

4 Gübreleme Makinaları

Birim alandaki ürün verimini artırmak için kullanılan girdilerden biriside gübredir. Gübre; tohumun çimlenmesinden olgunluk devresinin sonuna kadar bitki toprak altı veya toprak üstü organları tarafından alınabilen organik veya inorganik esaslı olan ve bitkilerde gelişmeyi uyaran maddeler olarak tanımlanmaktadır (Zabunoğlu ve Karaçal, 1986). Daha genel bir ifadeyle gübre; bitkilerin ve toprağın ihtiyaç duyduğu besin maddeleridir. Gübreler başlıca organik (doğal) ve inorganik (yapay) olmak üzere iki grupta toplanmaktadır. Gübrelemede başlıca 6 yöntem kullanılmaktadır. Bunlar; serpme, bant, ocak, gaz, yapraklara püskürtme ve sulama sularıyla gübrelemedir (Aydeniz ve Brohi,1991). Gübrelerin cinsine göre de farklı makinalar kullanılmaktadır.

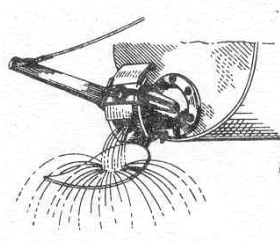
4.1 Organik Gübre Dağıtma Makinaları

Organik gübre dağıtma makinaları şerbet (sıvı) ve çiftlik (katı) gübresi dağıtma makinaları olarak iki grup altında toplanmaktadır.

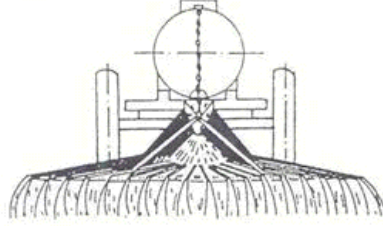
4.1.1 Sıvı Gübre Dağıtma Makinaları

Çiftlik hayvanlarının sıvı dışkıları özel olarak hazırlanmış şerbet kuyularında depolanır. Bu kuyulardan pompa veya doğal yükseklik farkından yararlanılarak alınan şerbet, tanklara doldurulur. Şerbet tankları tarım arabasına benzer şekilde lastik tekerlekli bir şasi üzerinde taşınır. Bu tanklarla şerbet, tarlaya taşınmakta ve özel dağıtıcılarla tarlaya uygulamaktadır. Şerbet tankları genellikle silindir şeklindedir ve tank kapakları hermetiktir. Tank malzemesi olarak ahşap, galvaniz sac veya cam yünü takviyeli polyester kullanılmaktadır. Tank hacimleri 100-2000 l arasında değişmektedir (Ülger ve ark.1996). Şerbetin tarlaya uygulanması amacıyla çarpma tabaklı, klavuzlu ve delikli borulu dağıtıcılar kullanılmaktadır (Şekil 4.1). Çarpma tabaklı dağıtma düzeni en basit dağıtıcı olup sürgülü kapağın altına takılan içbükey bir çarpma tabağından oluşmaktadır. Şerbet akış miktarı sürgülü kapakla ayarlanmaktadır. Şerbet hüzmesi çarpma tabağına çarpar ve tabağın yerden yüksekliğine bağlı olarak yaklaşık 2 m genişliğe dağılır. Dağılım düzgünlüğü, ilerleme hızına bağlıdır. Vakum etkili tank, pompanın yarattığı alçak basınçla doldurulmaktadır. Ayrıca aynı pompanın oluşturduğu yüksek basınç nedeniyle

çarpma tabaklı dağıtıcılarda şerbet dağılım genişliği 5 m ve daha yüksek değerlere çıkabilmektedir (Ülger ve ark.,1996).



Çarpmalı



Klavuzlu

Şekil 4.1 Şerbet dağıtıcıları (Mutaf, 1984; Ülger ve ark., 1996)

Klavuzlu ve delikli borulu dağıtıcılarla şerbet daha geniş bir tarla yüzeyi üzerine dağıtılmaktadır. Delikli borulu dağıtıcılarda 3-4 m uzunluğunda olan bir boru aralıklı olarak delinir ve şerbet her delikten hüzme halinde akar. Her deliğin altında bulunan çarpma plakaları delikten akan sıvının daha iyi dağılımını sağlar. Klavuzlu dağıtıcılarda tanktan çıkan şerbet önce bir boru ile yelpaze şeklinde kanallara bölünmüş olan geniş bir tabla üzerine akıtılır. Tabla üzerindeki bölmeler şerbet hüzmesini parçalayarak daha geniş bir alana yayarlar. Dağılım genişliği 3 m kadardır (Mutaf, 1984).

Bazı şerbet dağıtıcı düzenlerde santrifüj (savurma) etkiden yararlanılmaktadır. Üzerinde kanatlar bulunan bir disk, dişli kutusu aracılığıyla tekerleklerden hareket almaktadır. Diskin dönü hızı dişli kutusundaki transmisyon (hareket iletim) oranına göre değişmektedir. Şerbet dağılım genişliği diskin dönü hızına bağlı olarak 12 m'ye kadar çıkabilmektedir (Mutaf, 1984).

Çarpma tabaklı, klavuzlu, delikli borulu ve santrifüj dağıtıcılarda şerbet tarla yüzeyine serpilmektedir. Bu da bitkiye ulaşmadan gübrenin azot kaybetmesine neden olmaktadır. Azot kaybını önlemek için şerbet doğrudan toprağın içine verilmelidir. Bu amaçla şerbet tankının arkasına bağlanan küçük çapa ayaklı gömücüler kullanılır. Şerbet çapa ayaklı gömücülere hortumlar vasıtasıyla ulaştırılır.

Şerbet dağıtıcılarda, şerbet akış hızı tanktaki şerbet seviyesine (h) bağlı olarak değişmektedir (Şekil 4.2a). Şerbet akış hızı, tank içerisindeki şerbet seviyesinin (h) karekökü oranında 4.1 no'lu eşitliğe göre azalma

gösterir (Mutaf, 1984; Deligönül,1986; Ülger ve ark, 1996). Delikli borulu ve klavuzlu dağıtma düzenli tanklardaki şerbet seviyesinin akış hızına etkisi, çarpma tabaklı dağıtıcı düzeninin kullanıldığı tanklardakine göre daha azdır. Ancak delikli borunun tıkanmasını önlemek için şerbetin süzgeçten geçirilerek tanka doldurulması gerekmektedir (Mutaf,1984).

Şerbet tankı Mariotte kabı olarak imal edildiği takdirde şerbetin akış hızı pratik olarak değişmemektedir. Bu tank hava almayacak şekilde tamamen kapalı olup, tankın en alt seviyesine kadar inen bir boru aracılığıyla dış havayla ilişkilendirilmektedir (Şekil 4.2b). Böylece tank içindeki şerbet seviyesi azaldıkça üzerinde bir basınç düşüklüğü meydana gelmekte ve şerbetin akış hızı sabit kalmaktadır. Çünkü şerbetin akış hızı, hava borusunun alt ucu ile dağıtıcı arasındaki (h) yüksekliğinin karekökü oranında 4.1 no'lu eşitliğe göre azalma gösterir.



Şekil 3. Şerbet tankları (Mutaf, 1984)

$$V = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad 4.1$$

Burada;

V = Şerbet akış hızı (m/s),

h = Tank içindeki şerbet seviyesi veya Mariotte tankında hava borusu alt ucu ile dağıtıcı arasındaki yükseklik (m) ve

g = Yerçekimi ivmesi (m/s²) dir.

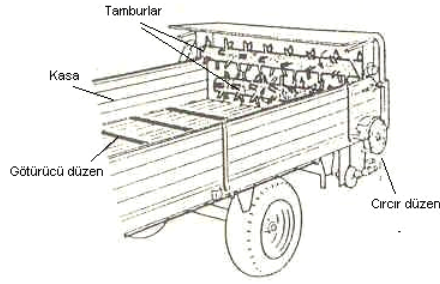
Gübreleme normu; şerbet verdisine, dağılım genişliğine ve ilerleme hızına bağlı olarak değişmektedir

4.1.2 Çiftlik Gübresi Dağıtma Makinaları

Çiftlik gübresinin ahırdan alınması ve tarlaya insan gücüyle dağıtılması sık tekrarlanan, yorucu ve zaman alıcı bir iştir. İşgücü tüketimi 70 iç/ha civarında olup teknik ve ekonomik yönden olduğu kadar insan sağlığı yönünden de uygun değildir (Ülger ve ark., 1996). Özellikle 200 kg/da ve daha büyük gübreleme normlarında el ile yapılan dağılımlarda iyi bir

dağılım düzgünlüğü sağlanamamaktadır (Mutaf, 1984). Bu olumsuz nedenlerden dolayı çiftlik gübrelerinin tarlaya dağıtımında çiftlik gübresi dağıtma makinaları kullanılmaktadır. Ayrıca bu makinaların diğer mekanizasyon araçlarının desteği olmadan kullanılmasında işgücü gereksiniminin % 50 ve yükleme işi mekanize edildiğinde işgücü gereksiniminin % 80 azaldığı bildirilmektedir (Ülger ve ark., 1996). Ülkemizde 2001 yılında varolan çiftlik gübresi dağıtma makinası sayısının yaklaşık 1,300 adet olduğu bildirilmektedir (DİE, 2003).

Çiftlik gübresi dağıtma makinaları; götürücü ve dağıtıcı düzenlerden oluşan, lastik tekerlekli genellikle tek akslı bir tarım arabası biçimindedir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 Çiftlik gübresi dağıtma makinası (Çiftçi ve Demirer, 1989)

Çiftlik gübresi dağıtma makinaları gübreyi dağıtma yönlerine göre iki grupta toplanmaktadır. Bunlar; gübreyi geriye doğru ve yana doğru dağıtma düzenine sahip makinalardır. Uygulamada gübreyi geriye doğru dağıtma düzenine sahip makinalar yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu makinalar iki sonsuz zincire bağlı köşebentlerden yapılmış ve arabanın kasa tabanına yerleştirilmiş götürücü düzen, gübre tabakasının düzeltilmesini sağlayan dişli helezonlu üst tambur ve gübreyi dağıtmaya yarayan dişli helezonlu alt tamburdan oluşmaktadır. Bazı makinalarda dağıtma ve parçalama tamburu da bulunmaktadır. Götürücü düzen ve dağıtıcı tamburlar hareketini genellikle traktör kuyruk milinden bir dişli kutusu aracılığıyla almaktadır. Ayrıca hareketini tekerlekten alan tipler de bulunmaktadır. Hareketini tekerlekten alan makinalarda, tekerleğin birinden alınan hareket götürücü düzene, diğerinden alınan hareket dağıtıcı düzene hareket vermektedir. Ancak bu tipler özellikle ağır toprak şartlarında çeki direncini artırır ve traktörün daha çok zorlanarak patinaj yapmasına neden olur. Dağıtma düzeni, kuyruk

milinden hareket alan makinalarda traktör yalnız makinayı çekmekte kullanıldığından küçük bir traktörle bile uygulama işlemi gerçekleştirilebilir.

Çiftlik gübresi dağıtma makinalarında dağıtıcı tamburun çevre hızı 4 m/s ve götürücü elevatör hızı 8-50 mm/s dolayındadır. Tamburun çevre hızı, traktör kuyruk milinden alınan hareketle orantılıdır. Dağıtıcı tamburun çevre hızı, gübrenin parçalanması üzerine etkilidir. Tambura etki eden direnç; parmakların tipine, parmakların diziliş şekline ve birbirinden uzaklığına, çevre hızına, tambur sayısına, gübrenin makinaya yükleniş şekline, gübrenin özgül ağırlığına, kısa veya uzun sap ile karışım oranına ve çürüme durumuna göre değişiklik göstermektedir (Ülger ve ark., 1996). Götürücü elevatörün hızı, traktör kuyruk milinden hareketli bir dişli sistemi yardımıyla circır mekanizmalı düzenlerle sağlanmaktadır. Circır mekanizmasında götürücünün hızını artırmak veya azaltmak için götürücünün hareketini sağlayan dişliyi iterek çeviren mandalın hareket genliği artırılır veya azaltılır.

4.1.3 Organik Gübre Dağıtma Makinalarında Kalibrasyon

4.1.3.1 Organik Gübre Dağıtma Makinalarında Kalibrasyon

Sıvı gübre dağıtma makinalarında; dolu bir tank ile birim alana atılan şerbet miktarı 4.2 no'lu eşitlikle hesaplanmaktadır (Deligönül, 1986):

$$N_s = \frac{H}{L \cdot B} \quad 4.2$$

Burada;

N_s = Birim alana atılan şerbet miktarı veya gübreleme normu (l/m^2),

H = Tanktaki şerbet miktarı (l),

L = Tank boşalınca kadar alınan yol (m) ve

B = Şerbet dağılım genişliği (m) dir.

4.3 nolu eşitlikte; $H = Q \cdot t$ ve $L = V \cdot t$ olarak yazılırsa; şerbet verdisine ve ilerleme hızına bağlı olarak gübreleme normu 4.3 no'lu eşitlikle hesaplanır (Deligönül, 1986):

$$N_s = \frac{Q}{V \cdot B} \quad 4.3$$

Burada;

Q = Şerbet verdisi (l/min),

V = İlerleme hızı (m/min) ve

t = Tank boşalınca kadar geçen zamandır (min).

4.1.3.2 Çiftlik Gübresi Dağıtma Makinalarında Kalibrasyon

Çiftlik gübresi dağıtma makinasının gübreleme verdisini hesaplayabilmek için 4.4 no'lu eşitlik kullanılmaktadır (Deligönül, 2002):

$$Q_m = L_t \cdot V_g \cdot D_g \cdot h \quad 4.4$$

Burada;

Q_m = Gübreleme verdisi (kg/s),

L_t = Dağıtıcı tambur uzunluğu (dm),

V_g = Götürücünün hızı (dm/s),

D_g = Gübrenin hacim ağırlığı (kg/dm) ve

h = Tamburun etkilediği gübre tabakası kalınlığı (dm) dir.

Makinanın gübreleme normunu belirlemek için makinanın verdisi, iş genişliği ve ilerleme hızı değerlerinden yararlanılmaktadır (4.5 no'lu eşitlik):

$$N_g = \frac{Q_m}{B \cdot V} \quad 4.5$$

Burada;

N_g = Gübreleme normu (kg/m²),

Q_m = Gübreleme verdisi (kg/s),

B = İş genişliği (m) ve

V = İlerleme hızı (m/s) dir.

Çiftlik gübresi dağıtma makinasının iş genişliğinin belirlenmesinde; gübrenin dağılım genişliği boyunca ve hareket yönüne dik kutular yerleştirilmektedir. Gidiş-geliş ve dönerek çalışma şekline göre katlamalar yapılmaktadır. Katlama işlemi, her bir katlamada birer kutu kaydırılmakta ve her katlamada makina eksenleri arası mesafedeki kutu değerlerinin Varyasyon Katsayısı (CV) değerleri hesaplanmaktadır. İş genişliği hesaplamalarında 4.6, 4.7 ve 4.8 nolu eşitlikler kullanılmaktadır (TSE, 1996; Anonim, 2004).

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad 4.6$$

$$S = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1} \right)^{1/2} \quad 4.7$$

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \cdot 100 \quad 4.8$$

Burada;

\bar{X} = Örnekleme kutusunda toplanan gübre miktarının ortalama değeri (g),

X_i = i nci sıradaki örnekleme kutusunda toplanan gübre miktarı (g),

n = Örnekleme kutusu sayısı (adet),

S = Standard sapma(-) ve

CV = Varyasyon katsayısı (%)'dir.

4.8 no'lu eşitlik yardımıyla elde edilen CV değerleri ordinata ve makina eksenleri arasındaki mesafe apsise gelecek biçimde düzenlenir. Çiftlik gübresi dağıtma makinalarında varyasyon katsayısı değerinin enine dağılımlarda %30'dan ve boyuna dağılımlarda % 40'tan az olması gerektiği bildirilmiştir (Anonim, 2004). Buradan hareketle; CV değerinin % 30'dan az olduğu makina eksenleri arasındaki mesafe iş genişliği olarak kabul edilir.

4.2 İnorganik Gübre Dağıtma Makinaları

İnorganik gübreler piyasada; katı, sıvı ve gaz formunda bulunmaktadır. Bu gübreleri uygulayan makinalar; katı, sıvı ve gaz gübre dağıtma makinaları olarak sınıflandırılmaktadır.

4.2.1 Katı Gübre Dağıtma Makinaları

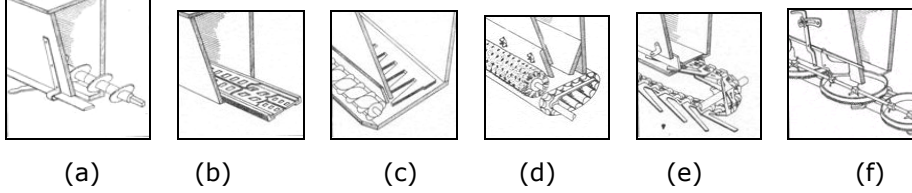
Katı gübre dağıtma makinaları başlıca üç grupta toplanmaktadır. Bunlar; sandıklı, hassas ve santrifüj gübre dağıtma makinalarıdır.

4.2.1.1 Sandıklı Gübre Dağıtma Makinaları

Genellikle serpme şeklinde dağıtım yapan makinalardır. Dağıtıcı organ, hareketini genellikle tekerlekten almaktadır. Traktör kuyruk milinden hareket alan tiplerde vardır. Gübre deposu içinde gübrelerin köprüleşmesini önlemek için bir karıştırıcı bulunmaktadır. Karıştırıcı aynı zamanda dağıtıcı organlara tekdüze gübre akışı sağlamaktadır.

Sandıklı gübre dağıtma makinaları, depo tabanında bulunan ve mekanik olarak çalışan dağıtıcı tipine göre adlandırılmaktadır. Bunlar; yarıklı

(a), delikli plakalı (b), merdaneli (c), konveyörlü (d), zincirli (e) ve tabaklı (f) dağıtıcılardır (Şekil 5).



Şekil 4.4 Sandıklı gübre dağıtma makinalarında dağıtıcı tipleri (Mutaf, 1984)

a-Yarıklı Dağıtıcı: Depo tabanındaki bir mil üzerine yanyana sıralanmış karıştırıcı diskler bulunmaktadır. Gübre, karıştırıcı yardımıyla ya deponun arka duvarındaki veya tabandaki yarıktan tarlaya serpilir. Gübreleme normu, yarık açıklığı değiştirilerek ayarlanır. Bu tip dağıtıcılar özellikle kuru fakat pek akıcı olmayan gübreler için uygundur.

b-Delikli plakalı dağıtıcı: Depo tabanında oblong delikli iki sac plaka arasında ve uzun eksende ileri-geri hareket eden bir üçüncü delikli plakadan oluşur. Gübreleme normu, hareketli plakanın strok uzunluğu veya gübre çıkış açıklığı değiştirilerek ayarlanır. Bu tip dağıtıcılar, sınırlı olarak nemli gübreleri de dağıtabilir.

c-Merdaneli Dağıtıcı: Depo tabanı dış yüzeyinde bulunan açık oluk içinde çalışan helezonlu merdanelerden oluşmaktadır. Merdaneler, önde ve arkada olmak üzere iki adet olabilir. Depo tabanında bulunan bir karıştırıcı tarafından oluk içine yedirilen gübre, helezonlu merdane vasıtasıyla oluk kenarı boyunca tarlaya serpilir. Gübreleme normu, karıştırıcının strok uzunluğu ve gübre çıkış açıklığı değiştirilerek ayarlanır. Bu tip dağıtıcılar, fazla nemli ve yapışkan olmayan gübreler için uygundur.

d-Konveyörlü Dağıtıcı: Depo tabanını oluşturan yüzey, konveyörden oluşmaktadır. Konveyör yavaş dönerek gübreyi depo dışına taşır ve depo tabanı dışında bulunan silindirik bir fırça gübreyi konveyörün üzerinden tarlaya dağıtır. Gübreleme normu, konveyör hızı ve gübre çıkış açıklığı değiştirilerek ayarlanır. Köprüleşen gübreleri diğer düzenlerden daha iyi dağıtır.

e-Zincirli Dağıtıcı: Dağıtıcı organ, depo tabanında hareket eden parmaklı sonsuz bir zincirdir. Zincir parmakları gübreyi yarıktan zorlayarak dışarı atar. Gübreleme normu, zincir hızı ve gübre çıkış açıklığı değiştirilerek ayarlanır. Zincirin iyi bakım koşulları altında bile çabuk aşınması en önemli sakıncasıdır.

f-Tabaklı Dağıtıcı: Sandıklı gübre dağıtma makinaları içerisinde en yaygın kullanılanıdır. Depo tabanında yanyana dizilmiş ve yavaş dönmekte olan ve dönü sayısı değiştirilebilen özel tabaklar vardır. Dağıtıcı düzeni oluşturan tabağın yarısı depo dışına gelecek şekilde dizayn edilmiştir. Gübre, tabakların dönmesiyle dış tarafa çıkarılır ve tabakların üzerinde dönen, tek bir mil üzerine dizilen ve her tabakta iki adet olmak üzere yerleştirilen parmaklı dağıtıcılarla tarlaya serpilir. Gübreleme normu, tabakların ve dağıtıcı parmakların dönü hızı ve tabaklar üzerine gelen gübrelerin seviyesini ayarlayan sürgünün açıklığıyla ayarlanır.

4.2.1.2 Hassas Gübre Dağıtma Makinaları

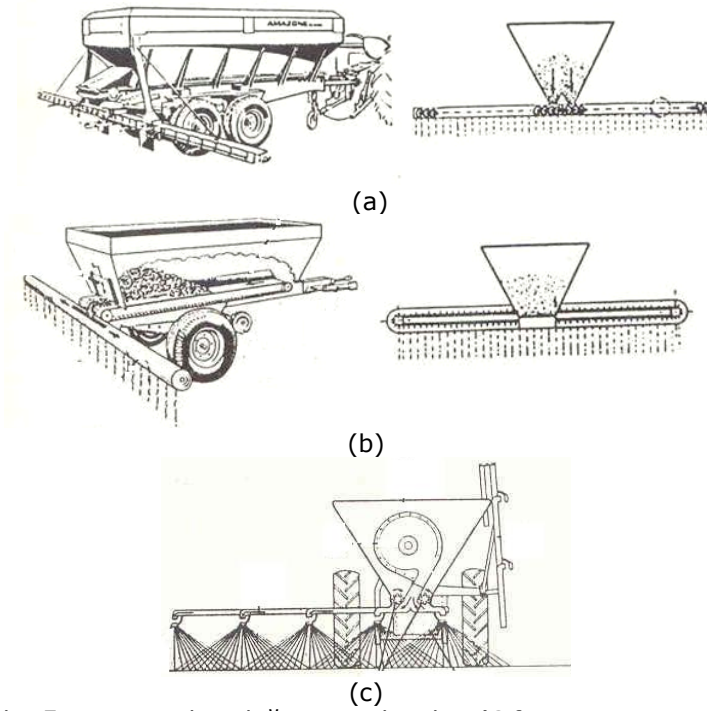
Geniş dağıtma düzenine sahip katı gübre dağıtma makinalarıdır. Dağıtıcı organ hareketini genellikle traktör kuyruk milinden almaktadır. Gübre deposu içinde karıştırma ve yedirme işlemi gören bir karıştırıcı bulunmaktadır. Bu makinalar; taşıyıcı helezonlu (a), taşıyıcı bantlı-zincirli (b) ve pnömatik (havalı) (c) dağıtıcılardır (Şekil 4.5).

a-Taşıyıcı helezonlu dağıtıcılar: Depo tabanından sağa-sola doğru uzayan içi boş bir mil içerisinde helezon bulunmaktadır. Helezon, gübrelerin köprüleşmesini önlemekte ve gübre borusuna iletilmesini sağlamaktadır. Fazla gübre iki yandan tekrar depoya döndürülebilir. Gübreleme normu; helezon dönü sayısı, gübre çıkış açıklığı ve ilerleme hızı değiştirilerek ayarlanır. İş genişlikleri 5-6 m'dir (Çiftçi ve Demirer, 1989; Aydeniz ve Aydeniz, 2004).

b-Taşıyıcı Bantlı-Zincirli Dağıtıcılar: Depo tabanında, sonsuz zincir-dişli sisteminden hareket alan bir bantlı götürücü düzen bulunmaktadır. Bu düzen hareketini traktör kuyruk milinden almaktadır. Depo tabanından sağa-sola doğru uzayan içi boş bir mil içerisinde helezon, band, tabaklı veya sarkaç borulu sistem kullanılmaktadır (Çiftçi ve Demirer, 1989).

c-Pnömatik (Havalı) Gübre Dağıtma Makinaları: Depo kapasiteleri traktöre asılır tipte olanlarda genellikle 1 ton, çekilir tipte olanlarda 3 ton veya daha

fazladır (Culpin, 1987). Basıncı hava ile çalışmaktadır. Bir vantilatör yardımıyla üretilen basınçlı hava gübreyi depodan dağıtma başlığına iletmektedir. Bu başlık gübre borularına eşit miktarda gübre dağıtmaktadır. Daha sonra gübreler, gübre borusu uçlarındaki dağıtma memeleri veya çarpma plakaları sayesinde dağıtılır. İş genişlikleri 10-12 m kadardır. Gübre boruları içindeki hava hızı yaklaşık olarak 30 m/s'dir (Culpin,1987).

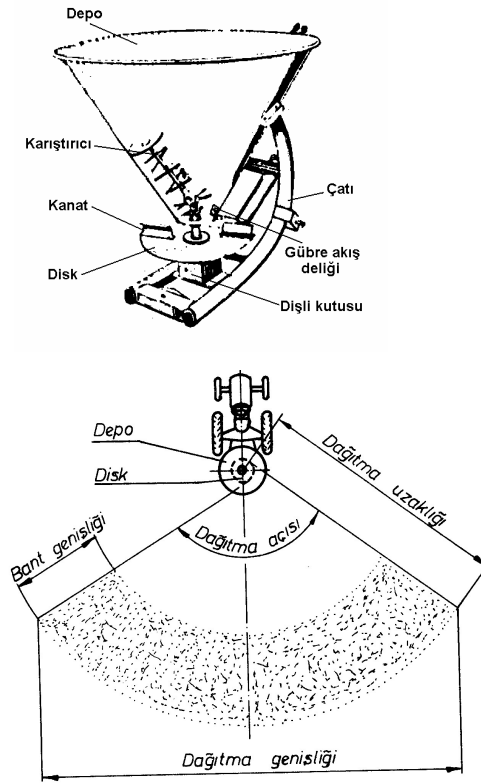


Şekil 4.5 Hassas gübre dağıtma makinaları (Çiftçi ve Demirer, 1989)

4.2.1.3 Santrifüj (Savurmalı) Gübre Dağıtma Makinası

Santrifüj (savurmalı) gübre dağıtma makinası, diskli gübre dağıtma makinası olarak da adlandırılmaktadır. Bu makinalar, traktör üç nokta askı sistemine bağlanan, traktör kuyruk milinden hareket alarak dönen diskle çalışan ve gübreleri diskin meydana getirdiği santrifüj kuvvetle dağıtan bir makinadır (Şekil 4.6). Bu makinalar, gübrelerin serpmeye olarak uygulanmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu makinalar, disk sayısına göre tek ve çift diskli olmak üzere iki grupta toplanmaktadır. Disk çapı 300-500 mm, dönü sayısı 720-800 d/min, ve çevre hızları 10-30 m/s arasında

değişmektedir (TSE, 1988). Disk üzerinde 2-6 adet arasında kanat bulunmaktadır. Kanat profilleri; I, Z, yatık Z, < ve C şeklindedir (Önal, 1987). Kanatlar disk üzerine radyal, ileri ve geri konumlarında yerleştirilmektedir (Yıldız, 1979). Gübre dağıtma genişliği 120° - 180° arasındadır. Çalışma hızları 6-8 km/h arasında değişmektedir. 2002 yılı itibarıyla ülkemizde mevcut santrifüj gübre dağıtma makinası sayısının yaklaşık 300 000 adet olduğu bildirilmektedir (DİE, 2003). Bu makinaya ait dağılım parametreleri Şekil 4.6'da görülmektedir (TSE, 1988).



Şekil 4.6 Santrifüj gübre dağıtma makinası ve dağılım parametresi (TSE, 1988)

Bu makinaların dağıtım genişliği ve dağılım düzgünlüğü; disk dönü sayısı, disk çapı, disk biçimi, disk yüksekliği, disk-yer eğimi, çalışma sırasındaki sarsıntılar, kanat sayısı, kanat konumu, kanat profili, gübrenin hacim ağırlığı,

gübre boyutu, biçimi, rüzgar hızı vb etkenlere bağlıdır (Yıldız, 1979; Bozdoğan, 2004).

Depo dış yan yüzeyleri üzerinde bulunan gübre besleme açıklıklarının ayar kademeleriyle makinanın gübreleme verdisi ayarlanmaktadır. Bu amaçla makina traktör üç nokta askı düzenine bağlanmakta ve 540 d/min kuyruk mili devrinde en az 30 s çalıştırılmaktadır. Toplanan gübreler tartılmakta ve bu işlem üç kez tekrar edilmektedir. Böylece makinanın gübreleme verdisi saptanmaktadır (TSE, 1996).

Santrifüj gübre dağıtma makinalarının iş genişliği belirlenirken çiftlik gübresi dağıtma makinaları için kullanılan 4.6; 4.7 ve 4.8 no'lu eşitliklerden yararlanılır. Çiftlik gübresi dağıtma makinalarında iş genişliklerinin belirlenmesinde olduğu gibi CV değerleri ordinata ve makina eksenleri arasındaki mesafe apsise gelecek biçimde düzenlenir. Santrifüj gübre dağıtma makinalarında varyasyon katsayısı değerinin % 20'den az olması gerektiği bildirilmiştir (TSE,1996). Buradan hareketle; CV değerinin % 20'den az olduğu makina eksenleri arasındaki mesafe iş genişliği olarak kabul edilir.

Santrifüj gübre dağıtma makinalarında gübreleme normunun belirlenmesinde; gübreleme verdisi, iş genişliği ve ilerleme hızı değerlerinden yararlanarak 4.9 no'lu eşitlik kullanılmaktadır (TSE,1996).

$$N = \frac{600 \cdot Q}{B \cdot V} \quad 4.9$$

Burada;

N = Gübreleme normu (kg/ha),

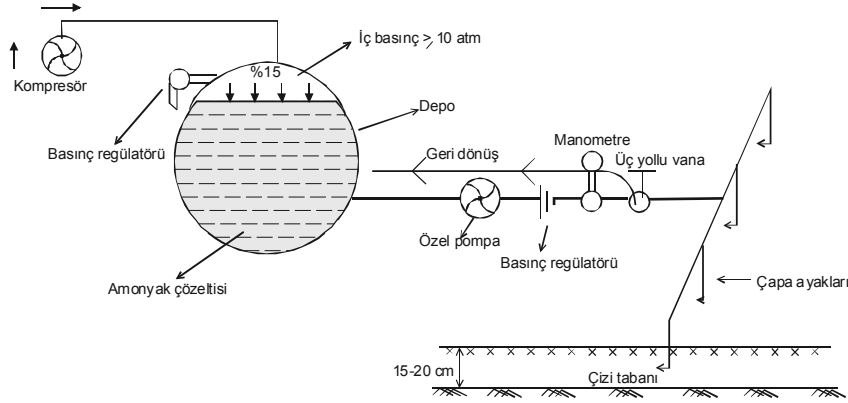
P = Gübreleme verdisi (kg/min),

B = İş genişliği (m) ve

V = İlerleme hızı (km/h) dır.

4.2.2 Sıvı ve Gaz Gübre Dağıtma Makinaları

Sıvı gübre dağıtma makinası olarak tarla pülverizatörlerine benzer araçlar kullanılmaktadır. Bir kompresörle gübre deposu içine hava basılmakta ve elde edilen bu basınçla sıvı gübreler, gübreleme memelerinden püskürtülmektedir. Sıvı gübreler püskürtme memeleri tarafından tarla veya bitki yüzeylerine uygulanmakta veya sıvı-gaz gübreler çapa ayaklarının açmış olduğu çizi içerisine yerleştirilmektedir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7 Sıvı gübre dağıtma makinaları (Deligönül, 2002; Kranz ve ark., 2004)

Gübreler, bazen tarım ilacı ile (*Chemigation*), bezen de sulama suyu ile (*Fertigation*) karıştırılarak da uygulanabilir.

4.2.3 Havadan Gübreleme

İnorganik gübreler, katı veya sıvı gübre olarak uçak ve helikopterler yardımıyla uygulanabilmektedir. Havadan yapılan uygulamalarda aşağıdaki yararlar sağlanmaktadır (Deligönül, 1986):

- Traktör ve gübre dağıtma makinasının tarlada toprağı sıkıştırması ve ezmesi nedeniyle verimi düşürücü istenmeyen etkiler ortadan kaldırılmaktadır.
- Aşırı yağmur nedeniyle göllenmiş çamurlu tarlaya yer araçlarının giremediği koşullarda gübreleme yapılabilir.
- Yer araçlarının tarla engebelerinden etkilenmesi nedeniyle gübreleme normundaki dalgalanmalar önlenir.
- Yaprakları sık ve boylu bitkilerde yer araçlarının ezerek veya kırarak verdiği zararın önüne geçilir.
- Uygulama agro-teknik ve biyolojik zaman sınırları içinde gerçekleştirilir.
- İş verimi yüksektir.

4.2.4 Gübreleme Makinalarının Kalibrasyonu

Gübreleme makinalarının kalibrasyon işlemlerinde öncelikli olarak dağıtıcı düzenin hareketini tekerlekten mi, yoksa traktör kuyruk milinden mi aldığı bilinmesi gerekir. Daha sonra kalibrasyon işlemlerine geçilir.

4.2.4.1 Tekerlekten Hareketli Makinaların Kalibrasyonu

Tekerlekten hareketli gübreleme makinalarının kalibrasyonunda ilk olarak makina takoza alınır. Daha sonra depoya 2 da alana yetecek kadar gübre konur. Tekerleğin 500 m² lik alanı gübrelemek için kat ettiği tarla şeridinde dönmesi gerekli dönü sayısı aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$n = \frac{500m^2}{\pi \cdot D \cdot B} \quad 4.10$$

Burada;

$n = 500 \text{ m}^2$ alanı gübrelemek için tekerin dönmesi gerekli dönü sayısı (devir),

$D =$ Tekerlek çapı (m) ve

$B =$ Gübreleme makinası iş genişliği (m)'dir.

Tekerlek yukarıdaki eşitlikte elde edilen (n) dönü sayısında döndürülür ve toplanan gübre miktarı tartılır. Böylece 500 m² alana ne kadar gübre atıldığı bulunur. Atılması gereken gübre miktarı $\pm\%5$ hata payı ile elde edilmeye çalışılır. Kontrol amacıyla aşağıdaki eşitlik kullanılır:

$$q_n = \frac{\pi \cdot D \cdot B \cdot n \cdot N_g}{10000} \quad 4.11$$

Burada;

$q_n =$ Tekerleğin n devrinde atılması gereken gübre miktarı (kg veya l) ve

$N_g =$ Gübreleme normu (kg/ha veya l/ha) dur.

Daha sonra gübre deposuna ölçülü miktarda (H) gübre konur ve toplam gübreleme şeridi (L) aşağıdaki eşitlikle hesaplanır:

$$L = \frac{10000 \cdot H}{N_g \cdot B} \quad 4.12$$

Burada;

$H =$ Depodaki gübre miktarı (l veya kg) ve

$L =$ Depo boşalınca kadar alınan yol (m) dur.

Kontrollerde, L değerinin $\pm\%10$ hata payı ile elde edilmesine çalışılır.

Tarla boyutu $a \times b$ ise uzun kenar (a) boyunca yapılacak gübrelemede şerit sayısı belirlenir (4.13 nolu eşitlik).

$$n_{\text{şerit}} = \frac{L}{a} \quad 4.13$$

Daha sonra kısa kenar (b) üzerinde ikmal noktaları aralığı (L_{ikmal}) ve ikmal sayısı (n_{ikmal}) belirlenir:

$$L_{ikmal} = n_{\text{serit}} \cdot B \quad 4.14$$

$$n_{ikmal} = \frac{b}{L_{ikmal}} \quad 4.15$$

4.2.4.2 Kuyruk Milinden Hareketli Makinaların Kalibrasyonu

Gübre besleme açıklığı ayarlanan makina, traktör üç nokta askı düzenine bağlanmakta ve 540 d/min traktör kuyruk mili devrinde en az 30 s çalıştırılmaktadır. Toplanan gübreler 0.1 g hassasiyetindeki tartı ile tartılmakta ve bu işlem üç kez tekrar edilmektedir. Üç tekrarın ortalaması alınmakta ve 2 katı ile çarpılarak makinanın dakikadaki gübreleme verdisi belirlenmektedir.

Gübreleme normu aşağıdaki eşitlikle hesaplanmaktadır:

$$N_g = \frac{10000 \cdot Q}{V \cdot B} \quad 4.16$$

Burada;

N_g = Gübreleme normu (kg/ha veya l/ha),

Q = Gübreleme verdisi (kg/min veya l/min),

V = İlerleme hızı (m/min) ve

B = İş genişliği (m)

Depo boşalma süresi aşağıdaki eşitlikle hesaplanır:

$$t = \frac{H}{Q} \quad 4.17$$

Burada;

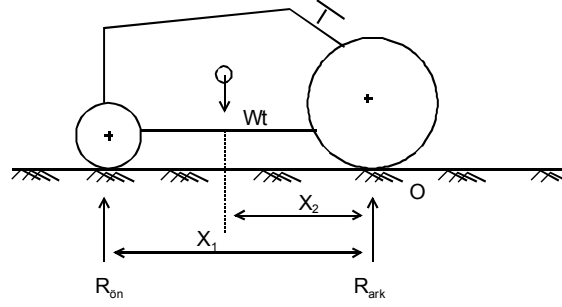
H = Depodaki gübre miktarı (kg veya l) ve

Q = Gübreleme verdisi (kg/min veya l/min)'dir.

4.3 Traktör ve Asılır Tip Gübre Dağıtma Makinası Dinamiği

Gübre uygulamalarında asılır tip gübre dağıtma makinaları kullanıldığında; traktör ve gübre dağıtma makinaları arasında aşağıdaki yük durumları oluşmaktadır (Deligönül, 2002).

1- Traktör Ön Dingil Yükü: Şekil 4.8 de verilen denge durumuna göre O noktasına göre saat yönünde moment alınırsa aşağıdaki eşitlikler elde edilir:



Şekil 4.8 Traktör yük dağılımı

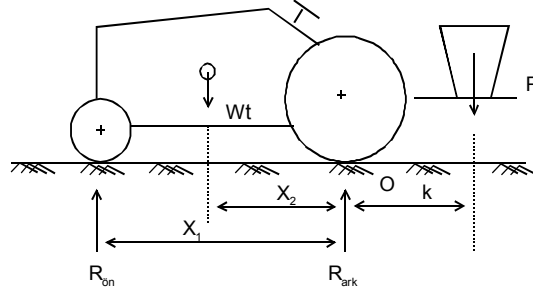
$$M_O = 0$$

$$R_{\delta} \cdot X_1 - W_t \cdot X_2 = 0$$

$$\text{stk}R_{\delta} = \frac{W_t \cdot X_2}{X_1}$$

$$\text{stk}R_{\delta} \cong 0.25W_t (\text{pratikte})$$

2- Santrifüj Gübre Dağıtma Makinası ile Traktör Ön Dingil Dinamik Yüğü için yine O noktasına göre saat yönünde moment alınır (Şekil 4.9):



Şekil 4.9 Traktör ve Asılır tip gübre dağıtma makinasında yük dağılımı

$$M_O = 0$$

$$\text{dyn}R_{\delta} \cdot X_1 - W_t \cdot X_2 + P \cdot k = 0$$

$$\text{dyn}R_{\delta} = \frac{W_t \cdot X_2 - P \cdot k}{X_1}$$

$$\text{dyn}R_{\delta} \leq 0.25W_t - P \cdot \frac{k}{X_1}$$

$$\text{dyn}R_{\delta} \leq 0.25W_t - 0.88P$$

Pratikte;

$W_t \geq 3.5$ (Santrifüj Gübre Dağıtma Makinası + Gübre)
şartı aranır.

Gübre tanesinin diski terketmesi için $F_{\text{santrifüj}} > F_{\text{sürtünme}}$ olması gerekmektedir. Aksi halde gübre disk üzerinde ve diskle beraber döner.

Kritik disk devrini hesaplamak için;

$$\begin{aligned}
 F_{\text{sürtünme}} &= F_{\text{santrifüj}} \\
 \mu \cdot m \cdot g &= m \cdot W^2 \cdot R \\
 \mu \cdot m \cdot g &= m \cdot \left(\frac{V_c}{R} \right)^2 \cdot R \\
 \mu \cdot m \cdot g &= m \cdot \frac{V_c^2}{R} \\
 \mu \cdot g &= \frac{V_c^2}{R} \\
 \mu \cdot g &= \frac{(2 \cdot \pi \cdot R \cdot n)^2}{60^2} \cdot \frac{1}{R} \\
 \mu \cdot g &= \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot R \cdot n_{\text{kritik}}^2}{60^2} \\
 n_{\text{kritik}} &\geq \frac{30}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{\mu \cdot g}{R}}
 \end{aligned}$$

olmalıdır (Deligönül, 2002).

Burada;

μ = Sürtünme katsayısı (-),

m = Gübre kütlesi (gr),

g = Yerçekimi ivmesi (cm/s),

W = n devrindeki diskin açısal hızı (rad/s) ve

R = Diskin yarıçapı (cm)'dir.

Kaynaklar

- ANONİM, 2004. Çiftlik Gübresi Dağıtıcıları. Standard Tasarısı.TSE,16 s.,Ankara
- AYDENİZ, A. İ., AYDENİZ,A.,2004. Gübreleme Makinalarının Gelişimi. Türkiye 3. Ulusal Gübre Kong., Tokat.
- AYDENİZ, A., BROHİ,A.,1991. Gübreler ve Gübreleme. Cumhuriyet Üniversitesi, Tokat Ziraat Fakültesi Yayınları:10, Tokat.
- BOZDOĞAN, A. M.,2004. Tarımda Kullanılan Bazı Gübre Dağıtma Makinaları ve Kalibrasyonu. Türkiye 3. Ulusal Gübre Kong., Tokat.
- CULPIN, C.,1987. Farm Machinery. BSP Professional Books, 450 p. England.
- ÇİFTÇİ, Ö., DEMİRER,B.,1989. Tarımsal Mekanizasyon Vasıtaları-2. TC. Tarım Orman ve Köyleri Bakanlığı DAGMEM, 352 s., Ankara.
- DELİGÖNÜL, F.,1986. Tarım Makinaları I. Ekim-Dikim ve Gübreleme Makinaları Ders Kitabı. Ç.Ü.Ziraat Fak., Ders Kitabı:4, 140 s. Adana.
- DELİGÖNÜL, F.,2002. TM-203 Ekim-Dikim-Gübreleme Mekanizasyonu Ders Notları. Adana (Basılmamış).
- DİE,2003. Türkiye İstatistik Yıllığı 2002. DİE Matbaası, Yayın No:2779,Ankara
- KRANZ, W., SAPIRO,C., GRISSO,R., 2004. Calibrating Anhydrous Ammonia Applicators. University of Nebraska, EC94-737-D, 22 p.
- MUTAF,E.,1984. Tarım Alet ve Makinaları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:218, Bornova, 462 s. İzmir
- ÖNAL, İ.,1987. Ekim-Dikim-Gübreleme Makinaları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:490, Bornova, 372 s. İzmir.
- TSE,1988. TS-5675. Gübre Dağıtıcıları-Santrifüjlü, Kimyevi.TSE, 18 s.,Ankara
- TSE,1996. TS-2541. Tarım Makinaları-Santrifüjlü Kimyevi Gübre Dağıtıcıları Deney Metotları. TSE, 10 s., Ankara.
- ÜLGER, P., GÜZEL, E., AKDEMİR, B., KAYIŞOĞLU, B, BAYHAN,Y., 1996. Tarım Makinaları Tasarımı. Fakülte Matbaası.

YILDIZ,Y.,1979. Diskli Gübre Dağıtma Makinalarında Yapısal Özelliklerin Gübre Dağılımına Etkileri. Çağdaş Tarım Tekniği, TMMOB ZMO, Adana.

ZABUNOĞLU, S., KARAÇAL, İ., 1986. Gübreler ve Gübreleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:993 Ders Kitabı:293, Ankara. 329 s.