırıcıya boşaltırken, daha sonra kullanılacak miktarı da içine almaktadır. Bu sırada, belirli dozdaki sıvı ilaç hazırlanır. İlaç, karıştırıcıya boşalan tohumun içine akıtılır. Tohumun döner silindir boyunca hareketi sırasında da karıştırma işlemi gerçekleşir.

Döner silindir ilkesine göre çalışan tohum ilaçlama makinalarının bazılarında (Protector 102 ve 103), sıvı solusyonlar basınçlı hava memesi tarafından üretilen ince damlacıklar halinde silindir içerisinde tohuma uygulanır. Bu yöntemle toz ilaç, tohum silindire girmeden önce uygulanır ve silindire geçiş sırasında karıştırılır.

Döner Disk İlkesine Bağlı Olarak Çalışan İlaçlama Makinaları

Döner disk ilkesine göre çalışan tohum ilaçlama makinalarında (Şekil 5.27), tohum hızlı bir şekilde döner bir diskin üzerine monte edilen plakanın üzerinden perde şeklinde düşer. Sıvı karışım diskin üzerine akıtılır ve merkezkaç kuvvetle diskin kenarına gönderilerek bir film oluşturulur. Sıvı ilaç, küçük parçacıklara ayrılmış sis damlacıkları şeklinde diskten atılır. Tohumlar, bu sis perdesinin içerisine düşer ve teorik olarak homojen bir şekilde ilaçlanırlar.

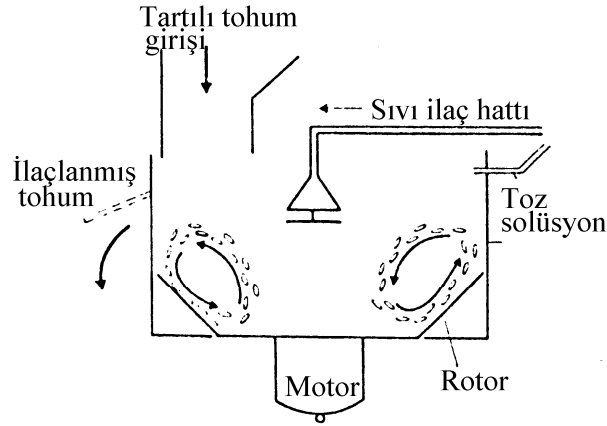


Şekil 5.27 Döner disk ilkesine göre tohum ilaçlama

Döner disk ilkesine göre çalışan bazı makinalarda (Mist-O-Matic), tohum ve sıvı formülasyonlar bir tartma düzeneğiyle tartılır. Yeterli miktardaki tohum ilaçlayıcıya girdiğinde, sıvı ilaç ile birlikte sisleme deposuna daldırılır. Tohum, döner disk üzerine monte edilmiş olan bir koni üzerine homojen bir dağılım oluşturacak şekilde düşer. Makina tek parçadır ve kolayca taşınabilir. Döner disk yönteminde, döner silindir yöntemine oranla daha iyi tohum dağılımı sağlanır. Bununla birlikte, ilaç dağılımı homojen değildir.

Döndürerek (Rotostat) Karıştırma İlkesine Göre Çalışan Tohum İlaçlama Makinaları

Bu ilkeye göre çalışan makinalarda tartılan tohum yığını, direkt olarak sabit bir silindire tutturulmuş, açık tabak şeklindeki dönen elemanların bulunduğu karıştırma deposuna gönderilir (Şekil 5.28).



Şekil 5.28 Tohumu döndürerek karıştırma ilkesi (Elsworth ve Harris, 1973)

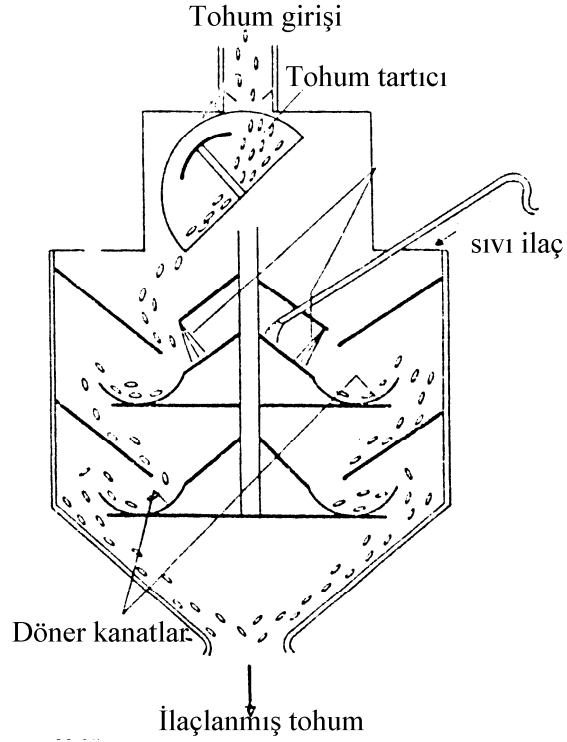
İlaçlanacak tohumların hızı sabit silindire girene kadar, dönen elemanların kenarlarında yükselir. Hızı azalan tohumlar, dönen eleman üzerine geri düşer. Tohum yığını hareket halindeki daire şeklini alır. Toz, sıvı, emülsiyon formülasyonlar, hareket halindeki tohum yığını üzerine uygulanır. Karıştırma işlemi tamamlandığında, tohum santrifüj kuvvet etkisiyle borudan geçerek torbalanır. Toz ilaç, her yığın için otomatik olarak tartılır ve basınçlı hava ile karıştırma deposuna gönderilir.

Belirli bir hacimdeki sıvı ilaç, dönerek çalışan döner diskin üzerine pompalanır ve hareket halindeki tohumların üzerine kaba bir şekilde püskürtülür. Bu makinanın diğer makinalara oranla en önemli üstünlüğü, değişik tipteki ilaç formülasyonlarının uygulanması için uygun olmasıdır. İlaçlanmış tohum için büyük bir depoya gereksinim duyulmadan, fazla miktarda tohum ilaçlanır. Yapılan araştırmalar sonunda, sıvı formülasyonlarla tohum ilaçlama durumunda, insektisitlerin tohumlar üzerindeki dağılımının, daha önce belirtilen ilaçlama yöntemlerine oranla daha iyi olduğu belirlenmiştir.

Farklı İkelere Göre Çalışan Tohum İlaçlama Makinaları

Sıvı ilaç uygulama için tasarlanmış olan değişik tip bir tohum ilaçlama makinası (Betoxin M-10) Şekil 5.29'da verilmiştir. Bu makinada tohum, iki hazneli bir teraziye gönderilir. Bu haznelerden birisi, tohumu ilaçlama deposuna gönderirken, diğer hazne belirli miktardaki yeni tohum

yığınının içine alır. Tartılmış tohum, silindir içindeki kanatçıklardan fırlatılmadan önce, iyice ilaçlanmak amacıyla döner çalışın karıştırıcıya iletilir ve daha sonra torbalanır veya depoya gönderilir.



Şekil 5.29. Betoxin M-10 tohum ilaçlama makinası

Kaynaklar

- ANONİM, 1989. Hand operated Sprayers Handbook. BCPC publication. ISBN 0-948404-30-2.
- ANONİM, 1989a. Pulsfog Sisleme makineleri Teknik Özellikleri. İntermak Dış Tic. Ltd. Yayın No: 0117/1, Ankara.
- ANONİM, 1989b. Pulsfog Sisleme makineleri Özel Sisleme Solusyonu. İntermak Dış Tic. Ltd. Yayın No: 0101, Ankara.
- ANONİM, 1992. Fruit Sprayers Handbook. BCPC publication. ISBN 0-948404-06-4.
- ANONİM, 1994. Boom Sprayers Handbook. BCPC publication. ISBN 0-948404-50-7.
- DOĞUŞ, R., TUNALIGİL, B.,ÇİLİNGİR, İ. 1984. Tarımsal Savaş Mekanizasyonu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:918. Ders Kitabı:218, Ankara.
- ELSWORTH, J.E., HARRIS, D.A. 1973. The "Rotostat" Seed Treater a New application System. Proceedings 7th British Insecticide and Fungicide Conference, pp. 349-355.
- HARMAN, G.E., STASZ, 1986. Influence of Seed Quality on Soil Microbes and Seed Rots. Physiological-Pathological Interactions Affecting Seed Deterioration, pp. 11-37.
- JEFFS, K.A. 1976. Seed Treatment. Rothamsted Experimental Station Report for 1976, Part 1, pp. 171-172.
- JEFFS, K.A., TUPPEN, R.J. 1992. Applications of Pesticides to Seeds. Rothamsted Experimental Station, Harpenden, England.
- MATTHEWS, G.A. 1992. Pesticide Application Methods. 2nd Edition. Longman Scientific and Technical, Logman Group UK Ltd. ISBN 0-582-40905-5.
- MATTHEWS, G. A., 1984. Pest Management. Longman Group Lmt. New York, P:231.
- MATTHEWS, G.A., THORNHILL, E.W. 1994. Pesticide Application Equipment for Use In Agriculture. Vol.1: Manually carried equipment. FAO Agricultural Services Bulletin, 112/1. Rome.
- TEZER, E., ZEREN, Y. 1986. Tarımsal Mekanizasyon II. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Notu Yayınları No: 107. Adana

THORNHILL, E.W., MATTHEWS, G.A.1995. Pesticide Application Equipment for Use In Agriculture. Vol.2:Mechanically Powered equipment. FAO Agricultural Services Bulletin, 112/2. Rome.

ZEREN, Y. VE BAYAT, A. 1999. Tarımsal Savaş Mekanizasyonu. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 108. Ders Kitapları Yayın No:A-27. Adana