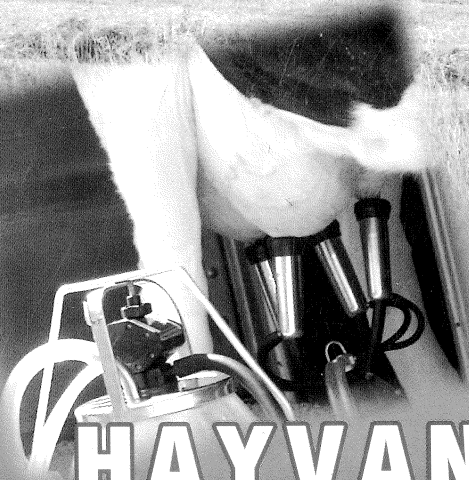




hasad yayıncılık



HAYVANCILIKTA MEKANİZASYON



ISBN 978-975-8377-68-8



9 789758 377688





HAYVANCILIKTA MEKANİZASYON

Yılmaz YILDIZ

Cengiz KARACA

Metin DAĞTEKİN

Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Bölümü
Adana-2008

© COPYRIGHT:

Bu kitabın her türlü yayın hakkı; yazarı ile HASAD Yayıncılık Reklamcılık Tarım Sanayi ve Tic. Ltd. Şti'ne aittir. Kısmen ya da tamamen basılamaz, hiçbir teknikte çoğaltılamaz, internet ortamında yayınlanamaz.

978-975-8377-68-8

Baskı Tarihi: Aralık 2008

Yayınevi: HASAD YAYINCILIK LTD. ŞTİ.

Tel: 0.216 - 481 46 90 (Pbx) **Fax:** 0.216 - 481 46 93

Dağıtım: HASAD YAYINCILIK LTD. ŞTİ.

İsteme Adresi: HASAD Ltd. Şti. P. K. 35 Ümraniye - 34760 - İSTANBUL

Tel: 0.216 - 481 46 90 (Pbx) **Fax:** 0.216 - 481 46 93

İnternet: www.hasad.com.tr **E-mail:** hasad@hasad.com.tr

Ofset Hazırlık: HASAD Yayıncılık ve Reklamcılık Ltd. Şti.

Baskı: Bilnet Matbaacılık ve Reklamcılık A.Ş. 0216-444 44 03

İÇİNDEKİLER

1. Giriş	3
2. Yem Eldesinde Mekanizasyon.....	3
2.1. Kaba Yem Eldesinde Mekanizasyon.....	3
2.1.1. Genel	3
2.1.2. Kuru Ot Eldesinde Mekanizasyon	4
2.1.2.1. Ot Bıçme Makineleri	5
2.1.2.2. Ot Ezme Makineleri	19
2.1.2.3. Ot Tırmıkları.....	22
2.1.2.4. Ot toplama arabaları	33
2.1.2.5. Balya Makineleri	35
2.1.2.6. Balya Toplama ve Taşıma Makineleri.....	46
2.2. Yaş Ot (Silaj) Eldesinde Mekanizasyon	50
2.2.1. Silaj Yeminin Önemi ve Silaj Yapım Tekniği.....	50
2.2.2. Silaj Makineleri	53
2.2.2.1. Çarpmalı Tip Silaj Makineleri.....	63
2.2.2.2. Çarpmalı Çift Kıyıcı Silaj Makineleri	64
2.2.3. Silaj Taşıma Arabaları	66
2.2.4. Silo Doldurma Düzenleri.....	68
2.2.5. Silo Boşaltma Düzenleri.....	71
3. Kesif Yem Eldesinde Mekanizasyon.....	76
3.1. Karma Yem Üretim Tekniği.....	77
3.1.1. Temizleme	78
3.1.2. Depolama	79
3.1.3. Dozajlama.....	86
3.1.4. Kırma-Öğütme	91
3.1.5. Karıştırma	100
3.1.6. Peletleme.....	105
3.1.7. Ulaştırma	108

4. Süt Eldesinde Mekanizasyon	128
4.1. Genel.....	128
4.2. Sütün Oluşumu ve Sağım	128
4.3. Süt Sağım Makineleri	130
4.4. Sağım Makinelerinin Yapısal Organları.....	133
4.5. Makineli Sağım Tekniği	150
4.6. Sağım Salonları	154
4.7. Sütün Depolanması.....	158
5. Gübre Eldesinde Mekanizasyon	160
5.1. Genel.....	160
5.2. Barınak Temizleme Düzenleri	163
6. Diğer Mekanizasyon Uygulamaları	172
6.1. Genel.....	172
6.2. Suluklar	173
6.3. Yemlikler ve Yem Dağıtma Sistemleri.....	181
6.4. Kuluçka Makineleri.....	192
6.5. Ana Makineleri	197
7. Kaynaklar.....	200

ÖNSÖZ

Tarımsal üretimde uygulanan teknolojik işlemlerden birisi olan tarımsal mekanizasyon, tarımsal üretimin nitelik ve nicelik olarak arttırılması yanında üretimde uygulanan işlemleri kolaylaştıran ve bu alanda çalışanlara daha uygun çalışma ortamları sağlayan özellikler de taşır. Dolayısıyla tarımsal üretimde uygulanan diğer teknolojik işlemlerden daha az olmayan bir öneme sahiptir.

Hayvansal üretim, tarımın önemli kollarından birisidir. Hayvanların dengeli ve yeterli beslenmeleri için gerekli yemlerin üretilmesi ve bunların hayvanlara sunulması, hayvanlara daha temiz bir yaşam alanının sağlanması için barınak ortamında biriken gübre ve altlığın kürenerek uygun yerlerde depolanması, hayvanlara uygun iklimsel çevre (sıcaklık, nem, temiz hava) koşullarının sağlanması, hayvansal ürünlerin toplanması ve değerlendirilmesi ve hayvansal üretimde uygulanan diğer bir çok işlemin uygulanmasında mekanizasyon, vazgeçilmez bir teknolojik işlemdir. Konunun önemi nedeniyle hayvansal üretimde mekanizasyon zorunlu lisans bir dersi olarak tüm ziraat fakültelerinde okutulmaktadır.

Hazırlanan bu kitapta, hayvansal üretimde uygulanan ve daha çok işgücü ve zaman gerektiren işlemlerin mekanizasyonu konularına yer verilmiştir. Hazırlanan kitabın hayvansal üretimle ilgilenen kişi ve kurumlara gerekli bazı bilgilerin ulaştırılmasında bir araç olması en büyük dileğimdir.

*Kitabın basım ve dağıtımını üstlenen **hasad yayıncılık** yayın yönetmeni Sayın **Seyfettin Batal** ve emeği geçen tüm kurum çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.*

Prof. Dr. Yılmaz YILDIZ



HAYVANCILIKTA MEKANİZASYON

1. Giriş

Hayvansal üretimde modern üretimin gereği olan alet, makine ve sistemlerin tasarımı, çalıştırılması, tamir-bakımı, korunması ve pazarlanması ilgili tüm işlemler hayvancılıkta mekanizasyon kapsamında değerlendirilir. Hayvanlar için çeşitli yemlerin eldesi ve bunların yemliklere dağıtılması, hayvanların sulanması, barınakların temizlenmesi, hayvansal ürünlerin toplanıp pazara sunulması, civciv üretimi ile iş gücü ve zaman tüketimi fazla olan hayvanlarla ilgili diğer işlemlerdeki mekanizasyon uygulamaları buna örnek olarak verilebilir.

2. Yem Eldesinde Mekanizasyon

2.1. Kaba Yem Eldesinde Mekanizasyon

2.1.1. Genel

Hayvansal ürünlerin nitelik ve niceliklerinin artırılmasında uygulanan teknolojik işlemlerden birisi de, onların dengeli ve yeterli biçimde beslenmeleridir. Hayvanlara sunulan yemler kaba ve kesif yemler olarak iki grupta toplanır. Doğal çayır ve mer'alar ile yem bitkileri ekiliş alanlarından elde edilen yemlere kaba yem, çeşitli taneli yemler (arpa, buğday, mısır v.b.), tarımsal sanayi artıkları (soya, ayçiçeği ve çığit küspeleri, kepek, melas v.b.) ve hayvanların gereksinimleri dikkate alınarak hazırlanan karma yemlere kesif yem adı verilir.

Hayvanlar için gerekli olan bu yemlerin hazırlanmasında değişik mekanizasyon araçları kullanılmaktadır. Büyük ve küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinde işletmelerin önemli bir kısmı kendi yemlerini hazırlayabilecek özellikte bazı donanımlara sahiptir. Hazırlanması özel bilgi ve pahalı makine sistemlerini gerektiren karma yemler, çoğunlukla hayvancılık işletmelerinin dışında ayrı bir sektör olarak kurulan işletmelerde yapılmaktadır. Burada kaba ve karma yemlerin eldesinde kullanılan alet, makine ve sistemlerin yapısal özellikleri ve çalıştırılmaları hakkında özet bilgiler verilmiştir.

Büyükbaş ve küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinde kaba yemler, hayvanların toplam yem tüketimleri arasında önemli bir yer tutar. Birim fiyatlarının düşük olması, zengin vitamin ve mineral madde içeriği v.b. özellik-

leri nedeniyle kaba yemler büyükbaş ve küçükbaş hayvancılık işletmeleri için vazgeçilmez bir yem maddesidir.

Yeşil yem bitkileri yılın belirli dönemlerinde yetişir. Hayvanların yıl boyunca dengeli ve yeterli beslenmeleri bağlamında bunların yetiştirildikleri dönemde toplu olarak hasat edilmesi, dayanıklı duruma getirilerek depolanması ve yıl içerisinde depolardan alınarak hayvanlara sunulması gerekir.

Yeşil yem bitkilerinin dayanıklı duruma getirilmesinde uygulanan işlemlerden birisi kurutma, diğeri ise silaj (turşu) yapmaktır. Kurutma işlemi tarlada ya da bu amaçla yapılmış sistemlerde yapay olarak uygulanabilir. Yeşil yem bitkileri %70-80 nem içeriğinde hasat edilir. Kurutma işlemi ile bu değer %15-20'ye düşürülür. Böylece bitkisel hücrelerin çözümün hızları en alt düzeye indirilir ve bitkilerde kokuşmaya neden olabilen mikroorganizmalar için uygun olmayan bir ortam yaratılmış olur.

Silaj yapımında, bitkiler üzerinde doğal olarak bulunan ve oksijensiz ortamda aktivite gösteren süt asidi bakterilerinin aktivitelerinden yararlanılır. En uygun dönemde hasat edilen yeşil yem bitkileri 1-5 cm boyunda kıyıldıktan sonra, hava sızdırmaz yapılar (silolar) içerisine sıkıştırılarak doldurulur ve üzeri kapatılır. Oluşturulan uygun ortama bağlı olarak süt asidi bakterilerinin aktiviteleri artar. Artan aktiviteye bağlı olarak da bakteriler ortama metabolizma artışı olarak süt asidi bırakırlar. Bu süt asidi, ortamda bulunan ve yemlerin bozulmalarına neden olabilecek mikroorganizmaların aktivitelerini engeller. Böylece, yem bitkileri besleme değerlerinde önemli bir azalma olmadan tüketilinceye kadar saklanabilir.

2.1.2. Kuru Ot Eldesinde Mekanizasyon

Yukarıda da belirtildiği üzere, yeşil yem bitkilerinin kurutulmasında tarlada doğal kurutma ya da işletmede depoda ve özel kurutucularda yapay kurutma yöntemlerinden birisi seçilerek uygulanır. Kurutma sırasında otlar gevşek ya da gevşek balyalanmış olabilir. Kuru ot eldesinde, otun tarladan hasat edilmesinden depoya doldurulmasına kadar çeşitli aşamalarda kullanılan makineler aşağıdaki biçimde sıralanabilir;

- Ot biçme makineleri,
- Ot ezme makineleri,
- Namlu hasat makineleri,

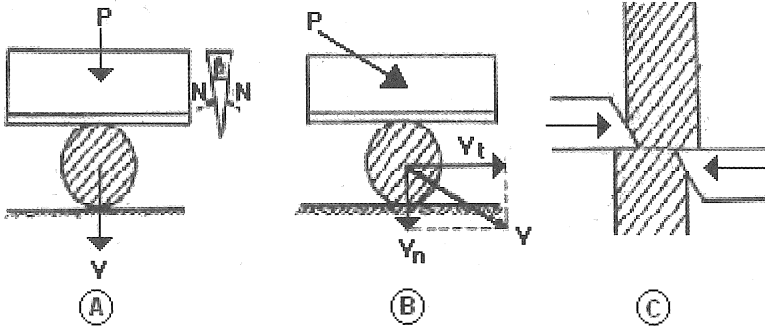
- Ot tırmıkları,
- Gevşek ot toplama makineleri,
- Balya makineleri,
- Balya toplama ve taşıma makineleri.

2.1.2.1. Ot Biçme Makineleri

Ot biçme makinelerinde temel işlem kesmedir. Kesme, materyalin kesici bir elemanla (bıçakla) belirli bir yönde ikiye ayrılması olarak tanımlanır. Bıçağın keskin kenarının, kesilecek materyalle olan konumuna bağlı olarak kesme işlemi üç grupta incelenir. Bunlar basarak kesme, çekerek kesme ve makaslama kesme olarak adlandırılır (Şekil 1).

Basarak kesmede bıçağın hareket doğrultusu, bıçak keskin kenarına diktir. Keskin kenar, materyal katmanına bıçak hızına eşit hızda dalar. Dolayısıyla materyalin kesilme hızı ile kesici elemanın materyale dalma hızı birbirine eşittir.

Çekerek kesme yönteminde uygulanan kesme kuvvetinin yönü, bıçak keskin kenarına belirli açıda eğimlidir. Bıçağın hareket hızı (V), yatay (V_t) ve düşey (V_n) bileşenlerine ayrılır. Düşey (V_n) bileşeni bıçak keskin kenarının materyale dalma hızını, yatay (V_t) bileşeni ise, kaymalı kesme hızını gösterir. Bu yöntemde materyalin kesilmesi için gerekli kuvvet, basarak kesmeye kıyasla daha küçük olup, kesilen materyalde meydana gelen ezilme daha azdır.



Şekil 1. Kesme yöntemleri

(A- basarak kesme, B-çekerek kesme, C-makaslama kesme)

Makaslama kesme yönteminde kesme işlemine iki kesici eleman katılır. Kesici elemanlardan birisi sabit diğeri hareketli olabildiği gibi her ikisi de hareketli olabilir.

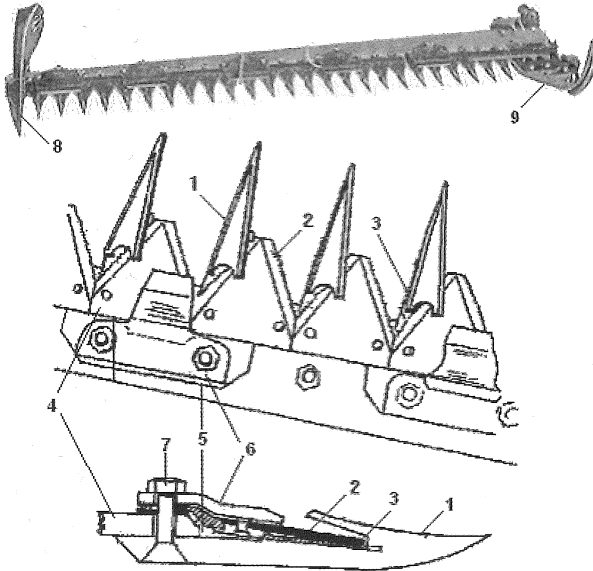
Yukarıda açıklanan kesme yöntemlerinin ayrı ayrı ya da birlikte uygulanması sonucu geliştirilen ot biçme makineleri aşağıdaki şekilde sınıflandırılır:

- 1- Makaslama kesme yapan ot biçme makineleri,
 - a- Tek elemanı hareketli parmaklı (standart tip) ot biçme makineleri,
 - b- Tek elemanı hareketli çift bıçaklı ot biçme makineleri,
 - c-İki elemanı hareketli çift bıçaklı ot biçme makineleri,
- 2-Döner bıçaklı ot biçme makineleri,
 - a- Makaslama etkili döner bıçaklı ot biçme makineleri,
 - b- Serbest kesmeli döner bıçaklı ot biçme makineleri,
 - Kesici elemanları düşey düzlemde dönen ot biçme makineleri,
 - Kesici elemanları yatay düzlemde dönen ot biçme makineleri.

A-Makaslama Kesme Yapan Ot Biçme Makineleri: Parmaklı tip makaslama kesme yapan ot biçme makineleri iki ana elemandan oluşur. Bunlardan birisi, trapez şeklindeki bıçakların yan yana perçinlerle bağlandığı bıçak kirişi, diğeri ise parmak olarak adlandırılan elemanların civatalarla bağlandığı parmak kirişidir. Biçme kirişi olarak adlandırılan bu yapı, her iki baştan pabuçlar üzerine oturtulmuştur. Pabuçların alt kısmında, kızaklar bulunur. Kızakların pabuçlar üzerindeki bağlantı noktaları değiştirilerek biçme yüksekliği değiştirilir. Bıçak kirişi, bıçak kolu ile eksantrik tablası ya da krank miline bağlıdır. Traktör kuyruk milinden alınan hareketle dönen krank mili ya da eksantrik tablasının bu hareketi, bıçak kolu ile bıçak kirişine git-gel hareketi olarak iletilir. Dolayısıyla bıçak kirişi belirli bir strok uzunluğunda gidip gelme hareketi yapar. Hareketin yön ve hızı değişkendir. Bıçak kirişi, dolayısıyla bıçakların hızı, alt ve üst ölü noktalar arasında sıfırdan maksimuma ve tekrar sıfıra ulaşan bir değişim gösterir. Biçme kirişi üzerinde, bazı bıçaklar ile parmak kirişinin aşınmalarının önlenmesi için aşınma plakları vardır. Parmak kirişinin aşınmasını önleyen

aşınma plakaları, parmak kirişi üzerine ve bıçak kirişinin arkasına gelen noktalarda yer alır. Çalışma sırasında biçilecek otun yaptığı basınca bağlı olarak bıçak kirişi, parmak kirişi yerine, aşınma plakaları üzerine yaslanır. Dolayısıyla meydana gelecek aşınmalar sonucunda bu parçalar kolayca değiştirilebilir. Diğer bir aşınma plakası grubu, baskı plakalarının altına gelen hareketli bıçakların üzerinde bulunur. Bıçaklar üzerine perçinle bağlı olan bu küçük metal plakalar, belirli bir çalışma sonunda, baskı plakalarıyla olan sürtünmeleri sonucunda aşındıklarında kolayca değiştirilebilir (Şekil 2).

Uçları sivri olan parmakların görevleri, biçilecek otu porsiyonlara ayırmak, kesilecek otlara kesme sırasında desteklik etmek, makaslama kesmede ikinci kesici eleman olan sabit bıçakları (parmak bıçaklarını) taşımak ve hareketli bıçakları korumak olarak sıralanabilir. Makinenin ilerleme hareketine bağlı olarak parmaklar arasına giren otlar, hareketli bıçaklar ve parmaklar üzerine perçinlerle bağlı olan sabit bıçakların makaslama etkisi ile kesilir.



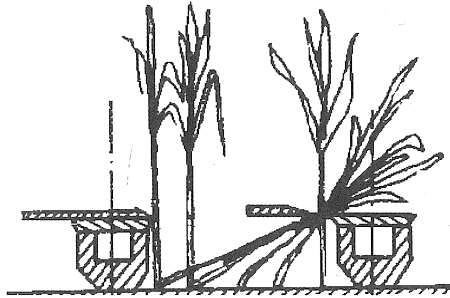
Şekil 2. Makaslama kesme yapan standart tip biçme kirişi

(1- parmak, 2-bıçak, 3-parmak bıçağı, 4-bıçak kirişi, 5-aşınma plakası, 6-baskı plakası, 7-cıvata, 8- dış pabuç, 9- iç pabuç)

Temiz bir kesme işleminin yapılabilmesi için hareketli ve sabit bıçaklar arasındaki açıklığın olabildiğince küçük (0.2-0.5 mm) olması gerekir. Hareketli ve sabit bıçaklar arasındaki bu aralığın korunmasında baskı plakaları görev yapar. Parmak kirişine cıvatalarla bağlı olan baskı plakalarının baskı düzeyleri değiştirilerek, her iki bıçak arasındaki aralık değiştirilebilir.

Standart tip ot biçme makinelerinde üç farklı tip biçme kirişi vardır. Normal, orta ve sık olarak adlandırılan bu biçme kirişlerini birbirinden ayıran temel özellik, parmak eksenleri arasındaki uzaklıktır. Normal biçme kirişinde strok uzunluğu(s) ile komşu iki bıçak (t) ve parmak (t_0) eksenleri arası uzaklıklar birbirine eşittir ($t_0 = t = s = 76.2$ mm). Bir parmağa bir bıçak yaprağı düşer. Bıçak kirişinin alt ve üst ölü noktalarında, parmak ve bıçak eksenleri üst üste çakışır.

Normal biçme kirişinde parmaklar arasına giren otlar kesme işlemi gerçekleşinceye kadar, iki parmak arasında fazlaca yatırılır (Şekil 3). Bu nedenle otların kesilme yükseklikleri birbirinden oldukça farklı olur. Diğer deyişle düzgün bir anız yüksekliği elde edilmez. Bu tip biçme kirişleri daha çok anız düzgünlüğünün önemli olmadığı ekin biçme makinelerinde (biçer-döver, biçer-bağlar ve kanatlı orak makinesi) kullanılır.



Şekil 3. Makaslama kesmede anız yüksekliğinin değişimi

Orta biçme kirişinde komşu parmak eksenleri arası uzaklık, sık biçme kirişinden daha büyük, normal biçme kirişinden daha küçüktür. Bu biçme kirişinde parmak ve bıçak eksenleri arası uzaklık ile strok uzunluğu arasında ($t_0 = 2/3 t = 2/3 s = 50.8$ mm) ilişkisi vardır. Dört parmağa üç bıçak yaprağı düşer. Biçme sırasında iki parmak arasındaki otlar normal biçme kirişinde olduğundan daha az, sık biçme kirişinde olduğundan daha

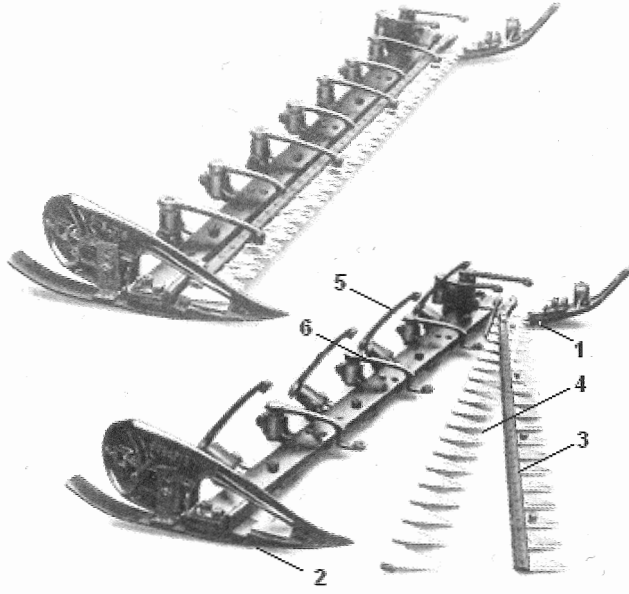
fazla yatırılır. Dolayısıyla anız düzgünlüğü normal ve sık biçme kırışları arasındaki bir değerde gerçekteşir.

Sık biçme kırışında ($t_0 = 1/2 t = 1/2 s = 38.1 \text{ mm}$) ilişkisi vardır. Üç parmağa iki bıçak düşer. Bıçak hızı bir parmağın altında sıfır iken diğerk parmağın altında en yüksek değere ulaşır. Bu biçme kırışında birim uzunluğa düşen parmak sayısı normal ve orta biçme kırışlarına kıyasla daha fazladır. Bu özellik nedeniyle, çalışma sırasında biçilecek otlar parmaklar arasında daha küçük porsiyonlara ayrılır (materyal iki parmak arasında daha az yatırılır). Dolayısıyla, daha düzgün bir anız yüksekliğı elde edilir (Evcim, 1989).

Tek elemanı hareketli çift bıçaklı makaslama kesme yapan ot biçme makinelerinde biçme kırışı, üst üste yerleştirilmiş iki bıçak kırışından oluşur. Bunlardan alt bıçak kırışı sabit olup, üst bıçak kırışı üst ve ölü noktalar arasında git-gel hareketi yapar.

İki elemanı hareketli çift bıçaklı makaslama kesme yapan ot biçme makinelerinde ise her iki bıçak kırışı de hareketlidir. Krank mili üzerindeki yataklara 180^0 lik açı farkıyla bağılı olan bıçak kırışları, birbirlerine zıt yönde hareket eder. Her bir bıçak kırışı için strok 38.1 mm olup, bir bıçak kırışı yarım strok sağa doğru hareket ederken diğeri, zıt yönde yarım strok hareket eder. Bu tip biçme kırışı bulunan makinelerle tarlada daha yüksek ilerleme hızlarında ve daha dipten biçme yapılabilir, bıçaklar çalışma sırasında birbirlerini temizleyebilir, daha az titreşimli olarak çalışırlar, bıçaklar arasına girecek taş benzeri sert cisimlerden bıçakların zarar görme olasılıkları daha azdır. şekil 4'de iki elemanı hareketli, çift bıçaklı makaslama kesme yapan ot biçme makinesi verilmiştir.

Makaslama kesme yapan ot biçme makinelerinde bıçak kırışı ve dolayısıyla bıçaklar alt ve üst ölü noktalar arasında gidip gelme hareketi yapar. Bu harekete bağılı olarak da bıçak hızı bu ölü noktalar arasında, sıfırdan başlayarak belirli bir değere ulaşan ve sonra tekrar sıfır olan, sinüzoidal bir yörüngede değışir. Ortalama bir değerk olarak bıçak hızı, bu sinüzoidal eğrinin kapladığı alana eşit olan bir dikdörtgenin yüksekliğıne eşittir.

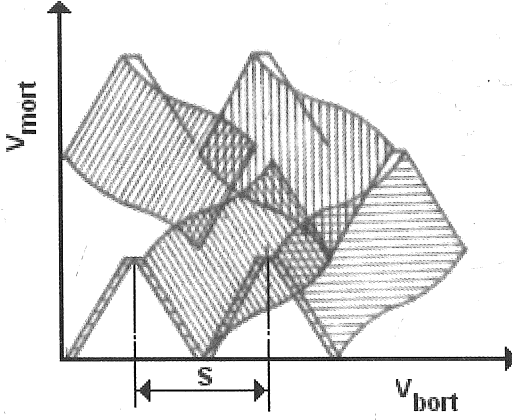


Şekil 4. İki elemanı hareketli makaslama kesme yapan çift bıçaklı biçme kırışi

(1-iç pabuç, 2-dış pabuç, 3-üst bıçak kırışi, 4-alt bıçak kırışi, 5-üst bıçak baskı kolu, 6-alt bıçak baskı kolu)

Makaslama kesme yapan ot biçme makineleri ile tarlada çalışılırken bıçaklar iki farklı hareketin etkisindedir. Bunlardan birisi bıçak kırışinin ileri geri hareketine bağlı, yönü ve hızı değişken olan göreceli hareket, diğeri ise makinenin ilerleme (öteleme) hareketine bağlı düzgün doğrusal harekettir.

Bu iki hareketin sonucu olarak bıçakların keskin kenarları, tarla yüzeyinde eğri bir yol izler (Şekil 5). İzlenen yörüngeler bıçaklar tarafından taranan ya da biçilen alanlardır.



Şekil 5. Standart tip biçme kirisinde bıçak hareket diyagramı

Bu makinelerle tarlada düzgün bir biçme işleminin yapılabilmesi için bıçak hızı ile makinenin ilerleme hızı arasında aşağıdaki eşitlikle belirtilen belirli bir oranın (k) sağlanması gerekir. Uygulamada bu oran ot biçmede ($k=1.5$) olarak önerilmektedir (Evcim, 1989).

$$\frac{V_{bort}}{V_{mort}} = k$$

Eşitlikte yer alan ortalama bıçak hız (V_{bort}) ve makinenin ilerleme hızı (V_{mort}) değerleri aşağıdaki eşitliklerle hesaplanır;

$$V_{bort} = \frac{s.n}{30} = \frac{r.n}{15}$$

$$V_{mort} = \frac{h.n}{30}$$

Eşitliklerde;

V_{bort} = Bıçağın ortalama hızı (m/s),

V_{mort} = Makinenin ortalama hızı (m/s),

s = Strok uzunluğu (m),

r = Krank mili ya da eksantrik tablasının yarıçapı (m),

h = Bıçağın bir strokunda makinenin aldığı yol (m),

n = Krank mili ya da eksantrik tablasının dönü hızı (d/min)'dir.

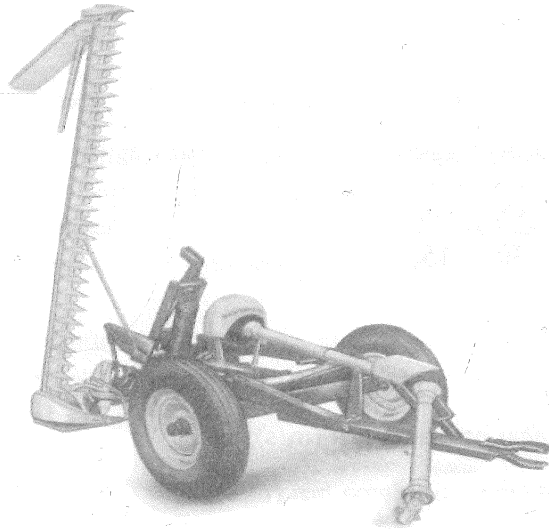
Makaslama kesme yapan ot biçme makinelerinde bıçak kirişine hareket, eksantrik tablası ya da krank milinden verilir. Krank mili ya da eksantrik tablasının dönü hareketi bıçak kolu aracılığı ile bıçak kirişine git-gel hareketi şeklinde iletilir.

Bıçakların keskin kenarları belirli bir çalışma sonunda aşınır. Bu nedenle yaklaşık 4-8 saatlik çalışma sonunda bıçakların kontrol edilmeli, kırık bıçakları değiştirilmeli, aşınmış olanlar bilenmelidir.

Makaslama kesme yapan ot biçme makineleri çalıştırılma durumuna göre atla çekilerek çalıştırılanlar, traktörle çalıştırılanlar ve kendi yürür olmak üzere üç tipte olabilir.

Atla çekilerek çalıştırılan ot biçme makineleri küçük ve engebeli alanların biçilmesinde başarılı olarak kullanılabilmeyle birlikte değişen koşullar nedeniyle günümüzde kullanım dışı kalmıştır.

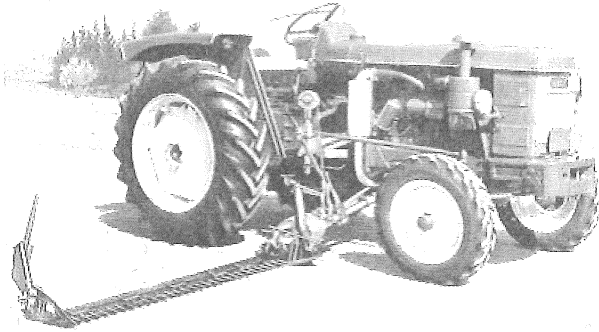
Traktörle çalıştırılan ot biçme makineleri çekilir ya da asılır tipte olabilir. Çekilir tiplerde biçme düzeni, iki tekerlekli bir şasi üzerine bindirilmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Çekilir tip makaslama kesme yapan ot biçme makinesi

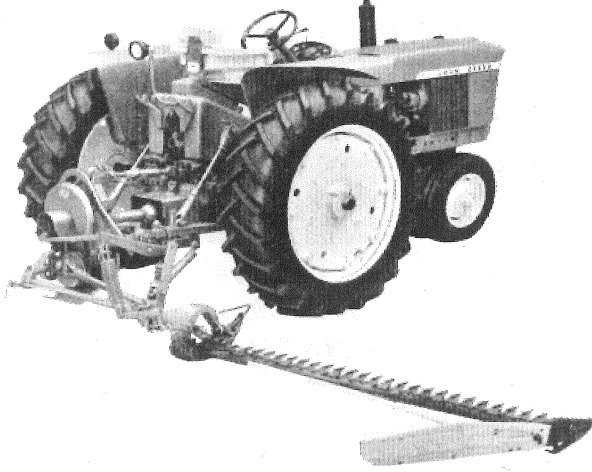
Asılır tip ot biçme makineleri traktörün önüne, ortasına ve arkasına asılır tipte olabilir. Standart tarla traktörlerinde öne asmaya fazla rastlanmaz. Bunlar ancak tek akslı traktörler ve kendi yürür makinelerde görülür. Biçme düzeninin ön tarafta bulunmasının, sürücüye daha kolay denetleme olanağı sağlanması, parsellerde kenar açma işlemine gerek olmadan doğrudan biçmeye başlanabilmesi ve parsel köşelerinde daha temiz bir biçmenin yapılabilmesi gibi avantajları vardır.

Ortaya asılır olanlar traktörün ön ve arka tekerlekleri arasına özel bir çatı ile bağlanır. Sökülüp takılması kolay olmadığı için, bir kez takıldıktan sonra biçme düzeni traktörün bir parçası olarak sürekli üzerinde kalır (Şekil 7).



Şekil 7. Ortaya asılır tip makaslama kesme yapan ot biçme makinesi

Arkaya asılır tipler standart tarla traktörlerin arka tarafındaki üç nokta askı düzenine bağlanırlar (Şekil 8). Makineye hareket traktörün kuyruk milinden bir şaft yardımıyla kolayca iletilir. Traktörün arka tarafında bulunan makinenin sürücü tarafından denetlenmesi, ön ve ortaya asılır tiplere kıyasla daha zordur. Söküp takma kolaylığı ve hareket iletim sisteminin basit olması bu makinelerin önemli avantajları arasında sayılır.



Şekil 8. Arkaya asılır tip makaslama kesme yapan ot biçme makinesi

Kendi yürür ot biçme makineleri, biçer-döver benzeri büyük kapasiteli makinelerdir. Makinenin ön tarafında dolaplı biçme tablası yer alır (Şekil 9). İlerleme yönünde ve belirli bir hızla dönen dolabın görevi, biçilecek otları biçme düzenine desteklemektir. Biçilen otlar ya doğrudan iki tekerlekler arasına, ya da bir bantlı götürücü ile makinenin yan tarafına namlu şeklinde bırakılır.



Şekil 9. Kendi yürür ot biçme makinesi ile tarlada bir çalışma

Kendi yürür tip ot biçme makinelerinin iş başarıları, asılır ve çekilir tiplere kıyasla oldukça yüksektir. Ancak satın alma bedellerinin yüksek olması bir dezavantaj olarak görülmektedir.

B-Döner Bıçaklı Ot Biçme Makineleri: Makaslama kesme yapan ot biçme makinelerinin bazı dezavantajları vardır. Bunlar;

- Çalışma sırasında bıçak kirisinin, yön ve hızı değişen hareketine bağlı olarak ortaya çıkan titreşimin azaltılması bağlamında, bıçak hızının 2.2-2.8 m/s gibi düşük bir değerlerde tutulma zorunluluğunun olması,
- Çalışma sırasında ortaya çıkan ve makinede titreşimlere neden olan zararlı atalet kuvvetlerinin tamamen kontrolünün zor ya da pahalı sistemleri gerektirmesi,
- Birbiri üzerinde sürtünerek çalışan parçalarının fazlalığı nedeniyle sürtünme direncinin yadsınamaz düzeylere ulaşabilmesi olarak özetlenebilir.

Dönerek çalışan ot biçme makinelerinde traktör uyruk milinden alınan dönü hareketi, karakteri değiştirilmeden doğrudan bıçaklara iletilir. Bu nedenle yukarıda sayılan olumsuz özellikler, dönerek çalışan makinelerde bulunmaz.

Dönerek çalışan ot biçme makinelerinin makaslama etkili ve serbest kesmeli (çarpma etkili) olmak üzere iki tipi vardır. Makaslama etkili döner bıçaklı biçme makinelerinde bıçaklar, bir silindirin çevresine helezonik yapıda dizilidir. Bıçakların bağlı olduğu silindir, ilerleme yönünün tersi yönde döner. Biçilecek otlar, bu bıçaklar yardımıyla silindirin karşı tarafındaki sabit bıçağa doğru yatırılarak makaslanır. Bu tip makineler daha çok, küçük çim alanlarının biçilmesinde kullanılır.

Dönerek çalışan ot biçme makinelerinden bir diğeri, serbest kesmeli olarak da adlandırılan çarpmalı tiplerdir. Bu makinelerde karşı kenar bulunmaz. Kesme işlemi toprağa tutunan bitkilerin ataletinden yararlanılarak gerçekleştirilir. Kesme işleminin gerçekleşebilmesi için, bitkinin ataleti ve eğilmeye karşı direncinden doğan momentlerin toplamı, kesme momentine eşit ya da ondan büyük olması gerekir. Bu tanımlamanın matematiksel gösterimi aşağıda verilmiştir;

$$\left(\frac{m.v}{t} \right) L + W.h \geq P.h$$

Eşitlikte;

m = Bitkinin kütlesi,

v = Kesme (Bıçak) hızı,

t = Kesme süresi;

h = Anız yüksekliği,

L = Bitki ağırlık merkezinin yerden yüksekliği,

d = Bitki sap kalınlığı,

W = Eğilme drenci,

P = Kesme kuvvetidir.

Yukarıdaki eşitlikte $\left(t = \frac{d}{v} \right)$ ilişkisi dikkate alınarak, kesme işinin gerçekleştirilmesi için gerekli en düşük bıçak hızı değerini veren aşağıdaki eşitlik elde edilir;

$$v \geq \sqrt{\frac{(P - W)h.d}{m.L}}$$

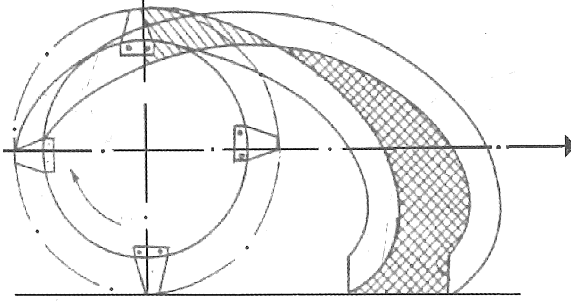
Buna göre ataleti az ya da eğilmeye karşı drenci düşük olan narin otların bu yöntemle kesilebilmesi daha yüksek bıçak hızlarına gerek olduğu sonucuna ulaşılır. Bu nedenle, döner bıçaklı ot biçme makinelerinde bıçak hızları 30-60 m/s gibi yüksek değerlerdedir (Evcim, 1989).

Kesici elemanları yatay düzlemde dönen ot biçme makineleri 2 ve 4 diskli olarak yapılır. Disklerin üzerinde sayıları 2-4 arasında değişen bıçaklar bulunur. Bıçaklar diskler oynak pimlerle bağlıdır. Diskler ikiye ayrılarak birbirlerinin tersi yönde dönerler. Santrifüj etki ile açılan ve radyal konuma gelen bıçaklar tarafından kesilen otlar, diskler arasına namlu şeklinde bırakılır.

Diskli biçme makinelerinde bıçakların tarlada izlediği yörünge, birisi dönme diğeri ilerleme olmak üzere iki hareketin etkisinde şekillenir (Şekil 10).

Şekilde görüldüğü üzere, trapez biçimindeki bıçakların keskin kenarları, yukarıda belirtilen iki hareketin etkisi ile tarlada sikloidal bir alanda tarama yapar. Bu alanın genişliği bıçakların keskin kenar uzunluğuna bağ-

lıdır. Aynı bıçak hızında, makinenin ilerleme hızı arttırıldığında tarlada biçilmemiş alanlar kalabilir. Tersi durumda, tarlada biçilmiş alanlarda bıçakların tarama sayısı artar. Diğer deyişle biçilmiş alanlarda bıçaklar yeniden tarama yapar. Bu durum biçme işleminde işgücü, zaman ve enerji giderlerini arttırır.



Şekil 10. Diskli ot biçme makinesinde bıçakların hareket yörüngeleri

Uygun bir biçme işleminin yapılabilmesi için tarlada çalışma sırasında aşağıdaki matematiksel ilişkinin sağlanması gerekir (Evcim, 1989);

$$\frac{V_{bort}}{V_{mort}} \geq \frac{2.\pi.R}{4.L.Cos\varphi}$$

Eşitlikte;

V_{bort} = Ortalama bıçak hızı (m/s),

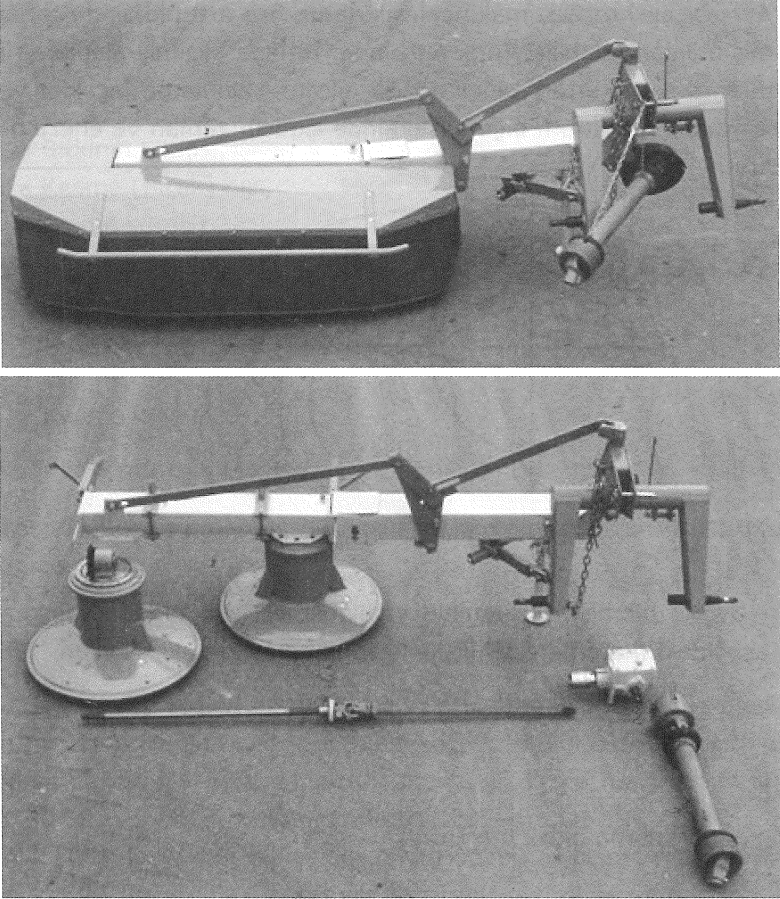
V_{mort} = Ortalama makine ilerleme hızı (m/s),

R = Bıçak ucunun çizdiği dairenin yarıçapı (m),

L = Bıçak keskin kenar uzunluğu (m),

φ = Bıçak keskin kenarının hareket yönüyle yaptığı açı (°)'dir.

Diskli ot biçme makineleri asılır ya da çekilir tipte yapılırlar. Şekil 11'de asılır tip, Şekil 12'de ise çekilir tip diskli ot biçme makineleri verilmiştir.



Şekil 11. Asılır tip iki diskli ot biçme makinesi

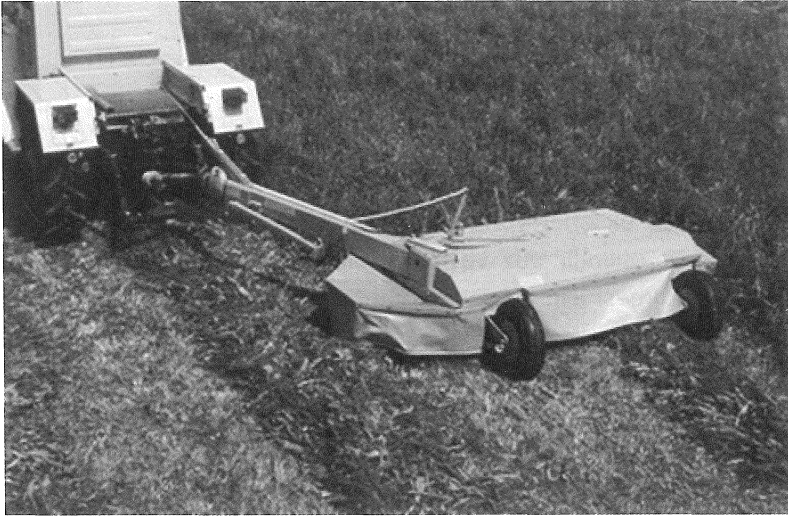
Disklere hareket traktör kuyruk milinden iletilir. Çalışma sırasında disklerin tarlanın yüzey özelliklerine uyabilmesi için bıçakları taşıyan diskler, rotor miline serbest bağlı konkav diskler üzerine oturtulur. Bazı makinelerde bu disklerle bıçakların bağlı olduğu diskler arasındaki uzaklık değiştirilerek biçme yüksekliği ayarlanabilir.

Makine üzerinde, aşırı zorlanmalarda makinenin geriye doğru kaymasına olanak tanıyan bir emniyet düzeneği vardır.

Bıçakların dönme yönündeki keskin kenarları aşındığında karşılık diskler üzerindeki bıçaklar yer değiştirilerek daha uzun süre kullanılabilir.



Şekil 12 Asılır tip diskli ot biçme makinesi ile tarlada bir çalışma



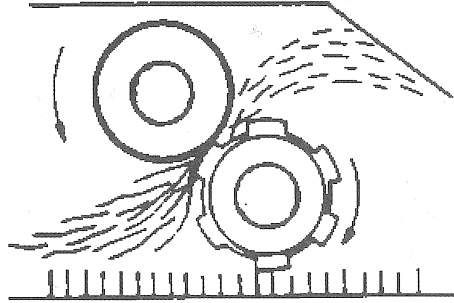
Şekil 13. Çekilir tip diskli ot biçme makinesi ile tarlada bir çalışma

2.1.2.2. Ot Ezme Makineleri

Ezme, tarlada kurutulacak yem bitkilerine uygulanan bir işlemdir. Ezme işleminde amaç, otun kuruma süresini kısaltmak, yaprak ve sapların

tekdüze kurumalarını sağlamaktır. Kuruma süresinin kısaltılması ile kontrol dilemeyen hava koşullarından tarladaki otların zarar görmesi önlenir ve tarlada kalma süresine bağlı olarak artan karotin, vitamin, mineral ve besin madde kayıpları azaltılır. Ayrıca, ezme işlemi ile kaba ve sert gövdeli otlar daha lezzetli ve sindirimi kolay duruma getirilir.

Ezme işleminde otlar, dönen iki silindir arasından geçirilerek yere bırakılır (Şekil 14). İşlemin etkinliği, silindirler arasına gönderilen otun tekdüzeliği ve silindirler arasından ota uygulanan basınca bağlıdır.



Şekil 14. Ot ezme işlemi

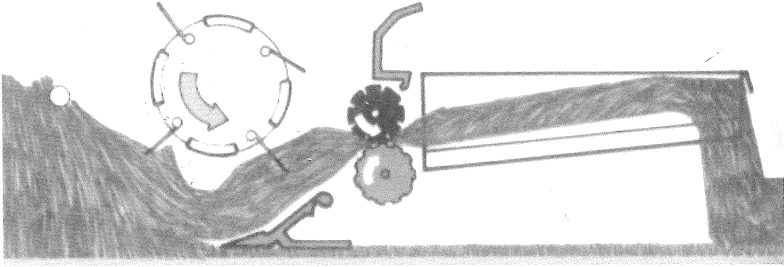
Ot ezme makinelerinde silindirler metal ve kauçuk kaplı olabilir. Bunların çevresi aksel yönünde düz ya da helisel yiv-setli olabilir. Bazı tasarımlarda üst silindir düz ve metal olup, üst tarafında silindire sarılan materyalin sıyrılması için bir sıyrıcı vardır. Alt silindir sabit, üst silindir ise konumu (silindirler arası uzaklık) ayarlanabilir biçimde ve yay baskılı olarak yataklanır. Yay baskılı yataklama, silindirler arasına giren otun yoğunluğuna bağlı olarak üst silindirin aşağı-ukarı hareketine olanak sağlar ve silindirlerin tıkanma olasılığını azaltır.

Birbirinin tersi yönde dönen silindirlere hareket traktör kuyruk milinden verilir. Silindirlerin çevre hızları makinenin ilerleme hızının 3-4 katı olması en uygun çalışma koşuludur.

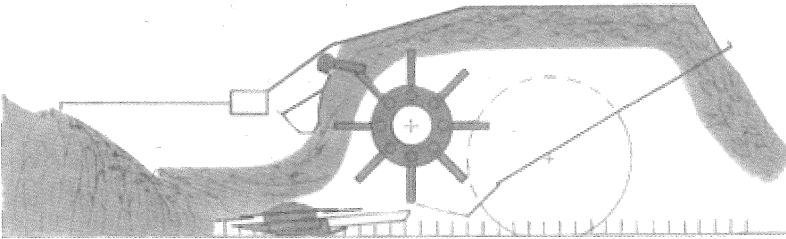
Makinenin arka tarafında ve silindirlerin gerisinde yönlendirme plakaları ya da parmakları yer alır. Konumları değiştirilebilen bu plakalar/parmaklar, ezilen otun yere gevşek biçimde ve istenilen genişlikte bırakılmasına olanak sağlar.

Biçilerek tarlada bir süre soldurulan otlar esnek bir yapı kazanır. Bundan sonra uygulanacak soldurma işlemi ile otların gövdelerinde kuruma için yeterli çatlaklar oluşmaz ve otun silindirlere sarılma eğilimi artacağı için makinede tıkanmalara neden olur. Ezme işleminin başarısı, biçme işleminden hemen sonra uygulanarak arttırılabilir. Bu gerçek nedeniyle ot biçme makineleri ot ezme makineleri ile birleştirilerek bir geçişte biçme ve ezme işlemini yapabilen makineler geliştirilmiştir. Namlu hasat makinesi olarak da isimlendirilen bu makineler, çekilir ve kendi yürü tipte olabilir.

Namlu hasat makinelerinde biçme düzeni makaslama etili olabildiği gibi, diskli tipte de olabilir. Şekil 15’de çekilir tip makaslama kesmeli namlu hasat makinesi verilmiştir. Şekil 16’da ise diskli tip biçme düzenli namlu hasat makinesi verilmiştir.



Şekil 15 Çekilir tip makaslama kesme düzenli namlu hasat makinesi



Şekil 16 Çekilir tip diskli biçme düzenli namlu hasat makinesi



Şekil 17. Çekilir tip namlu hasat makinesi ile tarlada bir çalışma

Çekilir tip namlu hasat makinelerinin ön tarafında bulunan dolap, ilerleme yönünde dönerek biçilecek ota desteklik eder ve biçilen otların ezme düzenine iletilmesini sağlar. Ezilen otlar yönlendirici plakalar/parmaklar yardımıyla belirli bir genişlikte ve gevşek biçimde yere bırakılır.

2.1.2.3. Ot Tırmıkları

Tarlada kurutma yönteminde, biçilen otlar tarlaya dağıtılır ve belirli aralıklarda havalandırılır. Tarlada belirli bir nem düzeyine kadar kurutulan otlar, gece döneminde artan hava bağıl nemi nedeniyle tekrar ıslanabilir. Bu nedenle kurutma işleminin bir günden fazla sürmesi durumunda, günün sonunda tarladaki otlar namlu şekline getirilerek hava ile temas yüzey alanı küçültülür. Ertesi gün tekrar tarlaya dağıtılarak kurutmaya devam edilir. Tarlada kurutma sırasında ota uygulanan havalandırma, namlu

yapma, namlu dağıtma, namlu alt-üst etme (namlu çevirme) ve namlu birleştirme işlemlerinde ot tırmıklarından yararlanılır.

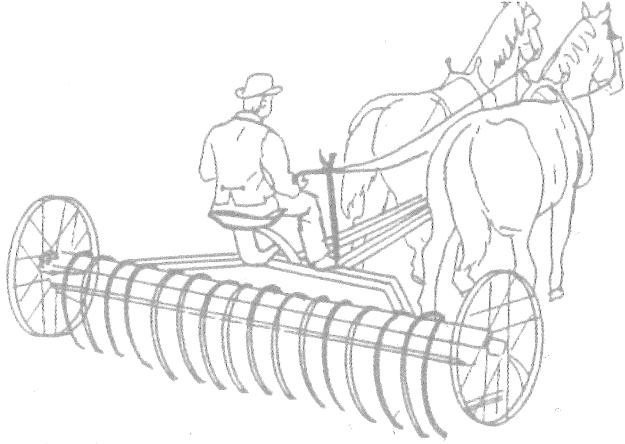
Tırmıkların seçim ve çalıştırılmasında yapılacak yanlışlıklar, uygulanacak işlemler sırasında yaprak ve kuru madde kayıplarını arttırır. Otun nem içeriğinin azalması, yapılan işlemlerde bu kayıpları önemli düzeylere ulaştırabilir. Bu nedenle tırmıklar gerekli olduğu zaman ve uygun biçimde kullanılmalıdır.

Uygulamada yer alan ot tırmıkları aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir;

- 1-Toplama tırmıkları,
- 2-Yan tırmıklar,
 - a-Silindirik yan tırmıklar,
 - b-Yanal stroklu yan tırmıklar,
 - c-Parmaklı yan tırmıklar,
 - d-Bantlı yan tırmıklar,
- 3-Gevşetici-toplayıcı (havalandırma) tırmıkları,
 - a-Düşey eksenli havalandırma tırmıkları,
 - b-yatay eksenli havalandırma tırmıkları.

Toplama tırmıkları, yalnızca biçilen ve tarlaya dağıtılmış otların namlu şekline getirilmesinde kullanılır. Yan tırmıklar namlu yapma, namlu çevirme ve namlu birleştirme amacıyla kullanılır. Havalandırma ve namlu dağıtma işlemlerinde fazla başarılı oldukları söylenemez. Ancak, bu grupta yer alan bantlı tırmıklar, havalandırma ve namlu dağıtma amacıyla da başarılı olarak kullanılabilir. Havalandırma tırmıkları, namlu yapma, namlu çevirme, namlu birleştirme, namlu dağıtma ve tarlaya dağıtılmış otların havalandırılması amacıyla kullanılmaktadır. Bu tırmıklara ilişkin yapısal özellikler aşağıda özetlenmiştir.

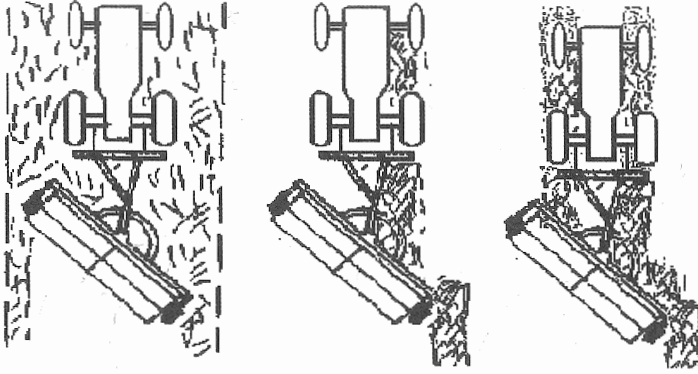
A-Toplama tırmıkları: Biçme yönüne dik yönde çalıştırılarak biçilen otların namlu şekline getirilmesinde kullanılır. Genellikle atla çekilerek çalıştırılırlar. Bu nedenle beygir tarağı olarak da adlandırılır. Küçük ve engebeli alanlar için uygundur. Yapısal olarak iki tekerlek arasına yerleştirilmiş ve üzerinde 7.5-10.0 cm aralıklarla sıralanmış yarım ay şeklindeki yaylı parmaklar bulunan bir kiriş, sürücü oturağı ve denetim elemanlarından oluşur (Şekil 18). İş genişlikleri 3.0-4.5 m arasında değişir.



Şekil 18 Toplama tırmığı

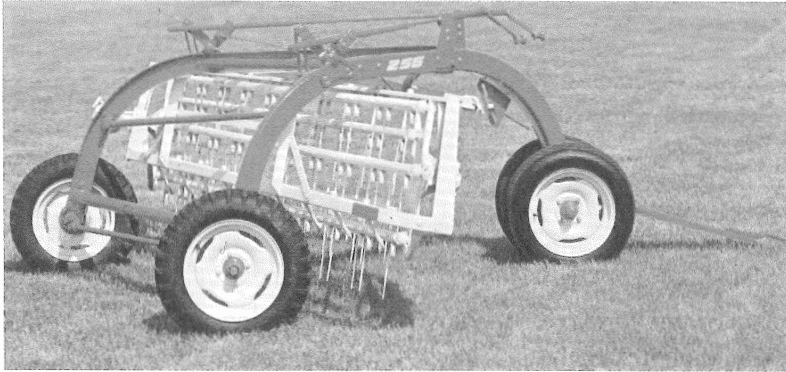
Biçme yönüne dik olarak çekilirken, tırmık elemanları (Parmaklar) önünde yeterince ot topladığında, otomatik bir kavrama ile tekerlekten alınan hareket, taşıyıcı kirişe iletilir. Taşıyıcı kiriş kendi eksenini etrafında belirli bir açıda döner. Bu dönüşü bağlı olarak yaylı parmaklar geriye (yukarı) doğru yükselir ve toplanan otlar yere bırakılır. Bu çalışma tekrarlanarak ot namluları oluşturulur. Oluşturulan ot namluları düzensiz (kesikli) olduğundan, makine ile toplamaya uygun değildir.

B-Silindirik yan tırmık: Silindirik bir yapıda düzenlenmiş 4-6 adet taşıyıcı kiriş ve üzerine belirli aralıklarla sıralanmış yaylı parmaklardan oluşur. Silindirik yapı, traktör kuyruk mili ya da taşıma tekerleklerinden alınan hareketle ilerleme yönünün tersi yönde döner. Bu sırada, yere dik konumdaki yaylı parmaklar, kirişlerin güdümlü hareketi sırasında konumlarını korurlar. Bu durum ot yığınının dalarak çalışan parmakların yığından çıkışını kolaylaştırır. Genel olarak ilerleme yönüne kıyasla 30-45°'lik açı yapacak biçimde konumlandırılarak çalıştırılır. Bu açılı konumlandırma nedeniyle otlar tırmığın ileri ucundan geriye doğru kaydırılarak namlu yapma, namlu çevirme, namlu birleştirme işlerinde kullanılır (Şekil 19).



Şekil 19. Silindirik yan tırmıkla bazı çalışma şekilleri

C-Yanal stroklu yan tırmık: Silindirik yan tırmıklara benzer. Yaylı parmakları taşıyan kirişler (sayıları 4-6 adet olabilir) birbirine paralel ve ilerleme yönüne kıyasla açılı olarak konumlandırılmış disklerle özel yataklarla bağlıdır. Bu yapı nedeniyle kirişlere bağlı yaylı parmaklar, çalışma sırasında, düşey konumlarını korurlar (Şekil 20).



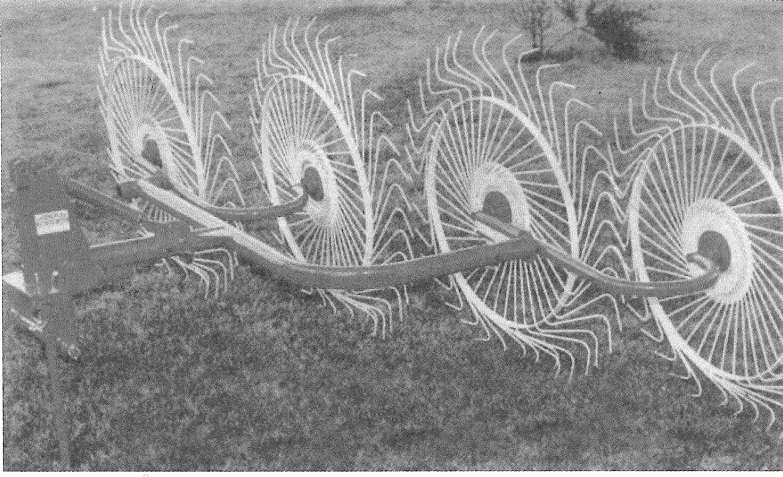
Şekil 20. Yanal stroklu yan tırmık



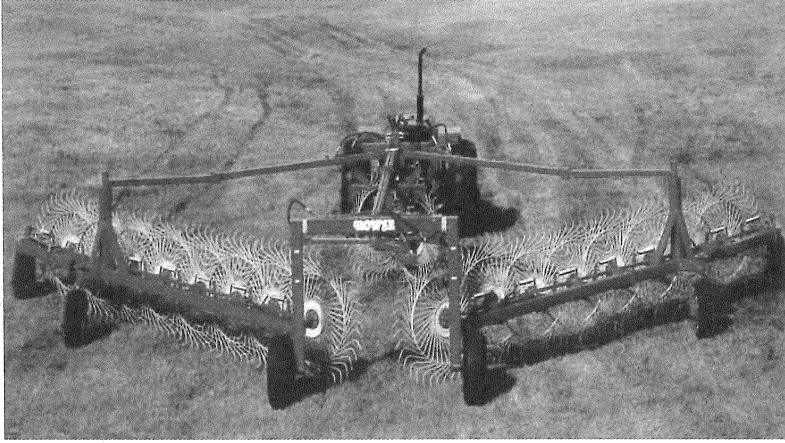
Şekil 21. Yanal stroklu yan tırmıkla tarlada bir çalışma

Diskler traktör kuyruk mili ya da taşıma tekerleklerinden alınan hareketle kendi eksenleri etrafında döner. Disklerin dönmesine bağlı olarak yaylı parmaklar, tarlaya göre rölatif bir yanal hareket yapar. Tırmık gövdesi çalışma sırasında ilerleme yönüne kıyasla 30° - 45° 'lik açılarda konumlandırılır. Bu konumlandırma nedeniyle otlar tırmığın ileri ucundan açılı olarak geriye doğru kaydırılarak, silindirik yan tırmıklarda olduğu gibi namlu yapma, namlu çevirme ve namlu birleştirme işlemlerinde etkin olarak kullanılır.

D-Parmaklı yan tırmık: İşleyici organları, yaklaşık 120 cm çapında yaylı parmaklardan oluşan yıldız çarklar şeklindedir. Sayıları 3-7 adet olabilen bu çarklar özel şekilli bir çatı üzerine ve birbirlerini örtecek biçimde yataklanmıştır. Şekil 22'de asılır tip, Şekil 23'de çekilir tip parmaklı yan tırmıklar verilmiştir.



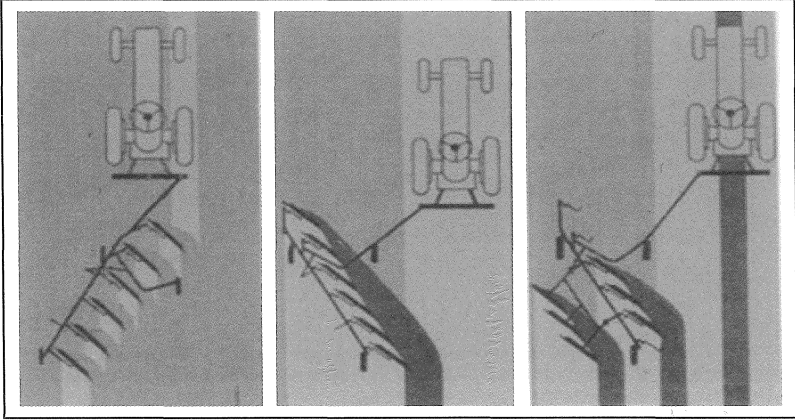
Şekil 22. Asılır tip parmaklı yan tırmık



Şekil 23. Çekilir tip parmaklı yan tırmık

Çalışma sırasında yerle temas eden yıldız çarklar, yerle olan sürtünmelerine bağlı olarak kendi eksenleri etrafında serbest biçimde dönerler. Çalışma sırasında tırmık gövdesi, ilerleme yönüne göre 30° - 45° 'lik açılarda konumlandırılır. Bu konumlandırma nedeniyle otlar, birbirini örten yıldız çarklar tarafından tırmığın ileri ucundan geriye doğru kaydırılır. Namlu yapma, namlu çevirme ve namlu birleştirme işlerinde etkin olarak

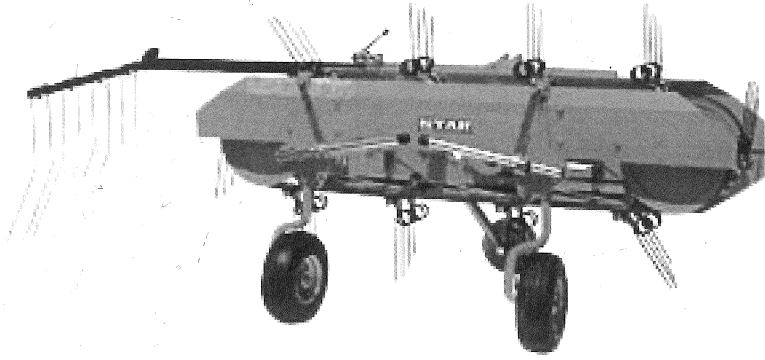
kullanılır. Şekil 24’de parmaklı yan tırmıkla yapılabilen bazı işlemler (havalandırma, tek ve iki namlu yapma) şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 24. Parmaklı yan tırmıkla çalışma bazı şekilleri

E-Bantlı yan tırmık: Daha çok asılır tipte yapılır. İlerleme yönüne dik konumda çalıştırılan bantlı tırmıklar, iki adet silindir arasında gerdirilmiş üzerinde yaylı parmaklar bulunan bir bant, taşıma tekerlekleri ve çarpma perdesinden/parmaklarından oluşur (Şekil 25).

Yaylı parmakların yerden yüksekliği taşıma tekerleklerinden ayarlanır. Traktör kuyruk milinden alınan harekete bağlı olarak bant üzerine bağlı yaylı parmaklar otu yerden süpürerek yan tarafa fırlatır. Otlar fırlatma yönündeki perdeye/parmaklara çarptırılarak namlu şekline getirilir. Çarpma perdesi/parmakları kullanılarak namlu çevirme ve namlu birleştirme amacıyla da kullanılan bantlı tırmıklar, bu perde/parmaklar çıkartılarak namlu dağıtma ve havalandırma amacıyla kullanılır.



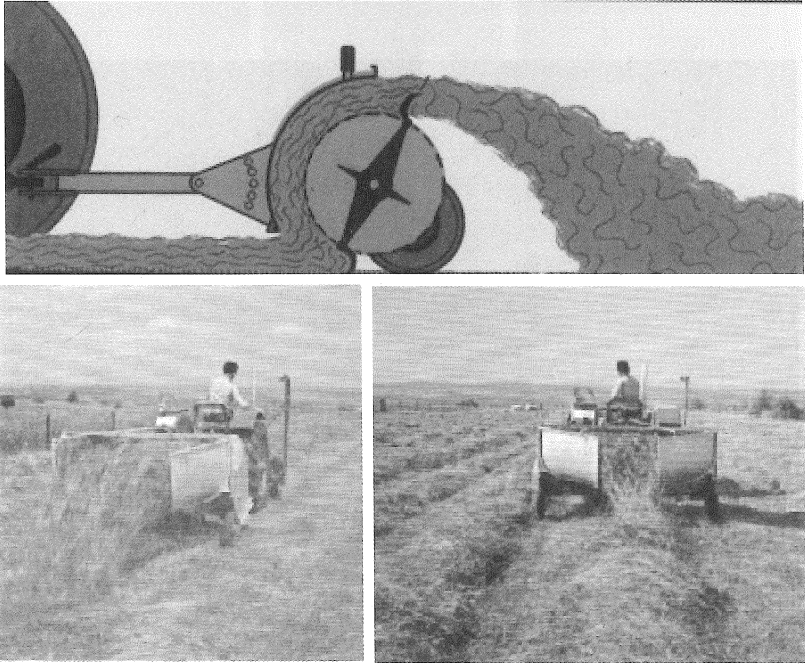
Şekil 25. Bantlı tırmık



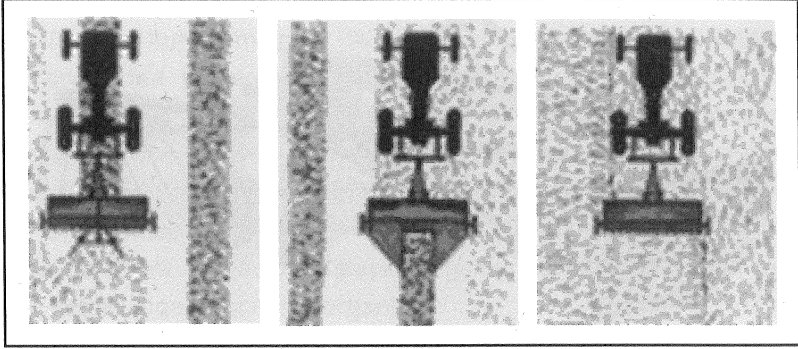
Şekil 26. Bantlı tırmıkla tarlada bir çalışma

F-Yatay eksenli havalandırma tırmığı: Silindirik bir yapıda düzenlenmiş 4-6 adet taşıyıcı kiriş ve üzerinde yaylı parmaklardan oluşur.

Silindirik yapı, traktör kuyruk mili ya da taşıyıcı tekerlekten alınan hareketle ilerleme yönünün tersi yönde döner. Tırmık gövdesi çalışma sırasında ilerleme yönüne dik olarak konumlandırılır. Yaylı parmakların yerden yüksekliği taşıyıcı tekerlekten ayarlanır. Dönen silindirik yapı üzerindeki yaylı parmaklar tarafından yerden kaldırılan otlar üstten aşırılarak arkaya doğru fırlatılır (Şekil 27). Arka taraftaki yönlendirme perdesinin konumuna bağlı olarak namlu yapma, namlu birleştirme, namlu dağıtma ve havalandırma işlemlerinde kullanılır. Şekil 27’de yatay eksenli havalandırma tırmağı ile namlu dağıtma, namlu yapma ve havalandırma işlemleri şematik olarak gösterilmiştir.

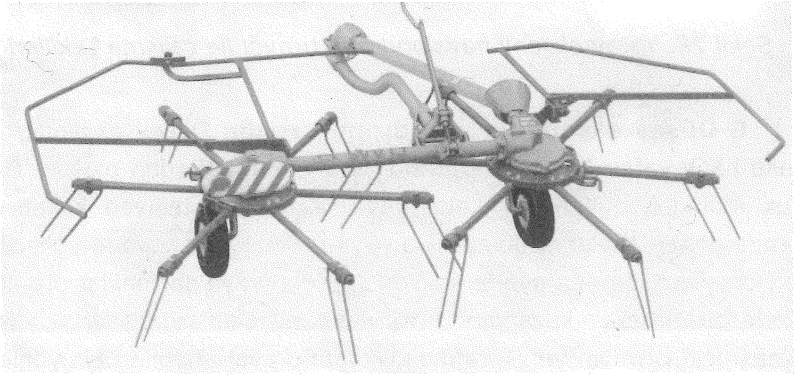
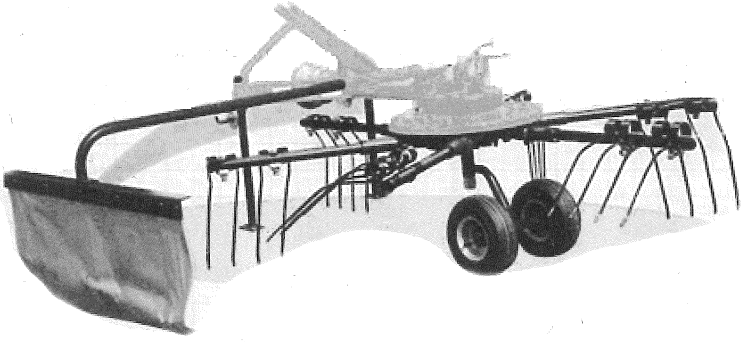


Şekil 27. Yatay eksenli havalandırma tırmağı



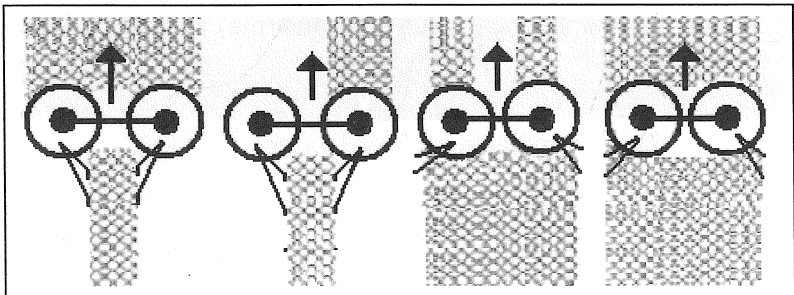
Şekil 28. Yatay eksenli havalandırma tırmağı ile çalışma şekilleri

G-Düşey eksenli havalandırma tırmağı: Düşey eksenle dönen bir mile bağlı yatay kollar ve üzerinde yaylı parmaklardan oluşur. Traktör kuyruk milinden alınan hareketle yaylı parmakları taşıyan kollar yatay konumda döner. Kolların, dolayısıyla yaylı parmakların yerden yükseklikleri taşıyıcı tekerleklerden ayarlanır. Yeri süpüren yaylı parmaklar ota dönme yönünde bir hareket kazandırır. Tek elemanlı olanlarda savrulan otların tutulması için tırmağın yan tarafında, konumu ayarlanabilen bir yönlendirme perdesi/parmakları bulunur. Bu perde/parmaklar yardımıyla namlu yapma, namlu çevirme ve namlu birleştirme işleri, perde devre dışı bırakılarak namlu dağıtma ve havalandırma işleri yapılır. Eleman sayısı fazla olanlarda elemanlar ikişerli olarak birbirlerinin tersi yönde dönerler. Her iki elemanın arka tarafında bulunan yönlendirme perdelerinin/parmaklarının konumları değiştirilerek farklı amaçlarla (namlu yapma, namlu çevirme, namlu birleştirme, namlu dağıtma ve havalandırma) kullanılır (Şekil 29).



Şekil 29 Tek ve iki elemanlı düşey eksenli havalandırma tırmıkları

Şekil 30'da iki elemanlı ve düşey eksenli bir havalandırma tırmağı ile yapılan namlu yapma, namlu alt-üst etme namlu dağıtma ve havalandırma işlemleri şematik olarak gösterilmiştir.



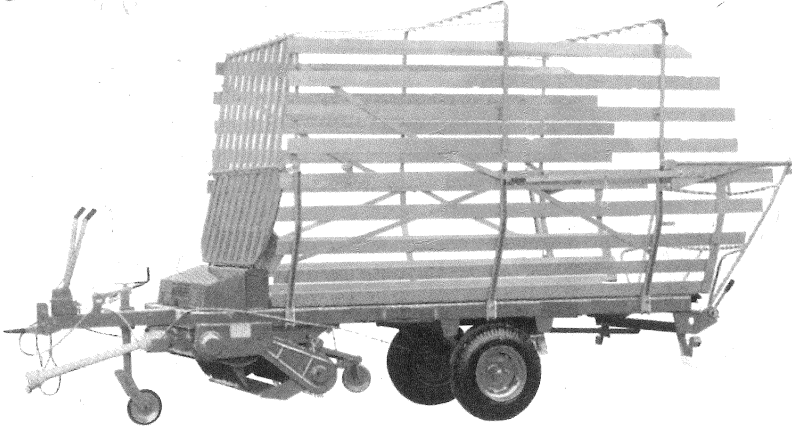
Şekil 30. İki elemanlı havalandırma tırmağı ile çalışma şekilleri

2.1.2.4. Ot toplama arabaları

Tarlada kurutulmuş ya da yeni biçilmiş gevşek otun toplanması, taşıma araçlarına yüklenmesi ve işletmeye getirilip boşaltılması zor ve zaman alıcı işlemlerdir. Küçük işletmelerde bu amaçla tırmık, dirgen ve ot çatalı gibi basit mekanizasyon araçlarından yararlanılır. Büyük işletmelerde ise otomatik devşirmeli ot toplama arabaları kullanılır.

Basit anlamda bir ot toplama arabası, traktörle çekilen tek ya da çift akslı bir tarım arabasıdır. İşleyici organlarına traktör kuyruk milinden hareket iletilir. Önemli yapısal organları;

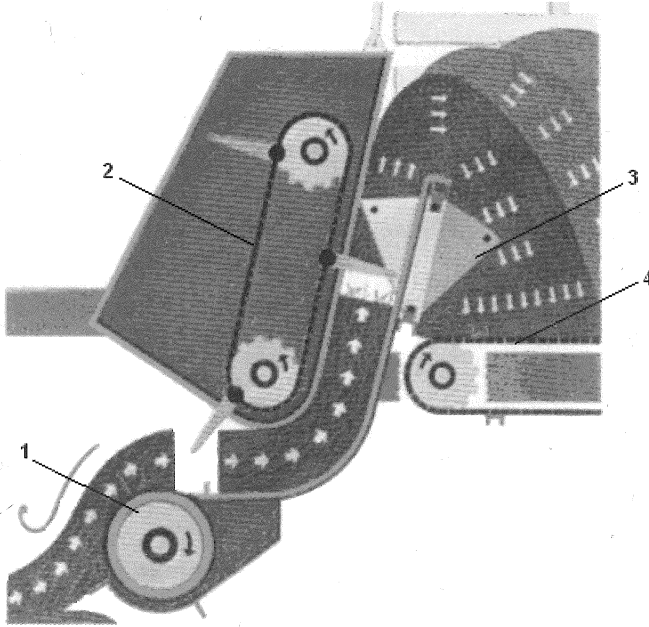
- Tek ya da iki akslı şasi üzerine oturtulmuş kasa,
- Otu namludan kaldıran devşirme düzeni,
- Devşirme düzeninden aldığı otu kasa seviyesine kadar yükselten ve bu sırada kısmen kıyan yükseltme düzeni,
- Otun kasa içerisine düzgün biçimde dağıtan ve gerektiğinde boşaltan kasa tabanındaki zincir çatalı götürücünden oluşur (Şekil 31).



Şekil 31. Ot toplama arabası

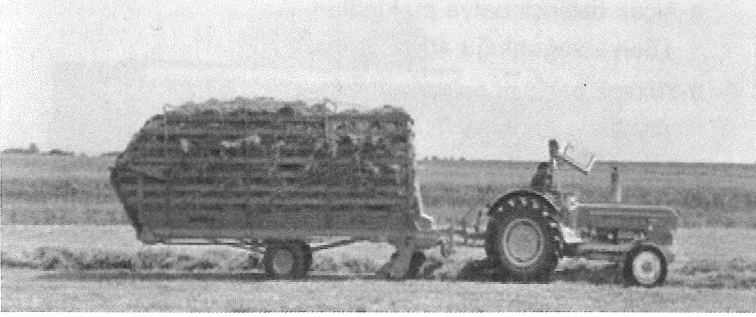
Kasa, 10-15 m³ hacminde olup, iki yan tarafında ahşap kapaklar bulunur. Üst ve arka tarafı ip ya da tel ağ şeklindedir. Ön kısmında 1.5-2.0 m genişliğinde devşirme düzeni yer alır. 50-70 cm çapında yaylı parmaklardan oluşan devşirme düzeni, ilerleme yönünün tersi yönde dönerek otu namludan kaldırır. Devşirme düzeninin yerden yüksekliği her iki tarafındaki destek tekerleklerinden ayarlanılır.

Yükseltme düzeni, devşirme düzeninin üst tarafında yer alır. İkişer adet dişli arasına gerdirilmiş iki adet sonsuz zincir ve zincirler arasına yerleştirilmiş, üzerinde çatal şeklinde parmaklar bulunan metal çitalardan oluşur. Yükseltme düzeninin arka tarafında kasa genişliği boyunca 15-20 cm aralıklarla sıralanmış, konumları ayarlanabilen bıçaklar vardır. Bu bıçaklar yükseltme sırasında otun kısmen kıyılmasını sağlar (Şekil 32).



Şekil 32. Ot toplama arabasında otun kasaya yüklenmesi
(1-devşirme düzeni, 2- yükseltme düzeni, 3- bıçaklar, 4- kasa)

Kasa tabanındaki zincir çatalı götürücü, yükseltme düzeni ile kasanın ön tarafına yığılan otu arkaya doğru taşınması, sıkıştırılması ve kasanın boşaltılmasını sağlar. Hızı 0.5-5.0 m/s arasında değiştirilebilir. Makinenin tarladaki çalışma hızı namludaki otun yoğunluğu ve tarlanın yüzey özelliklerine bağlı olup, ortalama 5-7 km/h'dir.



Şekil 33 Ot toplama arabası ile tarlada bir çalışma

2.1.2.5. Balya Makineleri

Tarlada kurutulmuş otun büyük hacimli olması nedeniyle toplanması, taşıma araçlarına yüklenmesi, taşınması ve depolanması oldukça zor ve zaman alıcı işlemlerdir. Ayrıca bu otların depolanması için büyük hacimli depolara gerek vardır. Sayılan işlemlerin etkinleştirilmesinde balyalama önemli bir işlem olarak gündeme gelir. Gevşek otun tarlada balyalanması ile gevşek otta $40-50 \text{ kg/m}^3$ olan hacimsel kütle $190-200 \text{ kg/m}^3$ 'e çıkartılarak iş gücü ve zamandan önemli düzeylerde tutum sağlanır.

Gelişim sürecine bağlı olarak uygulamada yer alan balya makineleri aşağıdaki biçimde sınıflandırılabilir;

- 1-Güç kaynağına göre,
 - a-Elle çalıştırılan balya makineleri,
 - b-Hareketini yardımcı motordan alan balya makineleri,
 - c-Hareketini traktörün kuyruk milinden alan balya makineleri,
 - d-Kendi yürür balya makineleri,
- 2-Oluşturulan balyanın şekline göre,
 - a-Silindirik balya makineleri,
 - b-Prizmatik balya makineleri,
- 3-Bağlama materyaline göre,
 - a-İp bağlamalı balya makineleri,
 - b-Tel bağlamalı balya makineleri,
- 4-Oluşturulan balyaların yoğunluğuna göre,

- a-Alçak basınçlı balya makineleri
(Balya yoğunluğu 40-80 kg/m³),
- b-Yüksek basınçlı balya makineleri
(Balya yoğunluğu 80-200 kg/m³),

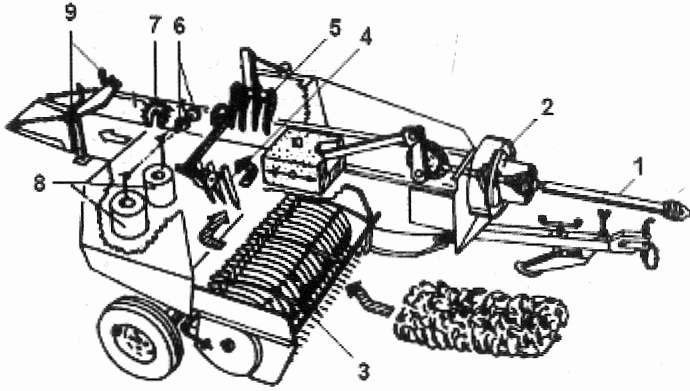
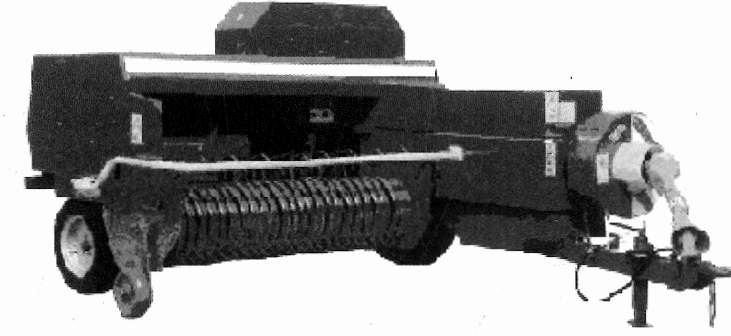
5-Kullanım durumuna göre,

- a-Durağan çalıştırılan ve yardımcı bir motordan hareket alan balya makineleri,
- b-Durağan çalıştırılan ve bağlama işinin elle yapıldığı balya makineleri,
- c-Traktörle çekilen ve yardımcı bir motordan hareket alan balya makineleri,
- d-Traktörle çekilen ve traktörün kuyruk milinden hareket alan balya makineleri,
- e-Kendi yürür balya makineleri,
- f-Biçerdöverin arkasına monte edilen balya makineleri.

Günümüzde çekilir tip, hareketini traktörün kuyruk milinden alan, otomatik devşirmeli, yüksek basınçlı, prizmatik balya makineleri ile daha az sayıda olmak üzere silindirik balya makineleri yaygın kullanım alanına sahiptir. Bu nedenle burada bu iki makine hakkında özet bilgiler verilecektir.

A-Yüksek basınçlı prizmatik balya makineleri: Çekilir tip, hareketini traktörün kuyruk milinden alan, otomatik devşirmeli, yüksek basınçlı, prizmatik balya makinesinin parçaları (Şekil 34) aşağıdaki biçimde sıralanabilir;

- Devşirme düzeni,
- Besleme düzeni,
- Yedirici düzen,
- Sıkıştırma düzeni (Balya kanalı ve piston),
- Bağlama düzeni,
- Balya uzunluk ayar düzeni,
- Balya yoğunluk ayar düzeni,
- Emniyet düzeni.



Şekil 34. Yüksek basınçlı prizmatik balya makinesi

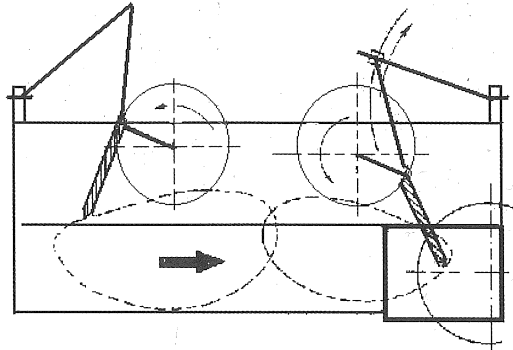
(1-kardan mili, 2- volan, 3- devşirme düzeni, 4- besleme düzeni, 5- yedirici düzen, 6- bağlama düzeni, 7- balya uzunluk ayar düzeni, 8- bağlama düzeni, 9- balya yoğunluk ayar düzeni)

Makinenin ön tarafında yer alan devşirme düzeni, 60-80 cm çapında 150-200 cm genişliğinde yaylı parmaklar oluşan silindirik bir yapıdır. Yaylı parmakların arasında, parmaklara dolanan otların sıyrılması için metal sıyrıcılar vardır. Çelik bir halatla şasiye bağlı olan devşirme düzeni, halat boyu değiştirilerek yol ve iş konumuna getirilebilir. Yaylı parmakların yerden yüksekliği devşirme düzeninin iki yan tarafındaki destek tekerleklerinden ayarlanır. İlerleme yönünün tersi yönde dönen devşirme düzeni ile

namludaki ot kaldırılarak besleme düzenine verilir. Devşirme düzeninin üst tarafında yer alan yaylı parmaklar, namludan kaldırılan otun düzgün biçimde besleme düzenine verilmesini sağlar.

Besleme düzeni, devşirme düzeni ile namludan kaldırılan otun yönünü 90° değiştirerek balya kanalına iletir. Balya makinelerinde kullanılan besleme düzeni, parmaklı sonsuz zincirli, helezonlu ve harmonik hareketli çatallı olmak üç farklı tipte olabilir. En yaygın olanı harmonik hareketli çatallı tiptir.

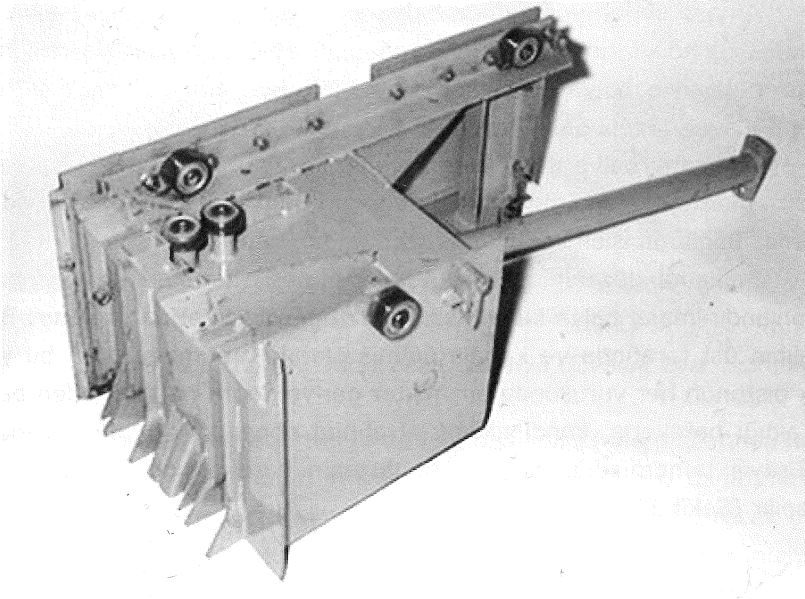
Harmonik hareketli çatallı besleme düzeni iki adet krank-biyel sistemine bağlı ve ota dalarak çalışan çatallardan (kollardan) oluşur (Şekil 35). Çatallar birbirleriyle ve pistonla senkronize olarak çalışır. Besleme düzeninden alınan otlar ilk grup çatalla besleme açıklığına doğru bir miktar kaydırılır. Bu çatallar otun içerisinden çıkarken diğer grup, ota dalarak besleme açıklığından balya kanalına gönderilir.



Şekil 35. Harmonik hareketli çatallı besleme düzeni

Balya kanalına yedirilen otlar piston yardımıyla sıkıştırılır. Pistonun balya kanalındaki sıkıştırma hızı 40-80 adet/dak. arasında değişir. Balya kanalına verilen otlar, birisi piston üzerinde (hareketli bıçak), diğeri besleme açıklığı yan duvarı üzerinde (sabit bıçak) bulunan iki adet bıçakla, pistonun sıkıştırma periyodunda makaslama etki ile kesilir. Balya kanalına alınan otların her sıkıştırma periyodunda kesilmesi, hem sıkıştırma işleminin etkinliğini artırır hem de balyaların kullanılmaları sırasında açılma ve dağıtılmasını kolaylaştırır.

Piston özel şekilli olup, üzerinde iğnelerin geçeceği yarıklar vardır (Şekil 36). Bir kol ile krank miline bağlı olan piston, makaralarla balya kanalı içerisindeki raylar üzerinde ileri-geri hareket eder. Piston üzerinde ve hareket makaralarının hemen arkasında bulunan sıyırıcılar, çalışma sırasında raylar üzerindeki olası yabancı maddeleri temizler ve pistonun daha rahat çalışmasını sağlar. Traktörün kuyruk milinden alınan dönü hareketi volan, krank mili ve piston kolu üzerinden git-gel hareketi şeklinde pistona iletilir.



Şekil 36. Sıkıştırma pistonu

Balya kanalı 2-4 mm kalınlığında saçtan yapılır. Kanalin üst ve alt duvarları üzerinde, sayıları 2-4 arasında değişen yay baskılı tırnaklar vardır. Pistonun her sıkıştırma periyodunda kanal dışına çıkan bu tırnaklar, geri dönüş periyodunda kanal içerisine dalarak sıkıştırılan otun gevşemesini önler.

Elde edilecek balyaların yoğunluğu, balya kanalı içerisindeki otun, pistona karşı gösterdiği dirence bağlıdır. Bu direnç ise otun nem içeriğine, otun cinsine ve balya kanalının yüzey özelliğine bağlıdır. Yüksek nem içeri-

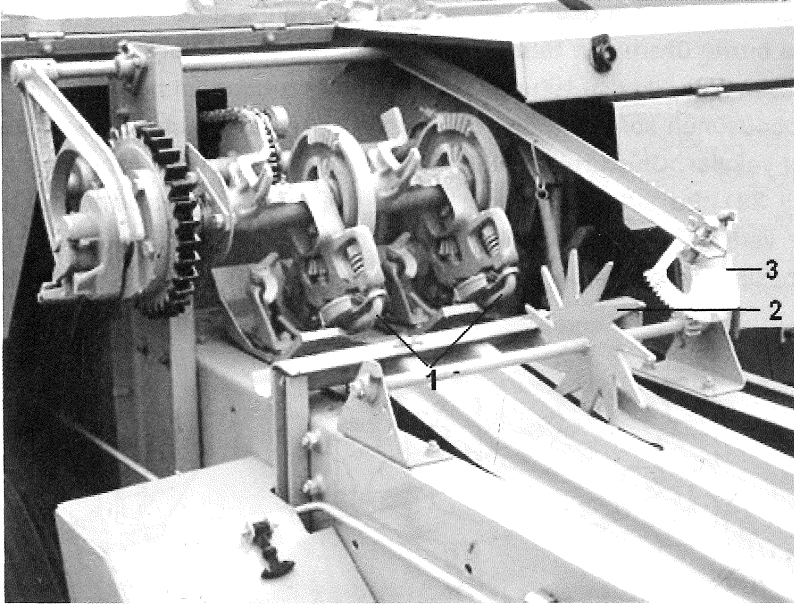
ğinde ve tüylü yapıdaki otlar balya kanalı içerisinde pistona karşı daha fazla direnç gösteriler. Bu nedenle de elde edilen balyalar daha yoğun olur.

Balya kanalı iç yüzeyinin pürüzlü yapıda olması, kanal içerisinde hareket eden otun pistona karşı göstereceği direnci artırır. Dolayısıyla daha sıkı balyalar elde edilir. Bu özellikten yararlanılmak üzere balya kanalı iç yüzeyine testere dişli metal parçalar yerleştirilerek balyaların yoğunlukları değiştirilebilmektedir.

Amaca uygun yoğunlukta balyaların elde edilebilmesi için balya makineleri üzerinde farklı tipte balya yoğunluk ayar düzenleri vardır. Pratik olması nedeniyle balya kanalının çıkış kesit alanının değiştirildiği balya yoğunluk ayar düzeni daha yaygındır.

Prizmatik balya makinelerinin önemli organlarında birisi de bağlama düzenidir. Şekillendirilen ve belirli boyuta ulaşan balyalar tel ya da iple bağlanır. Bağlama işlemi iki ya da üç noktadan yapılır.

Bağlama düzeninin harekete geçirilmesi, hareketin denetlenmesi ve sonlandırılması, balya kanalı çıkışındaki bir yıldız çarkla sağlanır. Balya kanalının üst tarafında ve kanala dalmış olarak konumlandırılan bu yıldız çark, pistonun her vuruşunda bir miktar geriye doğru hareket eden balyadan aldığı hareketle, kendi eksenini etrafında döner. Dişli çark, ayarlanan dönüş sayısı tamamlandığında bağlama düzenini harekete geçirir ve bağlama işi yapılır (Şekil 37).



Şekil 37. Bağlama düzeni ve yıldız çark

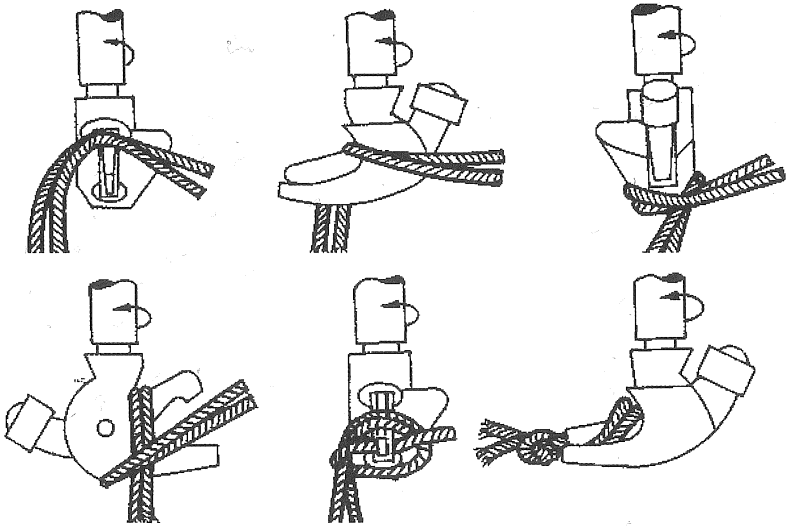
(1-bağlama düzeni, 2-yıldız çark, 3-balya uzunluk ayar düzeni)

Oluşturulan balyalar tel ya da iple bağlanır. Telle bağlanmış balyalar daha sıkı ve dayanıklıdır. Ancak balyaların yemliklere dağıtılmasında dikkatli olunması gerekir. Hayvanların sindirim sistemlerine girecek bir tel parçasının çoğu kez hayvanlarda geri dönüşümü olmayan sorunlara yol açabileceği unutulmamalıdır.

İp olarak sisal kendiri yanında çeşitli sentetik malzemelerden yapılan ipler kullanılabilir.

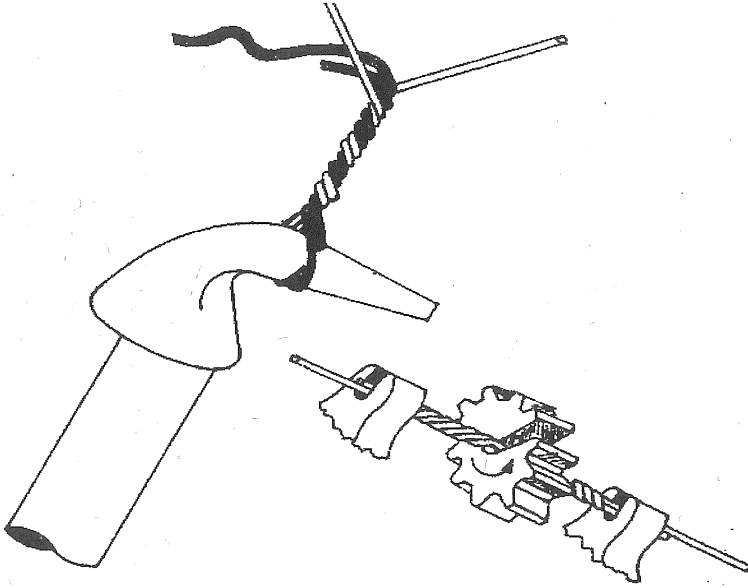
İp bağlama düzeni tutucu disk, bir çenesi açılan ve kendi ekseninde 360° derece dönebilen ve bu sırada ipin iki ucunu halka şekline getiren karga burnu, ipi bağlanacak balyanın etrafına dolayan iğneler, oluşturulan düğümün karga burnu üzerinden sıyırılması ve ipin kesilmesini sağlayan sıyrıcı ve bıçaktan oluşur. Balyalama başlangıcında ipin bir ucu tutucu disk, diğer ucu ise iğne tarafından tutulur. Balyalar şekillendikçe iğneler üzerinden boşalan ip balyanın etrafına dolar. Sistem bağlama komutu aldığı anda piston sıkıştırma konumunda kalır. İğne pistonun yarı-

ğından geçerek ipin ucunu balyanın diğer tarafına dolar. Dolanan ipin ucu karga burnu üzerinden tutucu diske verilir. Bu sırada karga burnu dönüşüne başlayarak, iki ucu tutucu disk tarafından tutulan ipi halka şekline getirir. Dönüşünün sonlarına doğru üst çene açılır ve düğüm yapmak üzere ip çiftini yakalar. Oluşturulan düğüm, sıyrıcı ile karga burnu üzerinden sıyrılır (Şekil 38). Bu sırada iğne ipin ucunu bir sonraki balyalama için tutucu diske verir ve yerine (balya kanalının altına) döner. Düğümlenen ip, diskin dönmesine bağlı olarak disk üzerindeki bıçakla kesilir ve işlem devam eder.



Şekil 38. İp bağlama düzeninde karga burnu ile düğümlleme işlemi

Tel bağlama sistemi de tutucu disk, iğneler, telin kıvrıldığı kanca ya da dişli çiftinden oluşur. Çalışması genel anlamda ip bağlama düzenine benzer. Ancak balyanın etrafından dolandırılan telin iki ucu düğümlenerek değil, kıvrılarak bağlama işlemi tamamlanır (Şekil 39).



Şekil 39. Kancalı ve dişli tip tel bağlama düzenleri

Balya makineleri üzerinde, aşırı yüklenmelerden makinenin zarar görmesini önleyen emniyet düzenleri bulunur. Emniyet düzenleri kesme pimi ya da sürtünmeli kavrama şeklinde olabilir. Devşirme ve besleme düzenlerini koruyan emniyet düzenleri genellikle sürtünmeli kavrama şeklindedir. İğnelerin korunmasına yönelik emniyet düzeni, iğnelerle senkronize olarak çalışan bir çarpma elemanı ve volan üzerindeki bir kesme piminden oluşur. Bağlama sırasında pistonun yarıklarından geçerek ipin ucunu karga burnu üzerinden tutucu diske veren iğnelerin geri çekilmemesi durumunda, pistonla senkronize çalışan çarpma elemanı balya kanalına dalmış olarak kalır. Piston sıkıştırma strokunda bu elemana çarpar ve sarsıntı ile volan üzerindeki pim kesilir. Pimin kesilmesine bağlı olarak pistonu hareket iletilmez ve iğneler de korunmuş olur.

Balya makinelerinin iş başarısı, oluşturulan balyaların büyüklüğü, pistonun birim zamanda sıkıştırma sayısı, devşirme ve besleme düzeninin kapasitesi, namludaki otun yoğunluğu, makinenin ilerleme hızı, otun özellikleri ve sürücünün yetenekleri v.b. etmenlere bağlıdır. Ancak genel bir yaklaşım anlamında bu amaçla aşağıdaki eşitlikten yararlanılabilir;

$$\dot{I}B = N_g . v . k$$

Eşitlikte;

$\dot{I}B$ = Balya makinesinin alan iş başarısı (da/h),

N_g = Ot namlusunun genişliği (m),

v = Makine ilerleme hızı (km/h),

k = Zamandan yararlanma katsayısıdır.

Prizmatik balya makinelerinin amacına uygun biçimde çalıştırılmalarında sürücünün deneyim ve becerisinin önemi büyüktür. Kullanılacak makinenin bakım, ayar ve çalıştırılmasıyla ilgili beceriler, deneyimle kazanılır. Deneyim süresi ise sürücünün yetenekleri yanında isteklilik durumuyla da yakından ilgilidir.

Balya makinelerinin etkin biçimde çalıştırılabilmelerinde diğer bir konu, balyalanacak otun uygun yoğunlukta, gevşek ve sürekli bir namlu şekline getirilmesidir. Düzensiz ve kesikli ot namlusun, balya makinesi ve traktörün kesikli yüklenmesine dolayısıyla makine ve onu çalıştıran traktörde arızalara neden olabilir.

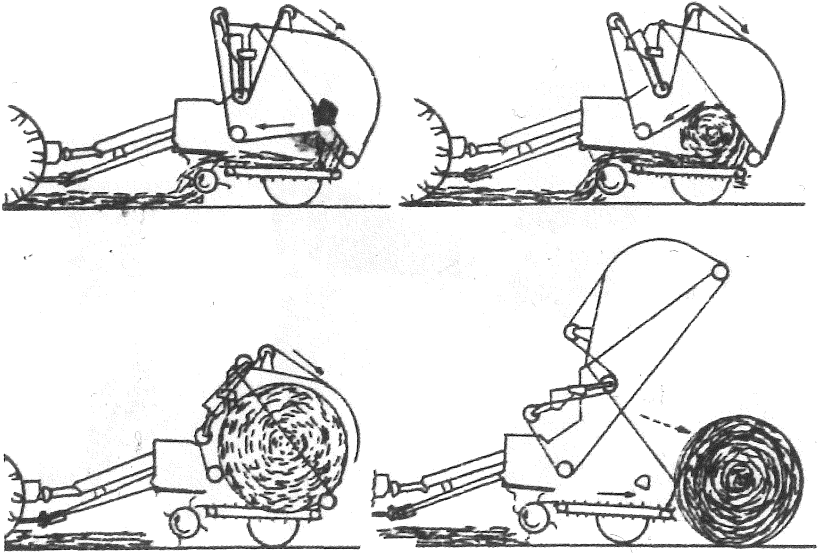
Çalıştırılmak üzere tarlada ot namlusuna yaklaştırılan makine, kısa bir süre boşta çalıştırılarak belirlenen traktör kuyruk mili hızına ulaşması sağlanır. Daha sonra en düşük ilerleme hızında uygun yoğunlukta balyalar elde edilinceye kadar bir kaç adet balya yapılır. Daha sonra tarlanın yüzey özellikleri, namludaki otun yoğunluğu, makine ve traktörün özellikleri dikkate alınarak uygun çalışma hızı seçilerek işleme devam edilir.

B-Silindirik balya makineleri: Silindirik balya makineleri, namludan alınan otun 100-150 cm çapında ve 90-120 cm uzunluğunda silindirler şekline getirilmesinde kullanılırlar. İki tekerlekli bir şasi üzerine bindirilmiş ve çekilir tipte yapılan silindirik balya makineleri, otu namludan kaldıran bir devşirme düzeni, otun rulo şekline getirilmesini sağlayan sonsuz iletim bantları ve oluşan balyaların etrafına ip saran bir düzenekten oluşur (Şekil 40).



Şekil 40. Silindirik balya makinesi

Devşirme düzeni 60-80 cm çapında silindirik bir yapıda düzenlenmiş yaylı parmaklar ve aralarında saç sıyırıcılardan oluşur. İş genişliği 120-150 cm arasında olabilir. İlerleme yönünün tersi yönde dönen yaylı parmaklarla ot namludan kaldırılır ve sonsuz iletim bantları arasına verilir. Burada döndürülerek silindir şekline getirilir. Bantlar arasında şekillendirilen balyanın çapı sürekli büyürken, bantları taşıyan yay baskılı metal silindirler de özel konumlarını alırlar. Balya istenen çap değerine ulaştığında traktör durdurur ve makine bulunduğu yerde bir süre çalıştırılır. Bu sırada dönme hareketine devam eden balyanın etrafına bağlama ipi sarılır. Daha sonra makinenin arka kapağı açılarak balya tarlaya bırakılır (Şekil 41).



Şekil 41. Silindirik balya makinesinin çalışma prensibi

Oluşturulan silindirik balyalar, prizmatik balyalarda olduğu gibi düğümlenerek bağlanmazlar. Ancak, ip ile ot arasındaki adezyon kuvvetinin etkisi ile balyalar dağılmadan kalır (Anon., 1975; Tezer ve ark., 1985).

2.1.2.6. Balya Toplama ve Taşıma Makineleri

Oluşturulan balyaların toplanması, depolanacağı yerlere kadar taşınması ve depolanmasında balya tipine bağlı olarak farklı mekanizasyon sistemlerinden yararlanılır.

Silindirik balyalar doğrudan tarlaya bırakılır. Büyük çaplı ve ağır oldukları için bunların tarladan toplanması, taşıma araçlarına yüklenmesi ve boşaltılarak depolara yığılmasında traktöre bağlı özel çatallardan yararlanılır. Hidrolik kumandalı çatallar, sayılan işlerin yapımında önemli kolaylıklar sağlar.

Prizmatik balyalar ya doğrudan balya makinesinin arkasındaki taşıma araçlarına yüklenir ya da tarlaya bırakılır ve daha sonra toplanarak işletmeye taşınır. Taşıma araçlarına doğrudan yüklemede balya kazağı ve özel balya fırlatıcılardan yararlanılır. Balya kazağı, balya kanalı çıkışına

bağlanır. Yatayla yaptığı açı ayarlanabilir. Pistonun kesikli itme etkisi ile oluşturulan balyalar bu kızak yardımıyla balya makinesinin arkasındaki taşıma aracına iletilir. Taşıma aracının üzerinde bulunan bir kişi kızak üzerinden balyaları alır ve düzgün bir şekilde yığar (Şekil 42).



Şekil 42 Prizmatik balyaların balya kızıağı ile taşıma araçlarına yüklenmesi

Balya fırlatma düzeni balya kanalı çıkışına bağlıdır. Fırlatma düzeni iki adet silindir arasına gerdirilmiş iki adet lastik banttandır. Bantlar, aralarından prizmatik balyaların zorlukla geçebileceği biçimde üst üste yerleştirilir. Ayrı bir motordan alınan hareketle sonsuz bantlar birbirinin tersi yönde döner. Dönme hızları 70-80 m/dak arasında olabilir. Bağlama işlemi tamamlanan balyalar pistonun itme etkisi ile balya kanalı çıkışındaki lastik bantların arasına gelir. Bantlara hareket verilerek, balyalar arkadaki yüksek kasalı taşıma araçlarına fırlatılır. Fırlatılan balyalar taşıma araçlarına düzensiz (dağınık) biçimde yerleşir (Şekil 43).



Şekil 43. Prizmatik balyaların balya fırlatma düzeni ile taşıma araçlarına yüklenmesi

Tarlaya bırakılan prizmatik balyaların toplanmasında üç farklı yöntem uygulanabilir. Bunlar;

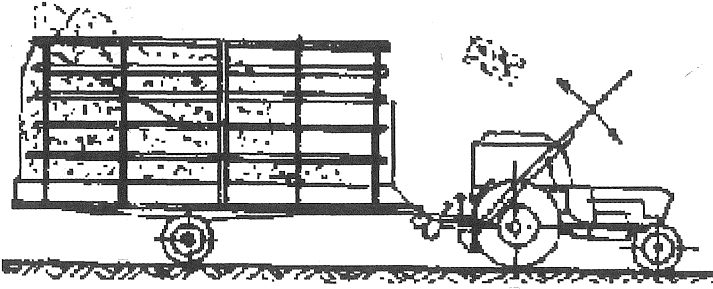
- 1-İnsan iş gücü ağırlıklı (elle) toplama,
- 2-Fırlatma çatalı ile toplama ve
- 3-Özel makinelerle toplamadır.



Şekil 44. Oluşturulan prizmatik balyaların tarlaya bırakılması

Elle toplamada bir traktör ve taşıma arabasından yararlanılır. Bu yöntemde birisi traktör sürücüsü olmak üzere en az dört adet çalışana gerek vardır. Traktöre bağlı taşıma arabası tarlada hareket ederken, çalışanlardan ikisi tarladaki balyaları taşıma aracına yükler. Araç üzerindeki üçüncü kişi de balyaları düzgün biçimde araç üzerine yerleştirir.

Balyaların tarladan toplanması ve taşıma araçlarına yüklenmesinde kullanılan fırlatma çatalı traktöre bağlı olup, traktörün yan tarafında yer alır. Yay baskılı ya da hidrolik etkili olabilir. Çalışma sırasında, traktör yönlendirilerek, fırlatma çatalı tarladaki balyanın altına daldırılır. Balya, çatalın üzerine dengeli biçimde oturduğunda, çatal yay baskısı ya da hidrolik etki ile hareket ettirilir ve balya arkadaki yüksek kasalı taşıma aracının kasasına fırlatılır (Şekil 45).

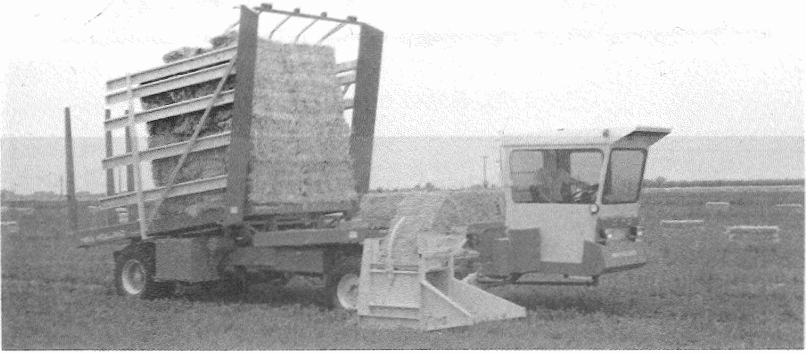


Şekil 45. Balya fırlatma çatalı

Değişik özelliklerde olabilen balya toplama makineleri çekilir ve kendi yürür tipte yapılırlar. En basit olanı, balya makinesinin arkasında çekilen bir kızak şeklinde olanıdır. Balyalar kızak üzerine elle ya da traktörün ilerleme hareketine bağlı olarak doğrudan yüklenir. Kızak üzerinde yeter sayıda balya toplandığında, kızak üzerindeki balyalar geriye doğru kaydırılarak yere bırakılır. Şekil 46'da çekilir tip, Şekil 47'de ise kendi yürür tip balya toplama makinesi verilmiştir.



Şekil 46. Çekilir tip balya toplama makinesi



Şekil 47. Kendi yürü tip balya toplama makinesi

2.2. Yaş Ot (Silaj) Eldesinde Mekanizasyon

2.2.1. Silaj Yeminin Önemi ve Silaj Yapım Tekniği

Silaj, taze ya da kısmen soldurulmuş otların kıyılarak havasız (oksijensiz) koşullarda fermantasyonu sağlanarak elde edilen bir hayvan yemi-

dir. Özellikle büyük ve küçük baş hayvan yetiştiriciliğinde vazgeçilmez bir yem çeşididir. Hayvanların özelliklerine göre değişmekle birlikte, 500 kg canlı ağırlık başına ortalama silaj yemi tüketim değerleri sığırlarda 15-30 kg/gün, koyun ve keçilerde 3-6 kg/gün arasında değişir (Kılıç, 1986).

Yaş ve yeşil yemleri, içerdikleri besin maddelerini olabildiğince koruyarak silolayabilmek için, silaj yapım tekniğinin çok iyi bilinmesi, uygun bir mekanizasyon zincirinin oluşturulması ve sistemin hızlı ve etkin biçimde çalıştırılması gerekir.

Silaj yeminin eldesinde havasız ortamda çalışan süt asidi bakterilerinin aktivitelerinden yararlanır. Uygun koşullar sağlandığında, kıyılan yeşil yem bitkilerinin üzerinde doğal olarak bulunan süt asidi bakterileri hızla çoğalır. Bu bakterilerinin aktiviteleri sonucunda ortama verilen süt asidi, yeşil yem bitkilerinin bozulmadan uzun süre saklanmasını sağlar. Süt asidi bakterilerinin aktiviteleri öncelikle yem bitkilerinin karbonhidrat içeriği ile yakından ilişkilidir. Yem materyalinin içerdiği bu karbonhidratlar, süt asidi bakterileri için bir enerji kaynağıdır. Dolayısıyla, silaj yapılacak yem bitkilerinin karbonhidratça zengin olmaları gerekir.

Verilen bilgilerin ışığı altında silaj yapımında uygulanan işlemler ve bunların silolama tekniği açısından önemi aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

A-Hasat ve soldurma: Silaj yapımında ilk işlem olan hasat, birim alandan en fazla ürünün elde edebileceği dönemde uygulanır. Silaj yapımı amacıyla en uygun hasat dönemi, ürün çeşidine bağlıdır. Ancak, genel bir yaklaşım olması bakımından bu dönem buğdaygil yem bitkilerinde başaklarda koyu süt kıvamında bir maddenin oluşmaya başladığı, baklagil yem bitkilerinde ise baklaların şekillenmeye başladığı zaman olarak bilinir.

Hasat döneminde yem bitkileri %70-80 oranında nem içerir. Bunlar ya doğrudan ya da kısa bir süre soldurulduktan sonra kıyılıp silolanır. Hasattan sonra yapılan soldurma işlemi ile ürün nem içeriği %60-70'e düşürülür. Soldurulmuş yem bitkisi namlu şekline getirilerek uygun bir sistemle namludan alınıp kıyılır ve silolanır.

Soldurma işlemi uygun koşullarda yapılmaz ise, silolama açısından bazı güçlüklerle karşılaşılır. Aşırı düzeyde soldurma ile materyal esnek bir yapı kazanır. Esnek yapı, silolarda materyalin sıkıştırılarak içerideki oksijenin tamamen boşaltılmasını güçleştirir. Materyal içerisinde kalan fazla oksijen ise, materyal sıcaklığının istenmeyen düzeye (50 °C'nin üzerine) çık-

masına neden olur. Sonuçta yemin besleme değeri düşer ya da yem tüketilemeyecek duruma gelir.

B-Kıyma: Silaj yapımında hasat edilen ya da soldurulan yem bitkileri 1-5 cm uzunluğunda küçük parçalara ayrılır. Kıyma olarak tanımlanan bu işlemin silolama tekniği açısından yararları aşağıdaki gibi özetlenebilir;

- Siloja doldurulan materyalin sıkıştırılması kolaylaşır,
- Birim depo hacmine daha fazla materyal depolanabilir,
- Canlı bitki hücrelerinde solunum hızı artar. Bunun sonucunda, ortamdaki oksijen kısa sürede bitirilerek süt asidi bakterilerine uygun çalışma ortamı sağlanır,
- Silo boşaltma sistemlerinin daha etkin çalışmaları sağlanır,
- Katkı maddelerinin yem materyaline karıştırılması kolaylaşır,
- Süt asidi bakterileri kendileri için gerekli olan çözülebilir karbonhidratlara daha kolay ulaşabilirler,
- Kıyma-parçalama sonucunda materyalin pH'sı kısa sürede kritik değer olan 4.2'ye düşer ve istenmeyen fermentasyon olayları oluşmadan yeşil yemler daha uzun saklanabilir duruma gelir (Friesen, 1975; Kılıç, 1986).

C-Silolarla doldurma: Kıyılan yeşil yemlerin silolarla doldurulması ayrı bir önem taşır. Çünkü bu yemler canlı bitkisel hücrelerden oluşur ve bu nedenle solunum yaparlar. Materyal arasındaki oksijen kullanılarak yapılan solunum sonucunda, karbonhidratlar parçalanır ve solunum artığı olarak dışarı karbondioksit, su ve ısı verilir;

Silaj yapımında başarı, materyalin silolarla doldurulup sıkıştırılması ve materyal içerisindeki oksijenin dışarı alınmasına bağlıdır. Bu nedenle doldurma işlemi bitirilinceye kadar sıkıştırma işlemine gereken önem verilmelidir.

Siloların doldurulması ve materyalin sıkıştırılmasında uygulanan yöntem ve kullanılan ekipmanlar silo tipine bağlıdır. Günümüzde yaygın olan hendek tipi siloların doldurulmasında, traktör ön yükleyicileri, devirme kasalı ve otomatik boşaltmalı silaj taşıma arabaları kullanılır. Doldurmada materyalin olabildiğince ince ve eşit kalınlıkta bir tabaka şeklinde tüm silo içerisine dağıtılmasına özen gösterilir. Dağıtılan bu materyal traktör, karım arabası ya da özel silindirler yardımıyla sıkıştırılır.

Kule tipi siloların doldurulmasında düşey yönde taşıma yapan mekanik ve pnömatik götürücülerden yararlanılır. En yaygın olanı pnömatik götürücülerdir. Materyal bu götürücülerle silo merkezindeki özel bir dağıtıcı yardımıyla silo içerisine dağıtılır. Yüksekten düşen materyal kendi ağırlığı ile siloya sıkışık olarak dolar. Diğer deyişle ikinci bir sıkıştırma işlemine gerek duyulmaz.

Silolara sıkıştırılarak doldurulan materyalin üzeri hava sızdırmaz şekilde uygun bir malzeme ile örtülür. Uygun şekilde hazırlanan silaj materyali bir ay içerisinde kullanıma hazır duruma gelir.

2.2.2. Silaj Makineleri

Silaj makineleri yeşil yem bitkilerinin biçilmesi ya da soldurulmuş otun namludan alınması, kıyılıp taşıma araçlarına yüklenmesi işini yapar. Gelişim süreci içerisinde silaj makineleri aşağıdaki biçimde sınıflandırılabilir;

1-Çalıştırılma yerine göre;

- a-Çiftlikte durağan olarak çalıştırılan silaj makineleri,
- b-Tarlada çalıştırılan silaj makineleri ,
 - Asılır tip,
 - Çekilir tip,
 - Kendi yürür tip.

2-Kıyma yöntemine göre;

- a-Radyal bıçaklı volanlı kıyıcı silaj makineleri,
- b-Düz yada helisel bıçaklı silindirik kıyıcı silaj makineleri,
- c-Çarpmalı kıyıcı silaj makineleri,
- d-Çarpmalı çift kıyıcı tip silaj makineleri

3-Başlık tipine göre;

- a-Serpme ekilmiş ot hasat başlıklı (makaslama kesme yapan biçme başlıklı) silaj makineleri,
- b-Devşirme düzenli silaj makineleri ve
- c-Sıra ürünleri (mısır-sorgum) hasat başlıklı silaj makineleri.

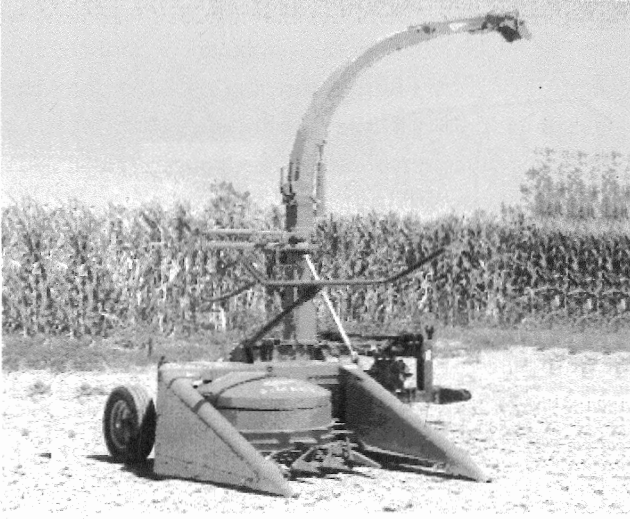
İlk silaj makinesi tarla ya da çiftlik merkezinde durağan olarak çalıştırılan tipte yapılmıştır. Silaj yapımında, tarlada biçilen materyal çeşitli yöntemlerle toplanarak silaj makinesinin yanına getirilir. Daha sonra dirgen ya da ot çatalı gibi basit aletlerle silaj makinesine yedirilerek kıyıldık-

tan sonra silolara doldurulur. Durağan çalışan silaj makineleri ile çalışmada materyalin biçilmesi, toplanması, taşıma araçlarına yüklenip silaj makinesinin yanına taşınması ve yedirilmesi gibi işlemlerde fazlaca zaman ve işgücüne gereksinim duyulur. Bu nedenle, günümüzde kullanım dışı kalmıştır.

Asılır tip silaj makineleri traktörün yan tarafına gelecek şekilde ve üç nokta askı düzenine bağlanır. İşleyici organlara hareket traktörün kuyruk milinden iletilir. Bu makinelerin bir kısmı yalnızca mısır, sorgum gibi sıraya ekilmiş ürünleri (tek sıra) hasat edebilir özellikte (Şekil 48) olması- na karşın, döner başlıklı olanlar sıra ürünleri yanında serpmeye ekilmiş otların hasadında da kullanılabilir (Şekil 49).

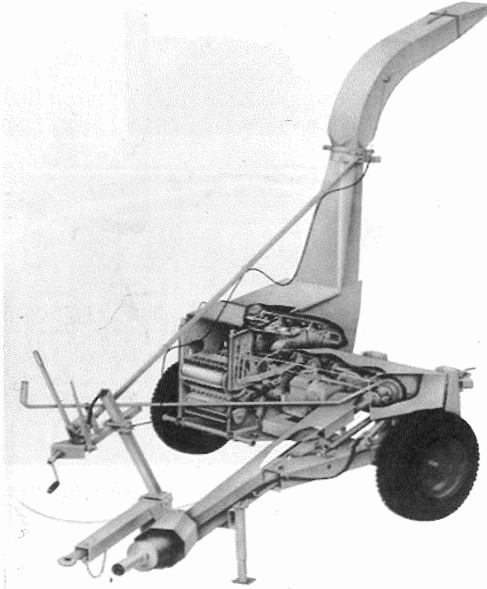


Şekil 48. Asılır tip makaslama etkili silaj makinesi

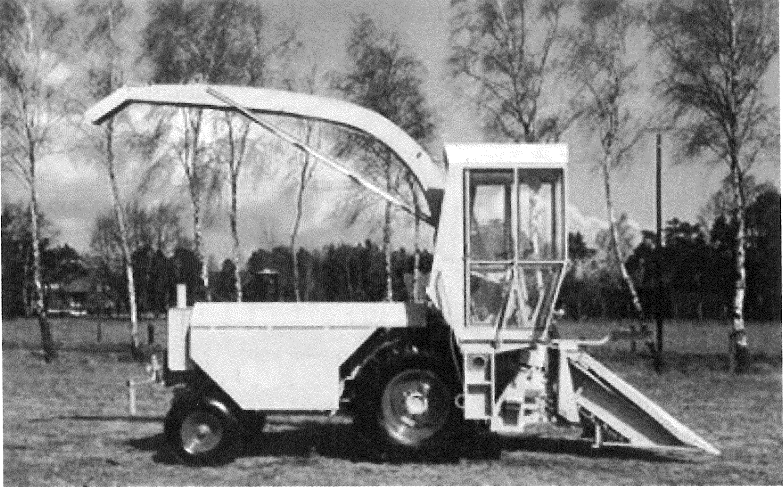


Şekil 49. Asılır tip döner başlıklı silaj makinesi

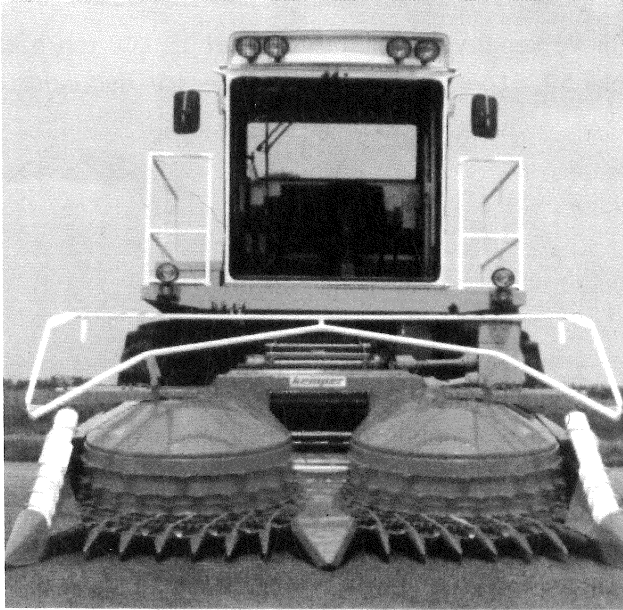
Çekilir ve kendi yürür silaj makineleri 15-100 ton/h kapasitelerde yapılırlar (Şekil 50, 51 ve 52). Büyük işletmeler için uygundur.



Şekil 50. Çekilir tip silaj makinesi



Şekil 51. Kendi yürür tip makaslama etkili silaj makinesi

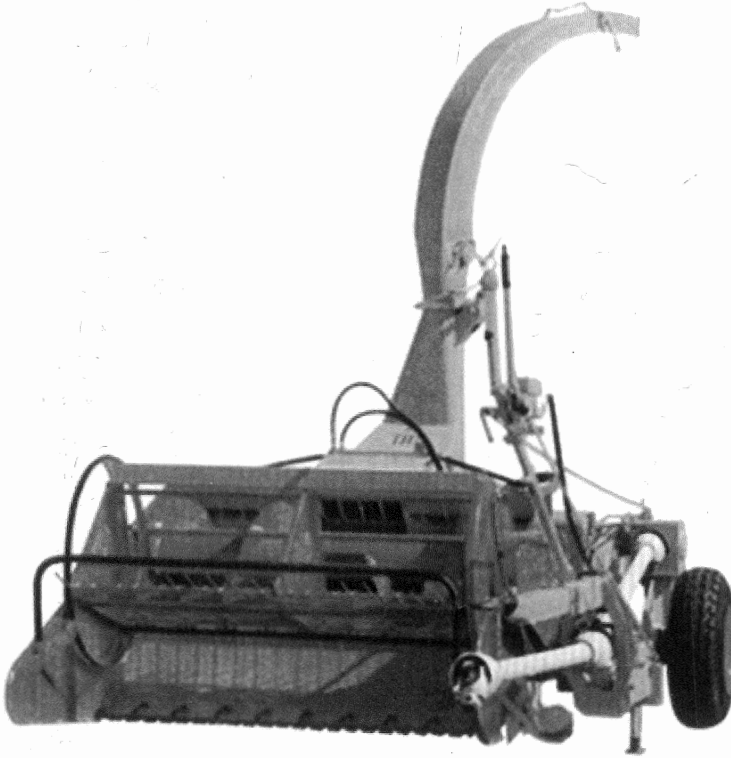


Şekil 52. Kendi yürür tip döner başlıklı silaj makinesi

Çarpmalı tip dışında çekilir ve kendi yürür silaj makineleri üç farklı tipte başlıkla donatılabilecek özellikte yapılır. Bu nedenle aynı makine,

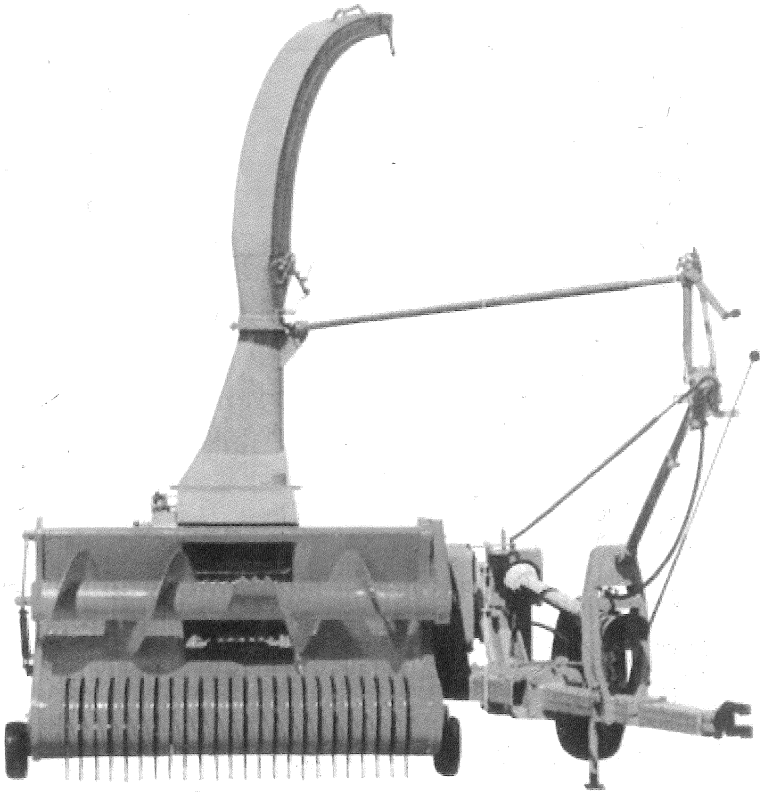
sıraya ve serpme ekilen ürünlerden silaj yapımı yanında, soldurulmuş silaj yapımında da kullanılır.

Serpme ekilmiş ürünlerin hasadında kullanılan başlık genel anlamda biçerdöverlerde kullanılan biçme tablasına benzer. Pervazlı ya da parmaklı tipte olan dolap, ilerleme yönünde dönerek materyali biçme düzenine yönlendirir. Belirli bir genişlikte hasat edilen materyal, büyük adımlı bir helezonla iki yan taraftan sıkıştırılarak dar bir namlu şeklinde besleme (sıkıştırma iletme) düzenine yerilir. Daha sonra kıyma düzeninde kıyılarak taşıma araçlarına yüklenir (Şekil 53)



Şekil 53. Çekilir tip serpme ekilmiş ot hasat başlıklı silaj makinesi

Soldurulmuş silaj yapımında, makineler namlu toplama başlığı ile donatılır. Namlu toplama başlığı, silindirik bir yapı üzerine dizilmiş yaylı parmaklar ile parmak aralarına yerleştirilmiş sıyrıcılar ve arka tarafta yer alan geniş adımlı bir helezondan oluşur. Çekilme yönünün tersi yönünde dönen yaylı parmaklar materyali yerden kaldırarak helezona iletir. Helezon materyali iki taraftan sıkıştırarak daha dar bir namlu şeklinde besleme düzenine verir. Daha sonra, kıyma-üfleme düzeni yardımıyla kıyılarak taşıma araçlarına iletilir (Şekil 54).

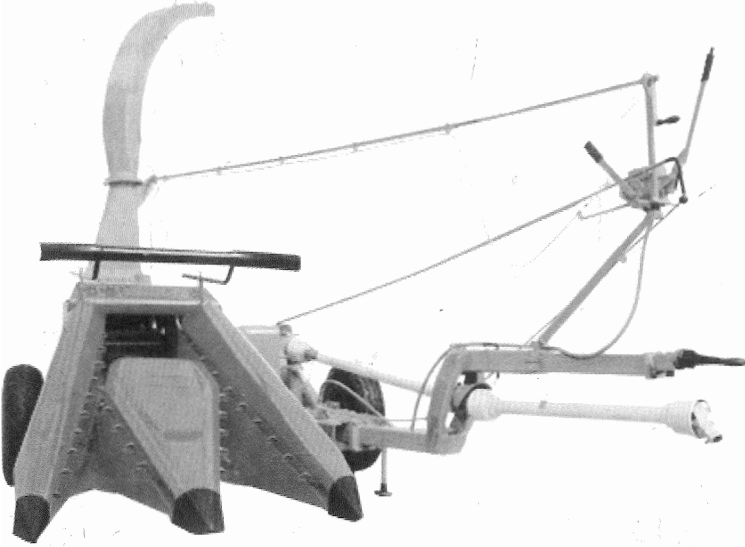


Şekil 54. Çekilir tip namlu devşirme başlıklı silaj makinesi

Sıra ürünleri hasat başlığı 1-4 sırayı hasat edebilecek özellikte olabilir. Tek sıralı bir başlık, her bir ot sırası için iki ayırıcı ve alt tarafa yerleştirilmiş biçme düzeninden oluşur (Şekil 55).

Makinenin öteleme hareketine bağlı olarak ayırıcılar arasına giren aynı sıradaki ürünler, belirli bir yükseklikten biçilir ve besleme düzenine verilir.

Besleme düzeni bu materyali belirli bir hızda kıyma düzenine iletir. Kıyılan materyal aynı anda taşıma araçlarına yüklenir.



Şekil 55. Çekilir tip sıra ürünleri hasat başlıklı silaj makinesi

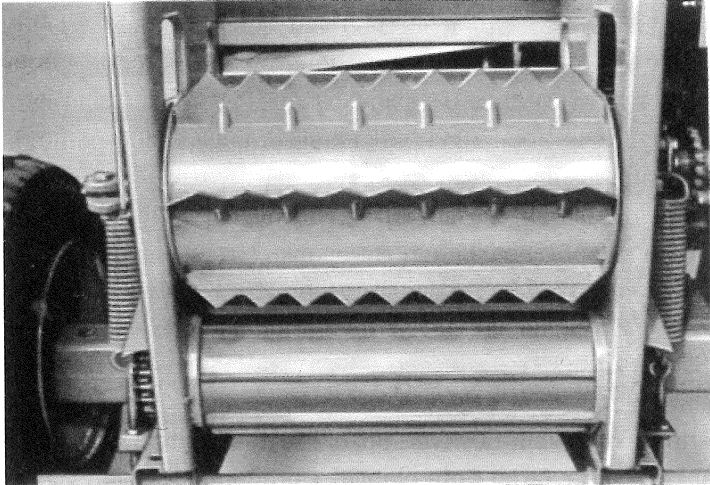
Silaj makinelerinde biçilen ya da namludan alınan materyalin kıy- ma düzenine iletilmesini sağlayan organa besleme düzeni adı verilir. Silaj makinelerinde kullanılan besleme düzenleri zincir-çıtalı, helezonlu ve silin- dirik olmak üzere üç farklı tipte olabilir. Durağan çalıştırılan silaj makinele- rinde zincir-çıtalı ve helezonlu, çarpmalı çift kıyıcı silaj makinelerinde helezonlu, diğerlerinde ise silindirik besleme düzenleri kullanılır.

Zincir çıtalı besleme düzeni, bir kanal içerisine yerleştirilmiş iki adet sonsuz zincir ve üzerindeki çıtalardan oluşur. Kanal içerisine dökülen

materyal, zincirlere bağlı ıtalarn sürükleme etkisiyle kıyma düzenine iletilir. Daha çok durağan çalıştırılan silaj makinelerinde kullanılan zincir paletli besleme düzenleri günümüz makinelerinde kullanım dışı kalmıştır.

Helezonlu tip besleme düzeni ise, st tarafı açık daire kesitli kanal içerisinde dönerek çalışan geniş adımlı bir helezondan oluşur. Dönen helezon kanatlarının etkisi ile kanal içerisine dökülen materyal sürüklenerek kıyma düzenine iletilir. Bu besleme düzenleri daha çok çarpmalı çift kıyıcı silaj makinelerinde kullanılmaktadır. Bıçakların bağlı olduğu milin hemen arkasında bulunan helezonlu besleme düzeni, bıılan ve kısmen kıyılan materyali makinenin ilerleme yönüne dik pozisyonda kaydırarak kıyma üfleme düzenine iletilir.

Silindirik besleme düzeni birbirine ters yönde dönen iki adet silindirden oluşur. Materyalin daha iyi kavranarak kıyma düzenine iletilmesi için silindirlerin üzeri çeşitli şekillerde yiv-setlendirilmiştir. Yatay ve düşey pozisyonda dönerek çalışabilen silindirlerden birisi yay baskılı olarak yataklanır. Böylece, gelen materyalin yoğunluğuna bağlı olarak silindirler arası aralık kendiliğinden ayarlanabilir (şekil 56).



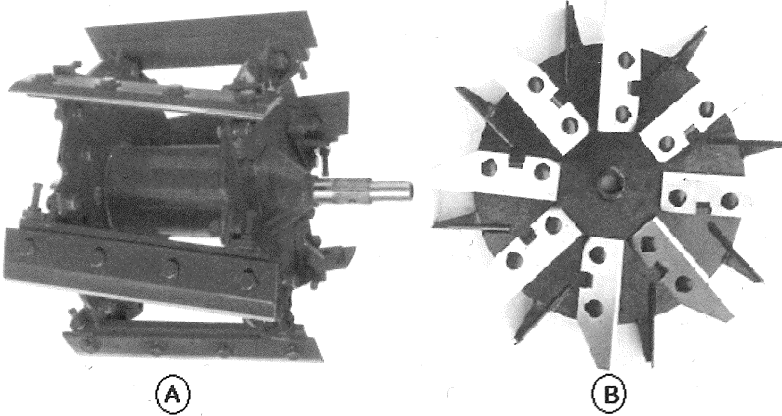
şekil 56. Silindirik besleme düzeni

Silindirik besleme düzeni bulunan makinelerde bıılan ya da nam-ludan alınan materyal kıyma-üfleme düzenlerine düzgün bir şekilde verilir.

Bu nedenle, diğer makinelere kıyasla daha tek düze bir kıyma boyu elde edilir. Ayrıca, makinede yapılacak basit ayarlamalarla önceden belirlenen boyutlarda kıyılmış materyal elde etmek olasıdır. Bu nedenle, bu tip makinelere hassas kıyıcı silaj makineleri adı verilir.

Zincir-çatalı ve helezonlu besleme düzenleri ile materyal tutulmadan kıyma düzenlerine iletir. Bıçakların çarpma etkisiyle materyal kıyma düzenine doğru çekilir. Bu nedenle, bu tür besleme düzeni bulunan makinelerde teorik olarak hesaplanan boyutta kıyılmış materyal elde etmek olası değildir.

Silaj makinelerinde radyal bıçaklı volanlı ve silindirik olmak üzere iki farklı tipte kıyma düzeni bulunur (Şekil 57).



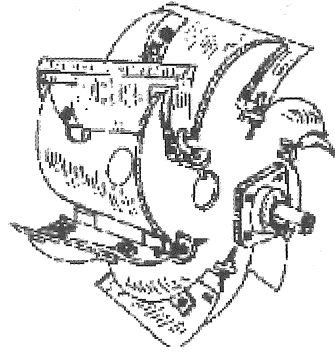
Şekil 57. Kıyma düzenleri

(A-silindirik kıyma düzeni, B-radyal bıçaklı volanlı kıyma düzeni)

Radyal bıçaklı volanlı tip kıyma düzeni, düşey pozisyonda dönen bir volan ve buna bağlı bıçak ve savurma kanatlarından oluşur. Sayıları 3-6 arasında değişen bıçaklar, volan üzerine radyal ya da radyale yakın bir pozisyonda civatalarla bağlıdır. Savurma kanatları ise, bıçakların arkalarına gelecek şekilde volan üzerine sıralanmıştır. Kıyılan materyal volan ile birlikte dönen kanatların oluşturduğu hava akımı ve materyale uyguladıkları fırlatma etkisiyle taşıma araçlarına yönlendirilir.

Silindirik kıyma düzeni, 60-80 cm çapında silindirik bir çatı üzerine bağlı, düz ya da helisel şekilli bıçaklardan oluşur. Bıçaklar çatıya cıvatalarla bağlıdır. Radyal bıçaklı volanlı kıyma düzenlerine kıyasla birim materyalin kıyılması için daha az enerjiye gereksinim duyulur.

Silindirik kıyma düzeni bulunan makinelerde kıyılan materyalin taşıma araçlarına yüklenmesinde, ayrı bir pnömatrik götürücü bulunur. Ancak, bazı makinelerde kıyma düzenlerine uç kısımları öne doğru kavisli düz ya da helisel şekilli bıçaklar takılarak kıyma ve yükleme işi aynı ünite ile yapılabilir (Şekil 58)



Şekil 58. Kavisli bıçaklı silindirik kıyma düzeni

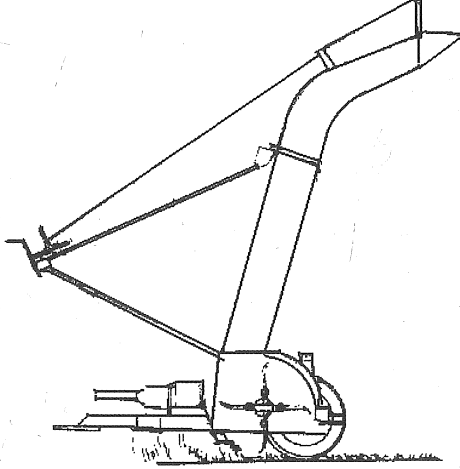
Silaj makinelerinde kıyma boyu, kıyıcı düzen üzerinde peş peşe geçen iki bıçak arasına, besleme düzeni ile verilen materyalin uzunluğuna bağlıdır. Silaj makinelerinde kıyma boyunun değiştirilmesinde üç alternatiften yararlanılabilir. Bunlar;

- Kıyma düzeni üzerindeki bıçak sayısının değiştirilmesi,
- Besleme düzeninin devrinin (hızının) değiştirilmesi ve
- Kıyma düzeninin hızının değiştirilmesi olarak sıralanabilir.

Kıyma düzeninin devri arttıkça özellikle hafif materyalin kıyma düzenine sarılarak sistemi tıkama olasılığı artar. Bu nedenle son yöntem fazla önerilmez.

2.2.2.1. Çarpmalı Tip Silaj Makineleri

Bu makinelerde biçme ve kıyma işlemi, çekilme yönüne dik olarak konumlandırılmış, üzerinde oynak bağlı özel şekilli kesici elemanları bulunan bir rotor tarafından yapılır (Şekil 59).



Şekil 59. Çarpmalı tip silaj makinesi

Kesici elemanlar, çekilme yönünün tersi yönde ve yaklaşık 50 m/s dairesel hızda döner. Kesici elemanlar tarafından biçilerek kabaca kıyılan materyal, rotorun üst tarafındaki kanaldan, arkadaki taşıma aracına iletilir. Daha çok yarı asılır tipte yapılan çarpmalı tip silaj makineleri traktöre özel bir çatı ile bağlanır.

Materyalin kıyılma boyu, traktör ilerleme hızı ile rotor hızı arasındaki oran ya da hareketli bıçaklar ile rotoru saran zarf üzerindeki sabit bıçak arasındaki uzaklık ayarlanarak değiştirilir. Ancak, rotor hızının değiştirilmesi daha pratik ve etkin bir yöntem olarak önerilmektedir.

Çarpmalı tip silaj makineleri namlu şekline getirilen materyalin yerden alabilecek özelliğe sahiptir. Bu nedenle soldurulmuş silaj yapımı için önceden biçilip, soldurulan ve namlu şekline getirilen materyalin işlenmesinde de kullanılabilir. Ancak; otun namludan başarılı biçimde toplanabilmesi için, rotorun altına konkav bir parça eklenerek kesici elemanların

yere olabildiğince yaklaştırılması ve otun hava akımının etkisiyle rotora doğru kaldırılmasının sağlanması gerekir.



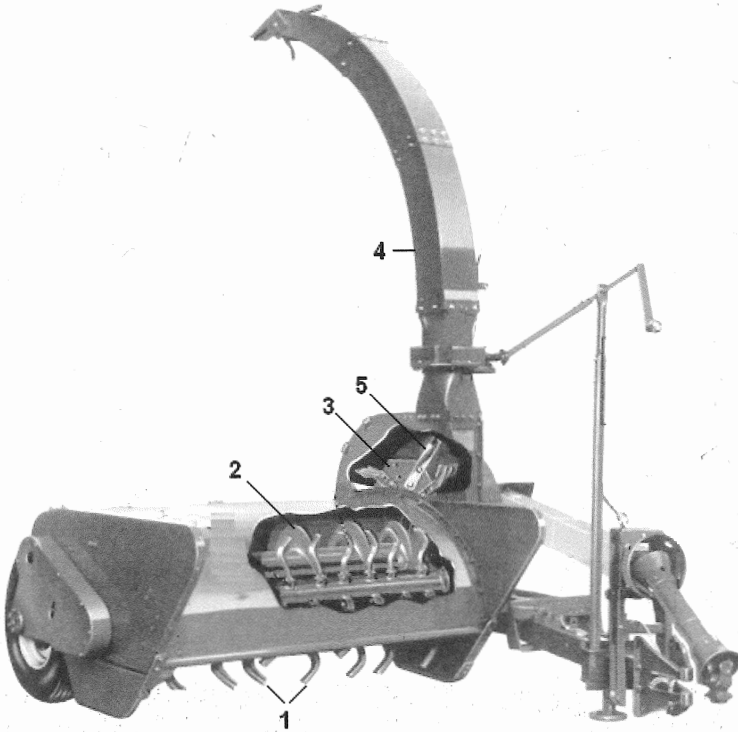
Şekil 60. Çarpmalı tip silaj makinesi ile tarlada bir çalışma

2.2.2.2. Çarpmalı Çift Kıyıcı Silaj Makineleri

Çarpmalı tip silaj makinelerine benzer. Ancak çift kıyıcı silaj makinelerinde bundan farklı olarak rotorun hemen arkasında, rotora paralel ve üzeri açık daire kesitli bir kanal içinde çalışan helezonlu besleme düzeni ile bu kanalın sonunda kıyma-üfleme düzeni bulunur (Şekil 61).

Rotor üzerindeki kesici elemanlar tarafından biçilerek kısmen kıyılan materyal, arka taraftaki besleme helezonu oluşunun içine düşer. Buradan besleme helezonu ile taşınarak kıyma düzenine verilir. Kıyma düzeni, radyal bıçaklı volanlı tipte olup, volan üzerine bıçak ve savurma kanatları alternatif düzende cıvatalarla bağlanmıştır. Materyal, helezon kanalının kıyma düzenine bakan ucuna yerleştirilen sabit bıçak ve volan üzerindeki

hareketli bıçaklar yardımıyla ikinci kez kıyılarak taşıma kanalından taşıma aracına yüklenir.



Şekil 61. Çarpmalı çift kıyıcılı silaj makinesi

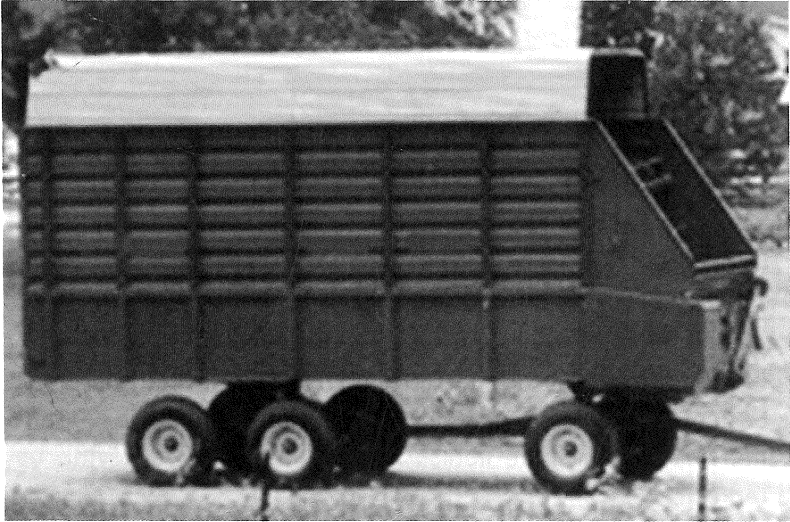
(1- bıçak, 2- besleme helezonu, 3- kıyma düzeni, 4- taşıma kanalı, 5- kıyıcı bıçak)

Rotor üzerindeki bıçaklar tarafından biçilip kıyılan materyal, helezonlu besleme düzeni ile çekilme yönüne dik konumda taşınarak kıyma ünitesine, düzensiz biçimde iletilir. Bu nedenle materyal kıyma boyu oldukça farklıdır.

2.2.3. Silaj Taşıma Arabaları

Silaj taşıma işleminde kasa tabanında bir götürücü bulunan, yandan ve arkadan boşaltılmalı özel silaj arabaları, kasaları yükseltilerek silajın dökülmesi önlenmek koşulu ile devirme kasalı tarım arabaları ve kamyonlar kullanılır. Kamyonlar silaj makinesinin yan tarafında silaj makinesi boyunca hareket ettirilerek doldurulur. Özel silaj arabaları ve tarım arabaları, silaj makinesinin arkasına takılarak çalıştırılabildiği gibi, diğer bir traktörle silaj makinesinin yanında çekilerek de doldurulur.

Özel silaj taşıma arabaları, materyalin yüklendiği açıklıktan başka diğer tarafları kapatılmış tek ya da çift akslı bir tarım arabası şeklinde yapılırlar. 20-40 m³ hacmindeki kasanın üst tarafı ızgara şeklinde yapılmıştır. Kasa tabanında, zincir çatalı götürücü ile arka ya da ön tarafında, buna dik konumdaki bir kanal içerisinde çalışan bantlı, helezonlu ya da zincir paletli olabilen diğer bir götürücü bulunur. Kasa tabanındaki zincir paletli götürücü ile sürüklenen materyal, buna dik konumda çalışan götürücü ile istenilen yere (yemlik, pnömatik silo doldurma düzeni haznesi, silo v.b) belirli bir düzen içinde boşaltılır (Şekil 62).



Şekil 62. Silaj taşıma arabası

Kasa tabanındaki götürücünün hızı 0.5-5.0 m/dak arasında değiştirilebilir. Kasanın boşaltma yapılan tarafında, dönerek çalışan iki adet parmaklı tambur bulunur. Bu tamburlar kasa tabanındaki zincir çatalı götürücü tarafından getirilen materyali gevşeterek diğer götürücünün taşıma kanalına düzgün olarak dökülmesini sağlar.



şekil 63. Silaj makinesi ile tarlada bir  alışma

Silaj makinelerinde götürücüler ile gevşetici tamburlara hareket, traktör kuyruk milinden iletilir. Bir şaft aracılığıyla alınan hareket, kasanın arka alt tarafındaki dişli kutusuna gelir. Buradan götürücü ve gevşetici tamburlara iletilir. Her bir organa iletilen hareket ayrı biçimde denetlenebilir.

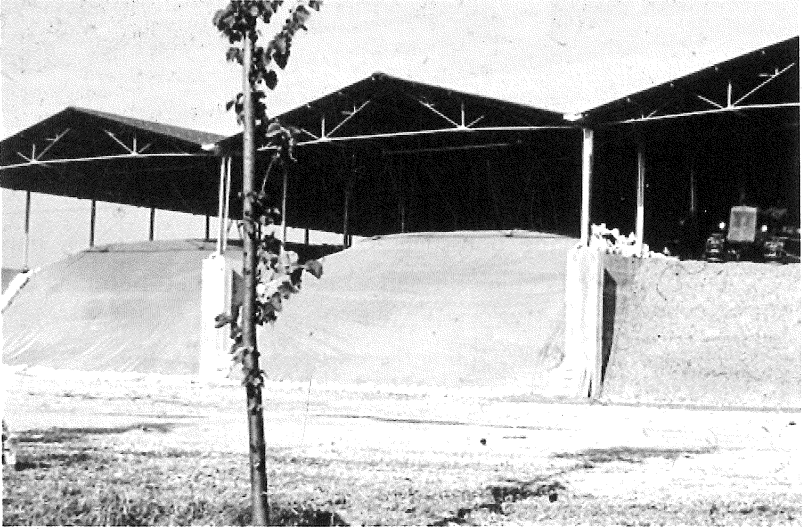
Silaj yapımı, kısa sürede bitirilmesi gerekli bir iş olup, en fazla zaman kıyılan materyalin siloya taşınması, boşaltılması ve dolan taşıma aracının değiştirilmesi sırasında harcanır. Silaj yapımında silaj makinesinin saatlik iş başarısı, tüm çalışma sırasında sabit tutulmalıdır. Bu, silaj taşıma araçlarının olabildiğince hızlı çalıştırılması ve yeterli sayıda silaj taşıma aracının devreye sokulmasıyla olasıdır.

Kapasiteleri aynı olan iki silaj taşıma aracıyla çalışma durumunda, bir aracın dolma süresinde, diğer aracın silajı siloya boşaltıp tarlaya geri dönebilmesi gerekir. Aynı kapasiteli üç adet taşıma aracıyla çalışmada ise, bir aracın siloya silajı boşaltıp tarlaya dönme süresi, diğer iki aracın dolma süresinden fazla olmamalıdır.

Eğer taşıma aracının çevrim süresi dolma süresinden daha az ise, bu kapasite yeterlidir. Çevrim süresi, dolma süresinden fazla ise ya taşıma araçlarının kapasitesi artırılır ya da yeni bir araç sisteme sokulur (Anon., 1976; Balas ve Ark., 1975; Tezer ve Ark, 1985).

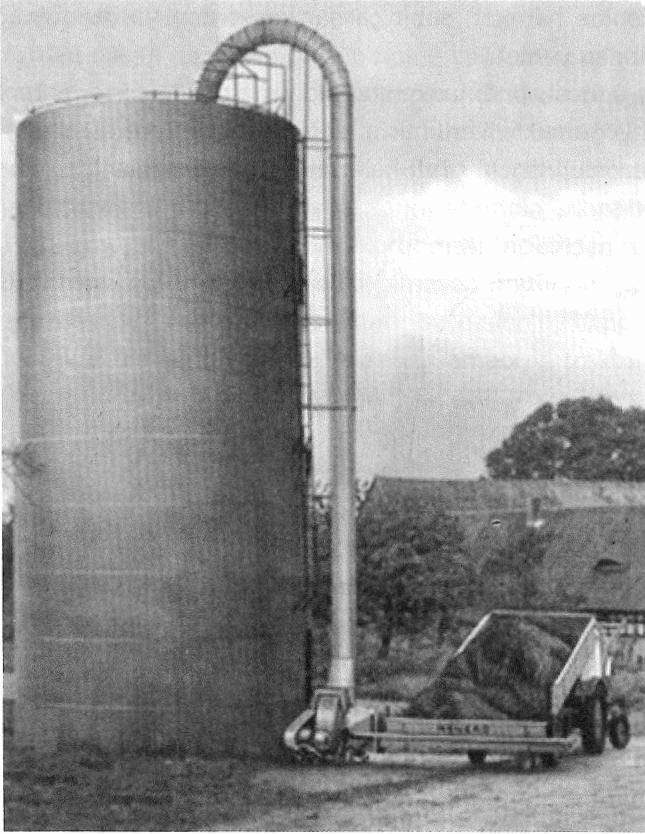
2.2.4. Silo Doldurma Düzenleri

Kıyılan materyalin silolara doldurulmasında silo tipine bağlı olarak farklı tipte doldurma düzenlerinden yararlanılır. Hendek tipi siloların doldurulmasında ot çatılı yaygın biçimde kullanılır. Silaj taşıma araçları ile getirilen ve silonun dışına dökülen materyal, traktöre bağlı ot çatılı ile siloya doldurulur. Daha sonra aynı traktör, materyal üzerinde hareket ettirilerek sıkıştırma işi yapılır. Şekil 64'de hendek tipi silo verilmiştir.



Şekil 64. Hendek tipi silo

Kule tipi siloların doldurulmasında pnömatik doldurma düzenleri yaygın olarak kullanılır. Silaj taşıma araçları ile kıyılarak siloların yanına getirilen materyal, bu düzenler yardımıyla düşey pozisyonda taşınır ve silolara üstten doldurulur (Şekil 65).



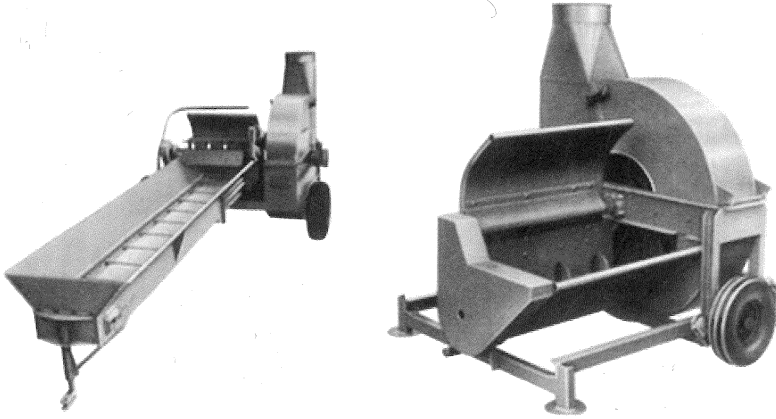
Şekil 65. Pnömatik silo doldurma düzeni

Pnömatik bir doldurma düzeni, üzerinde fırlatma kanatları bulunan 4-8 adet kolun bağlandığı dönen bir volan ile bunu saran gövde, alış ünitesi ve materyalin taşındığı daire kesitli bir kanaldan oluşur.

Alış ünitesinden gelen materyal, gövdenin alt kenarından aksel yönde kanatların etki alanına girer. Hızla dönen kanatların yarattığı savurma etkisi ile materyal savrulur ve gövdeye teğetsel bağlı taşıma kanalına yönlendirilir. Taşıma kanalında materyal, gerek kanatların yarattığı hava akımı, gerekse fırlatma etkisiyle istenilen yere taşınır. Pnömatik silo doldurma düzenleri iki tekerlekli bir şasi üzerine bindirilmiş çekilir tipte ve traktör üç nokta askı düzenine bağlanan asılır tipte olabilir. Pnömatik dol-

durma düzenine hareket, sabit çalışan motordan ya da doğrudan traktör kuyruk milinden verilebilir.

Alış ünitesi; pnömatik silo doldurma düzenlerine materyalin kesiksiz ve aynı yoğunlukta verilmesini sağlar. Farklı tipte olabilen alış ünitelerinden helezonlu, zincir çatalı-helezonlu ve diskli olanlar daha yaygındır (Şekil 66).



Şekil 66. Pnömatik silo doldurma düzeni alış üniteleri

Fan basma hattına bağlanan daire kesitli taşıma kanalı farklı çaplarda olabilir. Daha çok paslanmaz sacdan yapılan taşıma kanalı çok sayıda borulardan oluşur. Borular birbirine kelepçe ya da cıvatalarla bağlıdır. Taşıma kanalının çıkış ucu hareketli dirsek şeklindedir.

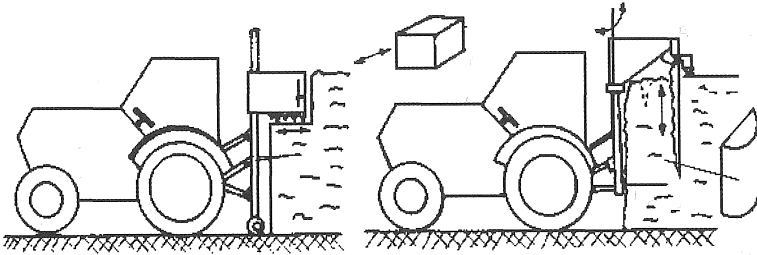
Pnömatik doldurma düzenleri ile taşınan ve silonun üst tarafından silo içine dökülen materyalin siloya düzgün şekilde dağıtılması için özel dağıtma düzenlerinden yararlanılır. Bunlar arasında yaygın olanı, taşıma kanalının kavisli kısmının hareketli yapılmasıdır. Böylece taşıma kanalı ile silonun üst kısmına kadar çıkartılan kıyılmış materyal, taşıma kanalının kavisli kısmı bir elektrik motorundan alınan hareketle belirli açılarda sağa sola salınım hareketi yaptırılarak, siloya düzgün biçimde doldurulur.

2.2.5. Silo Boşaltma Düzenleri

Silolardan silajın alınmasında silo tipine bağlı olarak farklı yöntemler uygulanır. Hendek tipi silolardan boşaltılmasında basit el aletleri, traktör ön yükleyicileri, özel silaj frezeleri ve blok kesiciler kullanılabilir.

Silo tekniği açısından silolardan materyalin günlük gereksinmeye göre düzgün biçimde alınması ve daha sonra üzerinin sıkıca kapatılması gerekir. Bu durum, silajın niteliğinin korunması açısından son derece önemlidir. Düzensiz kesilen ve sıkıca kapatılmayan materyal içerisine giren oksijen, silajın bozulmasına ortam hazırlar. Bu nedenle, hendek tipi silolardan silajın daha düzgün bir şekilde alınması amacıyla traktörle çalıştırılan frezeler ve blok kesiciler geliştirilmiştir.

Blok kesiciler traktörün ön ya da arkasına bağlanır. Materyale yatay ve düşey yönlerde daldırılan iki adet kesici elemandan oluşur. Traktörün geriye doğru hareketi ile yatay yönde kesilen materyal, düşey kızaklar üzerindeki kesici aşağı doğru hareket ettirilerek blok şeklinde kesilir (Şekil 67). Kesilen materyal blok kesicinin yapısına bağlı olarak dikdörtgen prizma ya da yarım silindir şeklinde olabilir. Kesilen bloklar yemliklere taşınarak dağıtılır.



Şekil 67. Blok kesicili silo boşaltma düzeni

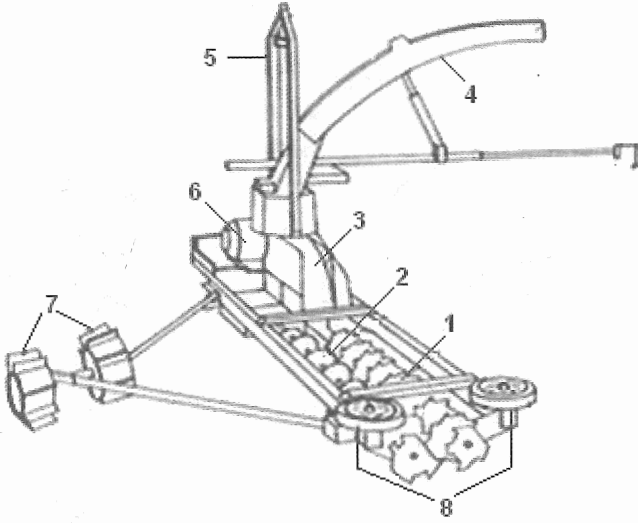
Silaj frezeleri dönerik çalışan bir freze ile kazınan materyali taşıma aracına yükleyen götürücünden oluşur (Şekil 68).



Şekil 68. Frezeli silo boşaltma düzeni

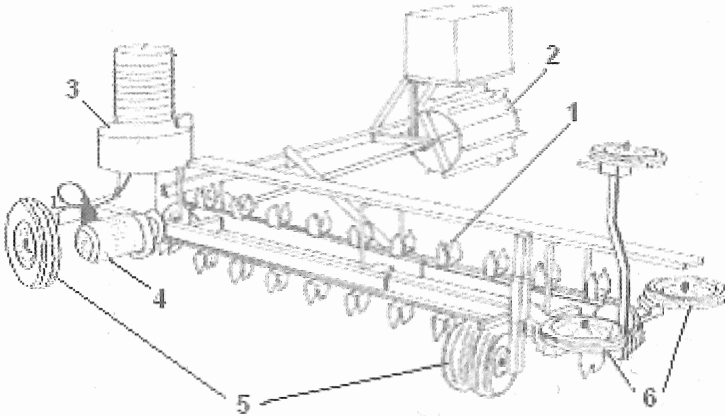
Dönerek çalışan freze elemanı aşağı yukarı hareket ettirilerek materyal kazıma etkisiyle kopartılır. Kopartılan materyal taşıma aracına yükleme yapan götürücünün (pnömatik ya da mekanik) haznesine dökülür. Buradan taşıma aracına yüklenir. Silaj frezeleri traktöre bağlı olarak çalışır ve işleyici organlarına hareket traktörün kuyruk milinden iletilir.

Kule tipi siloların boşaltılmasında elektrik motoruyla çalışan özel düzenekler kullanılır. Bunlar alttan ve üstten boşaltma düzenleri olarak iki tipte olabilir. Şekil 69'da helezon kazıyıcı, Şekil 70'de ise frezeli tip üstten boşaltma düzenleri verilmiştir.



Şekil 69. Helezonlu tip üstten boşaltma düzeni

(1-helezon taşıyıcı, 2- helezon kazıyıcı, 3- aspiratör, 4- taşıma kanalı, 5- askı kolu, 6- elektrik motoru, 7- hareket tekerleri, 8- kılavuz tekerleri)

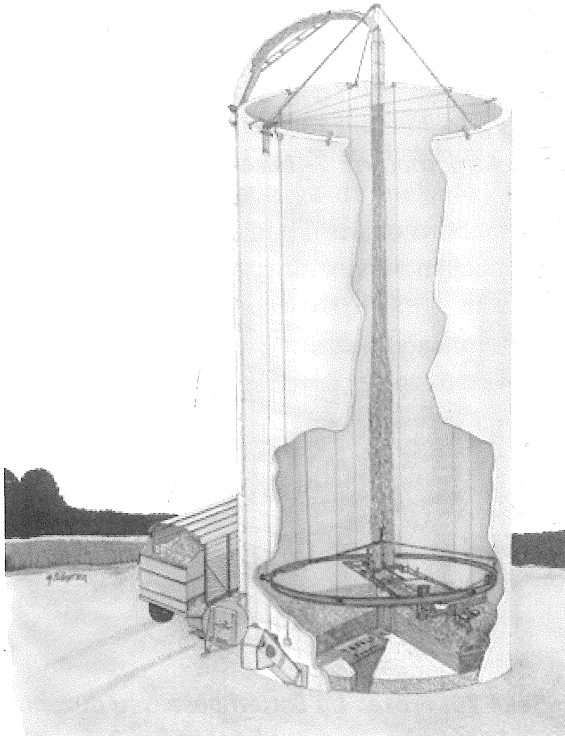


Şekil 70. Frezeli tip üstten boşaltma düzeni

(1- freze elemanları, 2- hareket tekerleği, 3- taşıma kanalı, 4- elektrik motoru, 5- taşıma tekerleri, 6- kılavuz tekerleri)

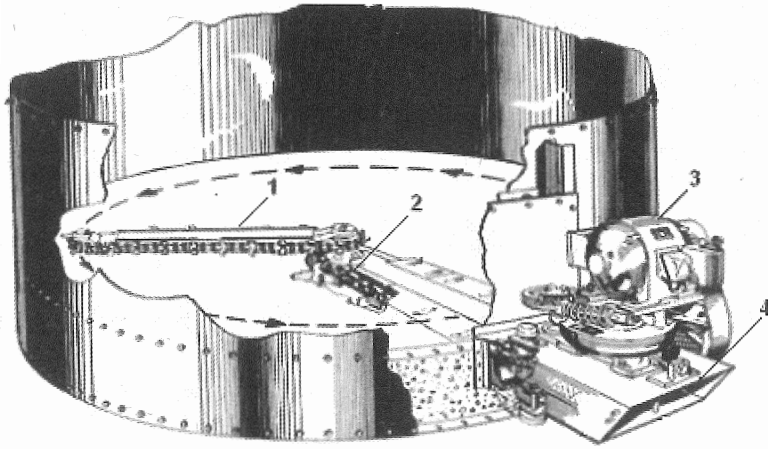
Üstten boşaltma düzenleri silonun tavanına bir halat ile asılır ve silajın üzerinde dönerek çalışır. Boşaltma yapıldıkça aşağı doğru iner. Bu düzenlerde genel prensip, silo içinde dönme hareketi yapan elemanın silajı bir çeşit kesme-koparma ile gevşetmesi ve kopartılan materyali silonun merkezine taşımasıdır. Kopartılan silajın silo tabanından dışarı alındığı üstten boşaltma düzenli kule tipi silo Şekil 71’de verilmiştir.

Bu sistemde silo doldurulurken silonun merkezinde bir kanal oluşturulur. Boşaltma sırasında, kazıma elemanları ile kopartılan silaj materyali, silonun merkezindeki kanaldan, tabandaki götürücünün haznesine düşer. Buradan da silo dışına alınır. Silo boşaldıkça boşaltma düzeni askı kolu uzatılarak çalışmaya devam edilir.



Şekil 71. Üstten boşaltma düzenli kule tipi silo

Altan boşaltma düzenleri, silolar doldurulmadan önce silo tabanına yerleştirilir. Boşaltma düzeni silo çevresinde dönen ve üzerinde kazıma elemanları bulunan bir kol, kazınan materyali silo dışına taşıyan bir götürücü ve hareket iletim düzenlerinden (motor ve dişli kutusu) oluşur. Bu tip boşaltma düzenlerinin çalıştıracağı siloların tabanı eğimli yapılır. Kazıma kolu ile kazınan materyal eğik taban içerisine yerleştirilen götürücü ile dışarı alınır (Şekil 72).



Şekil 72. Altan boşaltma düzeni

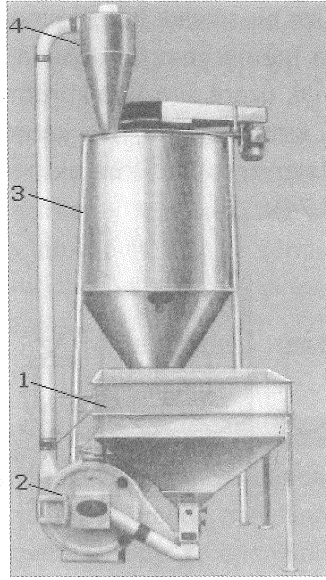
(1-kazıma kolu, 2-götürücü, 3-güç ünitesi, 4-boşaltma açıklığı)

Boşaltma düzenlerinin iş başarıları materyalin cinsine, nem içeriğine ve kıyma boyuna bağlıdır. Mısır, yoncaya kıyasla iki kat daha yüksek hızla boşaltılabilir. Materyal içindeki nem oranı arttıkça sistemin çalışması güçleşir. En uygun nem oranı %60-70'dir. Materyalin kıyılma uzunluğunun fazla olması, boşaltma düzenine sarılma nedeniyle tıkanmalara neden olabilir. Sorunsuz bir boşaltma işlemi için materyal kıyma boyunun 5 cm'yi geçmemesi gerekir (Anon., 1976; Ayık, 1985; Raymond ve Ark., 1975; Tezer ve Ark., 1985).

3. Kesif Yem Eldesinde Mekanizasyon

Besin değeri yüksek olan yemlere genel anlamda kesif yem adı verilir. Mısır, soya ve hububat gibi taneli tarımsal ürünler ile çeşitli küspeler (soya, ayçiçeği, çığit küspesi v.b.) ve karma yemler bu grupta yer alır. Taneli yemler tek başına hayvanların tüm gereksinmelerini karşılayacak düzeyde besin maddesi, mineral ve vitamin içermezler. Ayrıca, sert ve taneli yapıdaki bu yemler doğrudan hayvanlara verilirse hayvanlar bunlardan tam olarak yararlanamaz. Bir kısmı sindirilmeden gübre ile dışarı atılır. Bu nedenle mısır, soya ve hububat gibi taneli yemler hayvanların gereksinimleri göz önünde bulundurularak belirli oranlarda işlenip (kıрма-öğütme) karıştırıldıktan sonra hayvanlara verilir. Diğer deyişle; bu yemler tek tek ve doğrudan değil, belirli işlemlerden geçirilerek hazırlanan yem karmaları şeklinde hayvanlara verilir.

Ülkemizde çoğu hayvancılık işletmelerinde (özellikle büyükbaş ve küçükbaş hayvancılık işletmelerinde) kesif yem gereksinimleri işletmelerin kendi olanaklarıyla karşılanmaktadır. İşletmelerde kendi ürettikleri ya da satın aldıkları hammaddeler (arpa, buğday, mısır, kepek, melas, çeşitli küspeler, v.b.) belirli oranlarda birleştirilerek yem karmaları hazırlanır. Bu amaçla, kıрма-öğütme ve karıştırma işlemlerinin yapıldığı özel yem hazırlama tesislerinden yararlanılır. Sabit yem hazırlama (kıрма ve karıştırma) tesisi Şekil 73'de verilmiştir. Kesif yem gereksinmesi bu şekilde karşılanarak yapılan hayvancılığın, meraya dayalı hayvancılığa kıyasla daha iyi olduğu düşünülebilir. Ancak; modern yetiştiricilik göz önünde bulundurulduğunda bu tür bir yemlemenin de yeterli olamayacağı söylenebilir.



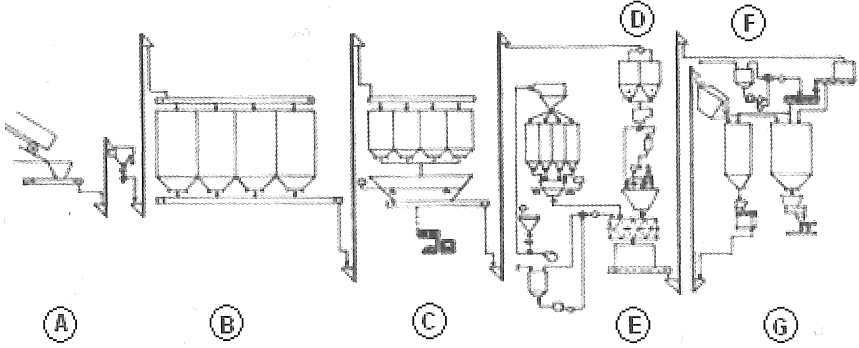
*Şekil 73. Durağan olarak çalıştırılan yem hazırlama tesisi
(1-besleme haznesi, 2-kırma-öğütme düzeni, 3-düşey karıştırıcı,
4-siklon ayırıcı)*

Modern anlamda hayvan besleme, hayvanların tür, ırk, yaş, cinsiyet ve verim özelliklerine göre belirlenen günlük vitamin, mineral ve besin maddesi gereksinimlerinin karşılanması olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımlama, dengeli ve yeterli besleme için hayvanların tüm gereksinimlerinin karşılanacağı karışımların oluşturulma zorunluluğunu ortaya koymaktadır. Bu tanımlama doğrultusunda yem karmalarının hazırlanabilmesi için teknik bilgi, nitelikli hammadde ve bunların işleneceği uygun makine ve sistemlere gereksinim vardır. Diğer bir deyişle; yem karmalarının hazırlanması için bazı teknik ve ekonomik güçlüklerin aşılması gerekir. Tüm dünyada olduğu gibi Ülkemizde de karma yemler bu konuda uzmanlaşmış kuruluşlarca üretilmektedir.

3.1. Karma Yem Üretim Tekniği

Karma yem, evcil hayvanların vitamin, mineral ve besin maddesi gereksinimlerinin karşılanması amacıyla çeşitli yem ve katkı maddelerinin

belirli oranlarda ve tekdüze bir şekilde karıştırılmasıyla elde edilen bir yem karmasıdır. Bu bağlamda karma yem üretiminde yer alan işlemler, hammadde alımından başlamak üzere sırasıyla kurutma-temizleme (A), depolama (B), dozajlama (C), kırma-öğütme (D), karıştırma (E), peletleme (F), ambalajlama (G) ve üniteler arasında ürün akışını sağlayan ulaştırma (H) olarak sıralanabilir (Şekil 74).



Şekil 74. Karma yem üretiminde işlem akışı

Üretilen yemin niteliği kullanılan hammadde ve uygulanan teknolojik işlemler ile yakından ilişkilidir. Nitelikli bir yemin elde edilebilmesi için nitelikli hammaddelerin kullanılması ve uygun teknolojik işlemin seçilerek uygulanması gerekir. Niteliksiz hammadde kullanarak iyi bir yem yapılamaz. Ayrıca uygun olmayan bir teknolojik işlemin (temizleme, depolama, dozajlama, kırma-öğütme, karıştırma, peletleme v.b.) uygulanması, üretilen yemin niteliğini olumsuz yönde etkiler.

Burada karma yem üretiminde uygulanan işlemler, bunların yem niteliği açısından önemi ve bu amaçla kullanılan sistemler incelenmiştir.

3.1.1. Temizleme

Karma yem üretiminde ilk işlem temizlemedir. Temizleme dökme hammaddelerin içerisinde bulunan taş, sap, saman, bez ve naylon parçaları, toz, metal parçaları v.b. maddelerin ayıklanması için yapılır. Temizleme, nitelikli yem üretimi yanında işleme ünitelerinin kesiksiz ve arızasız çalışması için yapılması zorunlu bir işlemdir. Taş, sap, saman, bez ve nay-

lon parçalarının temizlenmesinde elekler, toz ve hafif materyallerin temizlenmesinde aspiratörler, demir parçalarının temizlenmesinde elektromıknatıslar kullanılır.

Depolanmak üzere işletmeye getirilen hammaddeler, genellikle dökme ağzına (depo doldurma düzeni alış açıklığına) yerleştirilen 2.0-2.5 cm'lik tel eleklerden geçirilerek taş, sap, bez ve naylon parçaları gibi iri yabancı materyallerden temizlenir. Toz ve demir parçalarının temizlenmesi ise depo ve kırma-öğütme ünitesi girişine yerleştirilen aspiratör ve elektromıknatıslarla yapılır.

3.1.2. Depolama

Karma yem yapımında kullanılan hammaddelerin önceden alınarak depolanması, yıl içerisinde hammadde temininde karşılaşılabilecek güçlüklerin aşılması ve hammadde fiyatlarında meydana gelecek artışlardan işletmenin etkilenmemesi açısından oldukça önemlidir.

Karma yem fabrikalarında kullanılan hammaddeler, fiziksel özellikleri ve ticari şekillerine göre dört grupta toplanabilir. Bunlar;

- Dökme hammaddeler,
- Ambalajlı hammaddeler,
- Sıvı hammaddeler,
- Ön karışımlardır.

Hammadde depolarının temiz, bakımlı ve dışarıdan su, toz, haşere ve diğer yabancı maddelerin giremeyeceği özellikte olması gerekir. Dökme hammaddelerinin uzun süreli depolanmasında kullanılacak depolarda, dinamik havalandırma sistemleri (vantilasyonlu-aspirasyonlu havalandırma sistemleri) bulunmalıdır. Havalandırma sistemleri, depoda zamanla ortaya çıkan ve ürünün bozulmasına neden olan ısının dışarı atılması için zorunludur.

Hammaddelerin depolanma süreleri, nem içerikleriyle yakından ilgilidir. Bu nedenle, depolanacak hammaddelerin nem içeriklerinin emniyetle depolanma düzeyinde olması gerekir. Yüksek nem içeriğinde alınan hammaddelerin depolara doldurulmadan önce emniyetle depolama nem düzeyine kadar kurutulmalıdır.

Küçük granül yapıdaki yağlı tohum küspeleri (soya, çığit ve ayçiçeği küspeleri) ve kepek, depolanma özellikleri açısından taneli ürünlere kıyasla daha duyarlıdır. Yığın olarak depolandıklarında daha çabuk kızışarak bozulur ve çoğu kez yangınlara neden olabilirler. Bu nedenle bu tür hammaddeler yatay depolarda kısa süreler için depolanır. Belirli aralıklarda yapılacak karıştırma işlemi ve bazı kimyasalların eklenmesi ile depolanma süreleri uzatılabilir.

Çuvallanmış (ambalajlı) hammaddeler, yatay depolarda ızgaralar üzerine yığılarak depolanır. Yığın yüksekliği 5-6 çuvalı geçmemeli ve yığınlar hava dolaşımını önlemeyecek biçimde oluşturulmalıdır. Ancak, ambalajlı depolamanın dökme depolamaya kıyasla daha riskli olduğu unutulmamalıdır.

Karmada kullanılan ön karışımlar ambalajlı olarak depolanır. Özellikle vitaminler ısı, ışık ve neme karşı oldukça duyarlıdır. Bunların kuru, serin ve az ışıklı bir ortamda depolanması gerekir.

Sıvı hammaddelerin başında bitkisel yağlar ve melas gelir. Bitkisel yağlar fıçı ve tenekelerle pazarlanır. Uygun olmayan koşullarda uzun süre bekletilen yağlar tüketime uygun değildir. Yeme katılan bozulmuş yağlar yemde E vitamini yıkımına ve bunun sonucunda da hayvanlarda felç ve ölümlere neden olur.

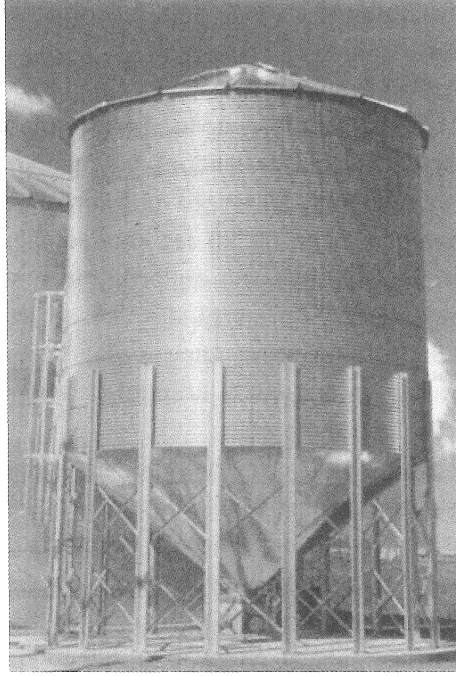
Melas, seker sanayinin yan ürünü olup %50 oranında şeker içerir. Melas, silindirik çelik ve beton silolarda depolanır. Melasın depolanmasında en büyük sorun, köpüklenmedir. Bu sorun depoların uygun şekilde doldurulması ile önlenabilir. Depolamada önemli hususlardan birisi, depoların ilk giren maddenin ilk çıkacağı şekilde yüklenmesidir (Ergül, 1978).

Çuvallanmış ya da ambalajlı hammaddelerin depolanmasında hangar tipi (prizmatik) depolar daha yaygın kullanılır. Kagir ve metal konstrüksiyonlu tipleri vardır. Tabanı beton, duvarları briket ya da tuğla olan kagir depolarda havalandırma, kapı ve pencerelerle yapılır. Taneli dökme hammaddelerin kısa süreli depolanması amacıyla da kullanılabilir. Bu durumda depo duvarlarının, yığının oluşturacağı yan basınçları karşılayabilecek düzeyde dayanıklı olması gerekir. Yapım maliyetinin fazla olması, böcek ve diğer kemiricilere karşı yeterli korumanın yapılamaması ve yığın olarak depolanan hammaddelerde zamanla meydana gelebilen kızışmanın önlene-

bileceği dinamik havalandırma sistemlerinin bulunmaması bu tür depoların sakıncalı özellikleridir.

Metal konstrüksiyonlu hangar tipi depolar ise, metal çatı üzerine ondüleli paslanmaz saç kaplanarak yapılır. Dökme materyalin yığın olarak depolanacağı hangar tipi depolarda dinamik havalandırma düzenleri bulunur. Aspirasyonlu ve vantilasyonlu tipte olabilen dinamik havalandırma düzenleri, depo tabanında, üzeri delikli saç kaplı kanallar ile bir ya da birden fazla fandan oluşur. Vantilasyonlu tiplerde fan tarafından basılan hava, depo tabanındaki kanalların yönlendirmesi ile materyal içerisinden geçirilerek çatıdan dış ortama atılır. Aspirasyonlu tiplerde ise çatı ya da çatıya yakın noktalardan emilen hava, ürün içerisinden ve depo tabanındaki kanallardan geçerek dış ortama atılır.

Mısır, soya, arpa v.b. dökme hammaddelerin depolanmasında silindirlik depolar daha yaygın kullanılır (Şekil 75 ve 76). Dinamik havalandırma sistemleri ile donatılabilirler. Doldurma ve boşaltma işlemleri mekanize edilebilir. Bu depoların düz ve konik tabanlı tipleri vardır. Konik tabanlı depolarda ayrı bir boşaltma sistemine gerek kalmaksızın materyal yerçekiminin etkisiyle dışarı alınabilir. Ancak birim depo hacmi başına yapım maliyeti düz tabanlı depolara kıyasla daha fazladır.



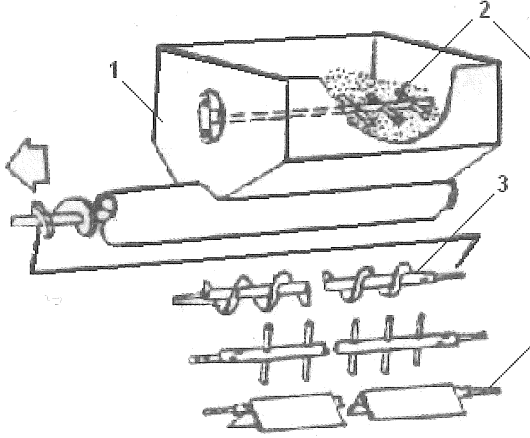
Şekil 75. Konik tabanlı silindirik depo

Silindirik depolar gerek taneli, gerekse kırma-öğütme işleminden geçirilmiş materyallerin depolanması amacıyla kullanılabilir. Ancak; işlenmiş materyal ile taneli materyalin fiziksel nitelikleri farklıdır. Taneli materyal, işlenmiş ve özellikle oldukça ince parçalanmış materyale kıyasla çok daha akıcıdır. Bu nedenle konik tabanlı silolarda, silo taban eğimi bu durum dikkate alınarak şekillendirilir. Ayrıca, kemer etkisini önlemek ve düzenli akış sağlamak için boşaltma noktasında çubuklu bir karıştırıcı ya da elektrikli titreşim ünitesi bulunur. İşlenmiş materyal depoya konulurken bir dağıtıcı kullanılarak materyali oluşturan çeşitli boyutlardaki parçaların tekdüze dağılımı sağlanabilir.



Şekil 76. Düz tabanlı silindirik depolar

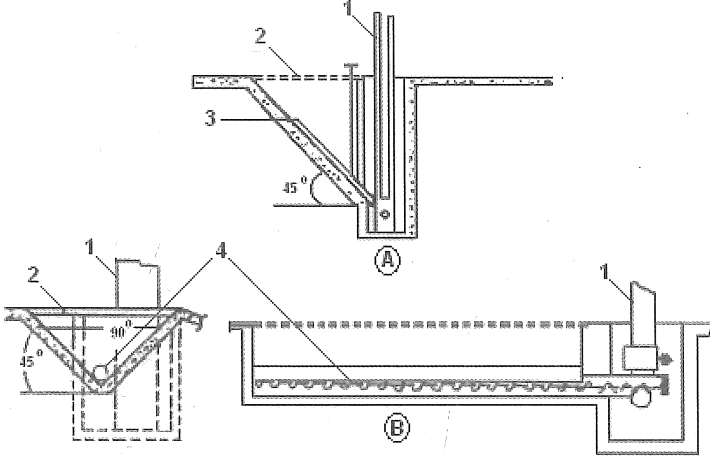
Depoların doldurulmasında düşey götürücüler kullanılır. Kovalı ve helezonlu tipleri vardır. Düşey götürücüler depoların yanına sabit olarak monte edilir. Düşey götürücülere materyal ya taşınabilir ya da sabit bir alış ünitesi (doldurma çukuru) ile verilir. Taşınabilir alış ünitesi, tabanında yatay helezon götürücü bulunan, iki yan yüzeyi eğimli bir depo şeklindedir. Depo içerisinde materyalin köprü yapmasını önleyen bir karıştırıcı bulunur (Şekil 77).



Şekil 77. Taşınabilir alış ünitesi
(1- depo, 2- karıştırıcı, 3-Helezon götürücü)

Taşıma araçları ile deponun yanına getirilen materyal, alış  nitesi- nin deposuna dökülür. Buradan depo tabanındaki yatay bir helezon götürü- c  ile düşey g t r c ye iletilir. Düşey götürücü ile yükseltilen materyal deponun üst tarafındaki açıklıktan depo içerisine doldurulur.

Sabit alış  nitesi, düşey götürücünün hemen yanında bulunur.  zeri ızgaralı olan alış ünitesinin bir ya da iki yüzeyi eēimli olabilir. Bir yüzeyi eēimli olanlarda, materyalin düşey götürücünün alış noktasına doē- ru y nlendiēi yerde bir adet klape bulunur. Bu klape ile düşey g t r c ye girecek materyal miktarı ayarlanır. İki yan yüzeyi eēimli alış ünitesinin tabanında ise yatay bir helezon bulunur. Izgara üzerinden alış ünitesine dökülen materyal, tabandaki yatay helezon götürücü ile düşey g t r c ye iletilir. Sabit alış niteleri en az 2 m geniřliēinde ve 45 cm derinliēinde yapı- lır (Şekil 78).



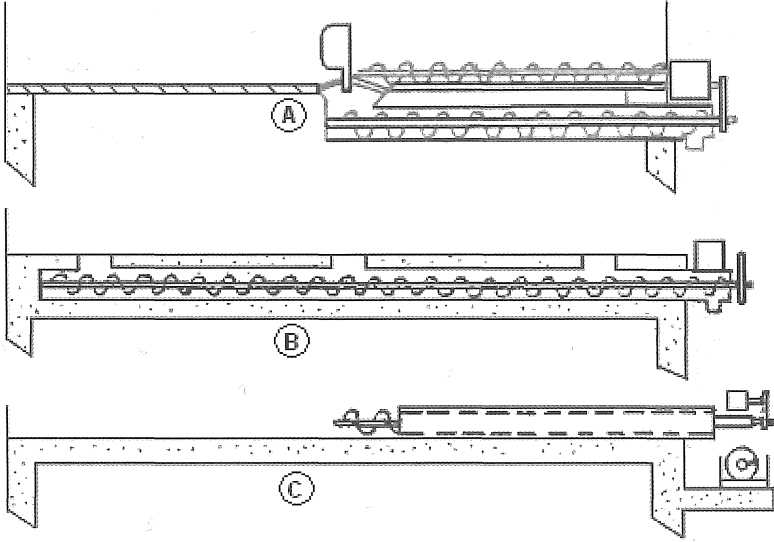
Şekil 78. Sabit alışı ünitesi

(1- düşey götürücü, 2-ızgara, 3- ayarlı klape, 4- yatay götürücü)

Düşey götürücülerin boşaltma noktalarında dağıtma kontrol sistemleri kullanılarak tek bir götürücü ile birden fazla depo doldurulabilir. Bu tür bir düzenlemede depolar, birbirine yakın olarak konumlandırılır. Materyal, depo grubunun belirli bir yerine monte edilen düşey götürücü ile depoların üst seviyesine kadar yükseltilir. Buradan her bir depoya, yönlendirilmiş eğimli borularla depolara üstten dökülür. Materyalin düşey götürücünün boşaltma noktasındaki dağıtıcıdan depolara akışı yerçekiminin etkisiyle gerçekleşir. Bunun için, dağıtıcı ile depo doldurma açıklığı arasında bulunan kapalı boruların eğimlerinin taneli materyalde 35°, işlenmiş materyalde 45°'den düşük olmaması gerekir.

Düz tabanlı silindirik depoların boşaltılmasında özel boşaltma düzenlerinden yararlanılır. Genellikle helezon götürücü şeklindeki bu boşaltma düzenleri tek helezonlu, çift helezonlu ve taşınabilir helezonlu tiplerde olabilir (Şekil 79).

Çift helezonlu boşaltıcılarda (A), birinci helezon depo tabanında hem kendi eksenini etrafında hem de depo çevresinde dönme hareketi yaparak materyali ortada toplar. Deponun tabanında, yarıçap boyunca bir kanal içerisinde çalışan ikinci helezon ise merkezden aldığı materyali depo dışına taşır.



Şekil 79. Depo boşaltma düzenleri

(A- çift helezonlu, B- tek helezonlu, C- taşınabilir helezonlu)

Tek helezonlu sistemde (b), depo tabanında bulunan 150-180 cm aralıklı ve 20-25 cm genişliğindeki deliklerden dökülen materyal, helezonlu götürücü ile dışarı alınır. Taşınabilen helezonlu sistemde (C) depo tabanındaki taşıma kanalına yerleştirilen bir helezondan yararlanılabilir (Protz, 1976; Stewart, 1963).

3.1.3. Dozajlama

Karmada yer alacak hammaddelerin önceden belirlenen oranlarına göre birim karma başına (1-2 ton) düşen miktarlarda tartılarak alınması işlemine dozajlama adı verilir. Dozajlama kırma-öğütme işleminden önce ya da sonra yapılabilir. Ancak, öğütülmüş materyalin kısa sürede bozulması ve akıcı özelliğinin azalması nedeniyle, dozajlamanın kırma-öğütme işleminden önce yapılması tercih edilmektedir. Dozajlama, küçük kapasiteli fabrikalarda mekanik kantarlarla, yarı ve tam otomatik fabrikalarda ise, elektronik sistemlerle yapılır. Mekanik dozajlama sistemlerinde tartım doğru olarak yapılmalı ve insan hatasının en aza indirilmesine özen gösterilmelidir. Karmaya çok az oranlarda katılması gereken hammaddeler (vita-

min, mineral madde v.b.) hassas ünitelerde tartılmalıdır. Ticari amaçla üretim yapan fabrikalarda dozajlama ağırlık esasına göre yapılmasına karşın, kendi gereksinmesi için yem yapan bazı işletmelerde ise hacimsel esasa göre yapılabilir. Hacimsel dozajlama, yeme karşı fazla duyarlı olmayan büyük ve küçük baş hayvan yemlerinin hazırlanmasında ve yemdeki oranı fazla olan hammaddelerde yapılmaktadır.

Çalışma şekli ve dozajlanacak materyalin özelliğine bağlı olarak dozajlama düzenleri aşağıdaki gibi sınıflandırılır:

1-Sıvı materyal dozajlama düzenleri

- a- Hacimsel esaslı çalışanlar,
- b- Ağırlık esaslı çalışanlar,

2-Katı dökme materyal dozajlama düzenleri

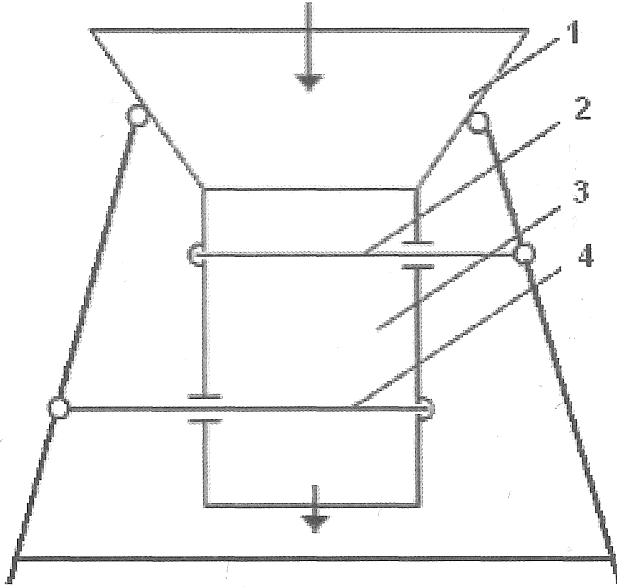
- a- Kesikli çalışan dozajlama düzenleri,
 - Ağırlık esaslı çalışanlar,
 - Hacimsel esaslı çalışanlar,
- b- Sürekli (kesiksiz) çalışan dozajlama düzenleri,
 - Ağırlık esaslı çalışanlar,
 - Hacimsel esaslı çalışanlar,
 - Helezonlu tip,
 - Bantlı tip,
 - Oluklu makaralı tip,
 - Titreşimli tip.

Sıvı materyal dozajlama düzenleri en basit anlamda ölçüm kaplarından oluşur. Üzeri derecelenmiş olan ölçüm kapları, hacimsel esaslı kesikli dozajlama düzeni olarak tanımlanabilir. Sürekli çalışan sıvı materyal dozajlama düzenleri, bir pompa ve debi kontrol ünitesinden oluşur. Debi kontrol ünitesi, pompa ile basılan materyalin önceden belirlenen miktarlarda akmasını sağlar. Hacimsel esaslı sıvı materyal dozajlama sistemleri, dozajlanacak materyalin hacim ağırlığına bağlı olarak kalibre edilerek ağırlık esasına göre de dozajlama yapılabilir.

Karma yem sanayinde sıvı hammadde olarak melas ve sıvı yağlar kullanılır. Bu maddeler karıştırıcı ya da ayrı bir ünite (melasiyer) karma-

ya katılır. Sıvı materyal, dozajlama ünitesinden geçtikten sonra belirli bir basınç altında püskürtülerek melasiyer ya da karıştırıcıda karmaya eklenir.

Katı dökme materyalin kesikli olarak dozajlanmasında kullanılan düzenler daha çok küçük hayvancılık işletmeleri için uygundur. Ağırlık esasına göre dozajlamada küçük kantar ve teraziler kullanılır. Hacim esasına göre dozajlamada ise, depoların altına yerleştirilen hacmi bilinen kaplardan yararlanılır (Şekil 80).



Şekil 80. Kesikli hacimsel dozajlama düzeni
(1- depo, 2- üst klape, 3- ölçü kabı, 4- alt klape).

Şekilde görüldüğü üzere, deponun alt kısmına yerleştirilen ve hacmi bilinen kaba, üst taraftaki klape açılarak depodan materyal doldurulur. Kap dolduktan sonra üst klape kapatılır ve alt klape açılarak materyal boşaltılır. Böylece depodan aynı hacimde materyalin kesikli olarak alınması sağlanır.

Bu tür bir ünite ile birim zamanda depodan alınacak materyal miktarı yaklaşık bir değerde aşağıdaki eşitlikle hesaplanır;

$$Q = \frac{V \cdot \rho_m}{t}$$

Eşitlikte;

Q = Dozajlama kapasitesi (kg/s),

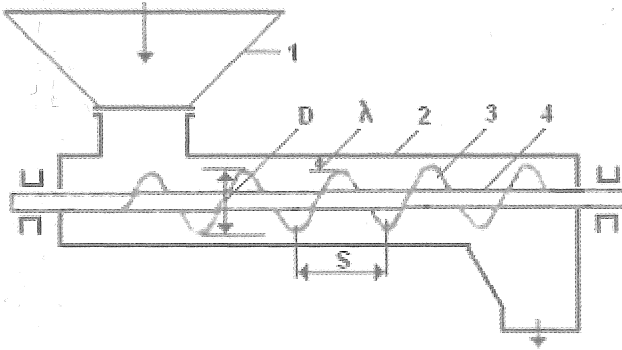
V = Dozajlama kabı hacmi (m^3),

ρ_m = Materyalin dökme özgül kütlesi (kg/m^3) ve

t = Dozajlama kabının bir kez doldurulup, boşaltılma süresi (s)'dir.

Hacimsel esaslı sürekli çalışan dozajla düzenleri helezonlu, bantlı, oluklu makaralı ve titreşimli tip olmak üzere dört grupta toplanır. Bunlardan oluklu makaralı ve titreşimli olanlar gerek çalışma özellikleri, gerekse duyarlılık düzeyleri nedeniyle fazla yaygın değildir.

Helezonlu tip dozajlama düzenleri karma yem yapımında depolar-
dan dökme hammaddelerinin alınması yanında, sağım salonlarında karma
yemin yemliklere istenilen miktarlarda dökülmesinde de kullanılmaktadır.
Depo tabanına yatay olarak konumlandırılmış bir helezon götürücü ve güç
ünitesinden oluşur (Şekil 81).



Şekil 81. Helezonlu dozajlama düzeni

(1- depo, 2- taşıma kanalı, 3- helezon, 4- helezon mili)

Depodaki materyal, yerçekiminin etkisiyle helezonun taşıma kanalına boşalır. Buradan, dönen helezon kanatlarının etkisiyle dışarı alınır. Helezonun hacimsel verimi (ya da bir devirde taşıyacağı materyal miktarı) materyal çeşidine bağlı olarak önceden belirlenir. Helezon devri değiştirilerek depodan birim zamanda alınacak materyal miktarı hacimsel olarak ayarlanabilir.

Helezonlu dozajlama düzeninin hacimsel kapasitesi aşağıdaki eşitlikle hesaplanır:

$$Q_o = 3600 \frac{\pi[(D + 2\lambda)^2 - d^2]}{4} \cdot \frac{S \cdot \omega}{2\pi} \psi$$

Eşitlikte;

Q_o = Dozajlama kapasitesi (m^3/h),

D = Helezon çapı (m),

d = Helezon milinin çapı (m),

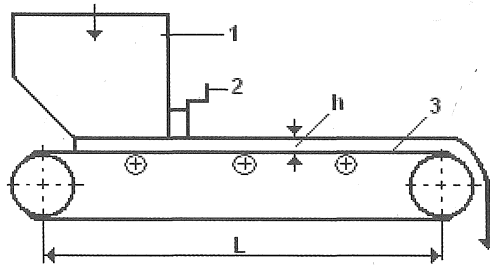
S = Helezon (vida) adımı (m),

α = Helezonun açısal hızı (rad/s),

λ = Helezon kanadının en dış noktası ile taşıma kanalı iç yüzeyi arasındaki uzaklık (m) ve

ψ = Helezon dolum oranı olup, $[\psi = (0.8 - 1.0)D]$ alınabilir.

Helezonlu dozajlama düzenlerine kıyasla daha az duyarlı olan bantlı tip dozajlama düzenleri, deponun alt tarafına yerleştirilmiş yatay çalışan küçük bir bantlı götürücünden oluşur (Şekil 82).



Şekil 82. Bantlı dozajlama düzeni

(1- depo, 2- besleme açıklığı ayar kolu, 3- bant)

Materyal, depodan bant üzerine dökülür. Deponun yan tarafında ve materyal hareket yönünde bulunan bir klappe ile bant üzerindeki materyal kalınlığı ayarlanır. Götürücü bant, bir kanal içerisine alınarak materyalin yere dökülmesi önlenir. Sıyırıcı klappe ile bant yüzeyi arasındaki uzaklık, dolayısıyla bant üzerine dökülen materyal kalınlığı ve bant hızı değiştirilerek, depodan istenilen oranda materyal alımı yapılır.

Bantlı dozajlama düzenlerinin hacimsel kapasiteleri aşağıdaki eşitlikle bulunur (Dmitrewski, 1982);

$$Q_o = 3600.b.h.v_b.\psi$$

Eşitlikte;

Q_o = Dozajlama kapasitesi (m^3/h),

b = Bant genişliği (m),

h = Bant üzerine dökülen materyal kalınlığı (m),

v_b = Bant hızı (m/s) ve

ψ = Bandın yüklenme oranı (0.75-0.80)'dir.

Pazara yönelik karma yem üreten fabrikalarda dozajlama, sürekli çalışan elektronik kantarlarla yapılır. Ağırlık esasına göre dozajlama yapan bu düzenler hacimsel esaslı tiplere kıyasla daha duyarlıdır.

3.1.4. Kırma-Öğütme

Karma yem üretiminde kırma-öğütme, yem karmasının sindirimini kolaylaştırmak ve karmayı oluşturan maddelerin tekdüze dağılımını sağlamak için taneli ve ince olmayan materyallere uygulanan bir işlemdir. Kırma-öğütme ile karmaya giren hammaddelerinde parçacık yüzeyi artırılır. Böylece sindirim enzimlerinin etkileri artar ve yemler hayvanlar tarafından kolayca sindirilir.

Kırma-öğütme işlemi ile istenilen parçacık boyutuna getirilen çeşitli maddeler daha sonra uygulanan karıştırma işlemi ile karma içerisine tekdüze olarak dağıtılır. Böylece hayvanların dengeli ve eşit beslenmeleri sağlanır.

Belirtilen amaçlar doğrultusunda yapılan kırma-öğütme, hazırlanan yemin niteliğini etkileyen önemli bir işlemdir. Yapılan araştırmalar, kırma-öğütme sırasında ortaya çıkan ısı ile karbondhidratların sindirilme oranları

nın arttığı ve bazı bakterilerin öldüğünü ancak, sıcaklığın 50°C'nin üzerine çıkması durumunda protein, vitamin ve bazı enzimlerin bundan olumsuz yönde etkilendiğini ortaya koymuştur. Bu nedenle, karma yem üretiminde kırma-öğütme işleminin dikkatle yapılması gerekir.

Karma yem üretiminde kırma-öğütme işlemi diskli, silindirik valsli ve çekiçli değirmenlerle yapılır. Ancak bunlar arasında, iş kapasitelerinin yüksek, tamir-bakım giderlerinin az ve farklı boyutlardaki tanelerden oluşan materyal karışımlarını işleyebilme özellikleri nedeniyle çekiçli değirmenler daha yaygın olarak kullanılır.

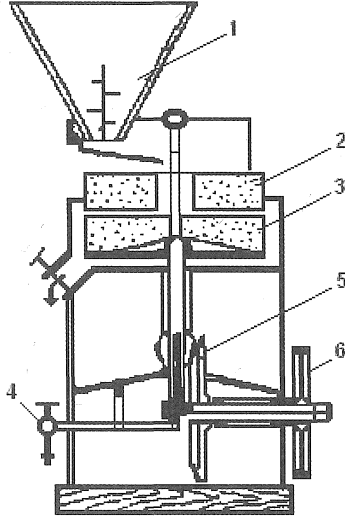
A-Diskli değirmenler: Biri sabit diğeri dönme hareketi yapan iki adet düz diskten oluşur. Taş ve metal diskli tipleri bulunur. Taş diskli olanlar ovalama, metal diskli ise basınç altında kırma ve ovalama etkisiyle materyali işler. Taş diskli değirmenlerle işlenen materyalin özgül yüzey alanı diğer değirmenlerde işlemeye kıyasla daha büyüktür.

Taş diskler çok ince öğütülmüş kuarts, çakmaktaşı gibi sert minerallerden bağlayıcı olarak mağnesit, sıvı mağnezyum klörür v.b. kullanılarak yapılır. Çapları 100-160 cm arasında olabilir. Disklerin çevresinde, ısıtılarak geçirilmiş çelik şeritler bulunur. Taş diskli değirmenlerde diskler genelde yatay pozisyonda konumlandırılır. Disklerin birbirlerine bakan yüzeyleri üzerinde merkezden çevreye doğru kavisli yiv ve kanallar bulunur. Yivler öğütme görevi yaparken daha büyük olan kanallar, içerisinden geçen hava akımı ile disklerin soğumasına yardımcı olur. Ayrıca öğütülen materyalin disk çevresinden dışarı doğru sürüklenmesi bu yiv ve kanallarla sağlanır. Kanalların derinliği işleme inceliğine ve disk çapına bağlı olarak 5-10 mm arasında değişir.

Taş diskler yatay ya da düşey olarak konumlandırılabilir. Yatay diskli değirmenlerde üst ya da alt disk sabit olabilir. Ancak; üst disk dönen tiplerde, disklerin merkezinden yedirilen materyal, tüm disk yüzeyine dağıtılır. Bu nedenle işleme kapasiteleri, alt disk döner tip değirmenlere kıyasla daha fazladır. Düşey taş diskli değirmenlerin işleme kapasiteleri yatay diskliye kıyasla yaklaşık iki kat daha fazladır. Ancak, elde edilen materyalde tane boyut dağılımı oldukça heterojendir. Diğer deyişle tekdüze bir tane boyut dağılımı elde edilemez.

Diskleri yatay olarak konumlandırılmış, üst disk sabit olan taş diskli değirmen Şekil 83'de verilmiştir. Depodan akan materyal, sabit üst

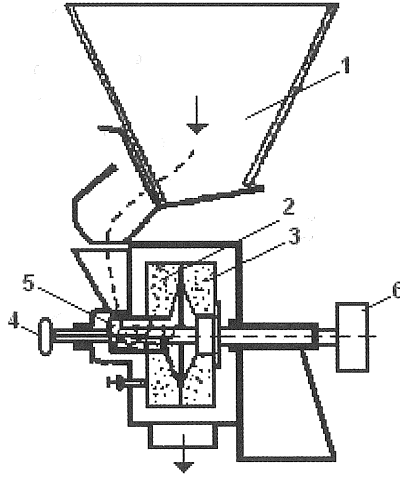
diskin merkezinden iki disk arasına verilir. Diskler arasında işlenen materyal disklerin çevresinden dışarı alınır. Diskler arasındaki açıklık ayarlanabilir.



Şekil 83. Taş diskli değirmen

(1- depo, 2- sabit disk, 3, hareketli disk, 4- Ayar kolu, 5- dişli, 6- hareket kasnağı)

Metal diskli değirmenlerde diskler beyaz dökme demirden kalıpta şekillendirilerek yapılır. Disk yüzeyleri özel bir biçimde yiv-setlendirilmiş olup, karşılıklı disk yüzeyleri üzerindeki yiv-setler birbirlerine girişim yapar. Disklerin her iki yüzeyi yiv-setli olup, aşınma durumunda ters çevrilererek diğer yüzeyleri de kullanılabilir. Sabit diskın merkezinden yedirilen materyal, yiv-setler arasında kırma-kesme etkisiyle işlenir (Şekil 84). Disk çapları 20-25 cm arasında değişir. Diskler genelde düşey olarak konumlandırılır. Hareketli diskın dönü hızı 400-1500 d/dak arasında değişir.



Şekil 84. Metal diskli değirmen

(1-depo, 2- sabit disk, 3- hareketli disk, 4- Ayar kolu,
5- besleme helezonu, 6- hareket kasnağı)

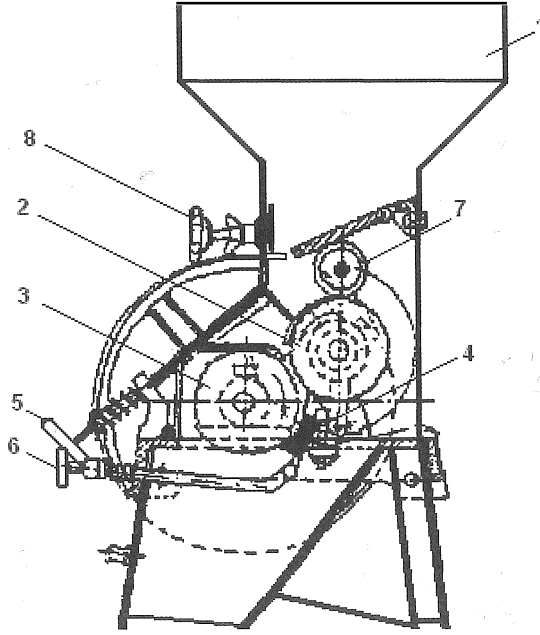
Depodan gelen materyal sabit diskin merkezinden iki disk arasına verilir. Burada basınç altında kırma ve ovalama etkisiyle işlenir ve çevreden dışarı çıkar. İşleme büyüklüğü diskler arasındaki uzaklık değiştirilerek ayarlanır. Ayarlanan boşluğun çalışma süresince değişmemesi için ayar mekanizması bir baskı yayı ile donatılır. Bu yay aynı zamanda diskler arasına giren yabancı bir materyal ile sistemin aşırı yüklenmesini önler.

Gerek metal, gerekse taş diskli değirmenlerin satın alma bedelleri, diğer değirmenlere kıyasla düşüktür. Ancak disklerin kısa sürede aşınması nedeniyle tamir-bakım ve yedek parça giderleri fazladır. Kaba işleme için uygun olup, ince işlemede enerji tüketimleri hızla artar. Boşta çalıştırıldıklarında disklerde aşırı ısınma ve aşınmalar meydana gelir. İki disk arasına giren sert cisimlerden diskler zarar görür ya da sistem kilitlenebilir (Dmitrewski, 1982).

B-Silindirik değirmenler: Birbirine paralel ve yatay olarak konumlandırılmış iki adet metal silindirden oluşur. Silindirlerin üzerinde uzunlamasına yönde şekillendirilmiş helisel oluklar bulunur. Silindirlerin çevreleri $1/6$ oranında metal bir zarf ile kaplı olup, materyalin akış doğrul-

tusunda ve birbirlerinin tersi yönde dönerler. Silindirlerin dönü hızları farklı olup aralarında 1/2.5-1/3 gibi bir oran bulunur. Silindirlerden birisi sabit diğeri bir kızak üzerinde hareket ettirilecek biçimde yay baskılı olarak yataklanır. Yay baskılı olarak yataklanan silindir, bir mekanizma ile ileri-geri hareket ettirilerek silindirler arası uzaklık, dolayısıyla işleme inceliği ayarlanır. İşleme inceliğini arttırmak için gerektiğinde devreye sokulabilen yüzey arttırıcı bir parçadan da yararlanılabilir. Yüzey arttırıcı, hızlı dönen silindirin çevresini belirli oranda saran, yumuşak ve sert saç plakaların yan yana getirilmesiyle oluşturulmuş bir ek parçadır. Yumuşak saç parçaları geriye doğru çıkıntılı bağlanarak girintili-çıkıntılı iyi bir öğütme yüzeyi elde edilir. Şekil 85'de silindirlik değirmenin yapısal özellikleri verilmiştir.

Şekilde görüldüğü üzere işlenecek materyal depodan, yerçekiminin etkisiyle alt tarafta bulunan silindirlerin arasına akar. Burada, yavaş dönen üst silindir ve hızlı dönen alt silindir arasında kesme, basınç altında kırma ve ovalama etkisiyle işlenir ve alt taraftan değirmen dışına alınır. İşleme inceliği silindirler arası aralık değiştirilerek ve yüzey arttırıcı parça, hızlı dönen silindir yüzeyine yaklaştırılıp uzaklaştırılarak ayarlanır. Yüzey arttırıcı devreye girdiğinde iki silindir arasında işlenen materyal, hızlı dönen silindir ile yüzey arttırıcı arasından geçerken tekrar işlenir. Diğer deyişle materyalin işlenerek katettiği yol uzar ve işleme inceliği artar. Kaba işleme için yüzey arttırıcı devre dışı bırakılır. Depodan akan materyal miktarı, deponun alt tarafında materyalin döküldüğü açıklığın kesit alanı değiştirilerek ayarlanır.



Şekil 85. Silindirik değirmen

(1- depo, 2- üst alındır. 3- alt silindir 4- yüzey arttırıcı,
5- ayar kolu, 6- yüzey arttırıcı kumanda kolu, 7- titreşim üretici,
8- besleme ağırlığı ayar kolu)

Silindirik değirmenlerde materyalin işlenmesine etki eden etmenlerden bazıları aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Silindir çapı,
- Silindirlerin dairesel hız oranları,
- Silindirler Üzerindeki olukların eğim ve profil özellikleri,
- Silindirler üzerindeki karşılıklı gelen olukların birbirlerine göre konumları.

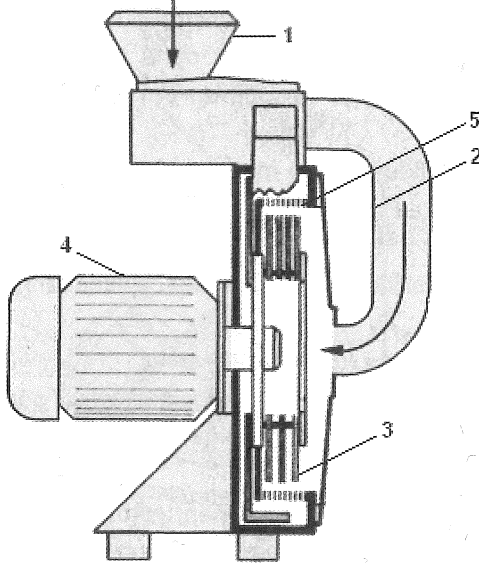
Silindirik değirmenler daha çok kaba işleme için uygun olup, satın alma bedelleri diskli ve çekiçli değirmenlere kıyasla düşüktür. İşlenen üründe daha az unlanma ve tozlanma oluşturur. Farklı tane büyüklüğündeki materyal karışımlarının (mısır + buğday v.b.) işlenmesine uygun değildir.

C- Çekiçli değirmenler: Motor gücü ve özgül enerji tüketimi diskli ve silindirik değirmenlere kıyasla daha büyüktür. Ancak, aşağıdaki üstünlükleri nedeniyle bu gün tarımda en yaygın kullanılan değirmen tipidir;

- Farklı tane büyüklüğündeki materyal karışımlarını işleyebilirler,
- Otomatik kontrole uygun olup, yüksek nemli ürünleri de işleyebilirler,
- İşleme inceliği farklı delik çaplı elekler kullanılarak kolayca değiştirilebilir,
- Yapıları basit, bakımı kolaydır,
- Boşta çalıştırıldıklarında işleyici organları zarar görmez,
- işleme sırasında materyal sıcaklığında meydana gelen artış kolayca önlenabilir.

Basit anlamda bir çekiçli değirmen, rotor üzerindeki flanşlara sabit ya da oynak olarak bağlı çekiçler ile bunu saran zarftan oluşuru. Rotoru saran zarfın iç kısmına işleme odası adı verilir. İşleme odasının iç yüzeyi, rotoru yaklaşık 180°'lik açılarda saran değiştirilebilir bir elek ve kalan kısmı, üzeri testere dişi şeklinde işlenmiş bir metal parçadan oluşur (Şekil 86).

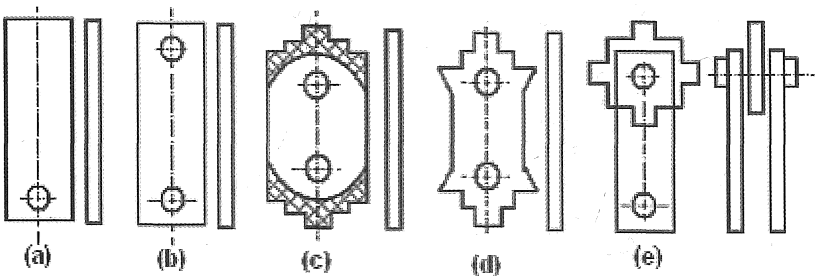
Besleme açıklığından teğetsel ya da aksiyal yönde yedirilen materyal, hızla dönen çekiçlerin çarpma etkisiyle büyük bir hız kazanır ve işleme odasında ince bir tabaka şeklinde çekiçlerle birlikte dairesel bir yörüngede dönmeye başlar. Materyal elek deliklerinden geçebilecek boyuta kadar parçalandıktan sonra elek altından değirmen dışına atılır.



Şekil 86. Çekiçli değirmen

(1- besleme deposu, 2- besleme kanalı, 3- çekiçler, 4- güç ünitesi, 5- elek)

Materyalin işlenmesinde çekiçler aktif, işleme odası yüzeyini oluşturan elek ve yiv-setli metal kısım pasif eleman olarak görev yapar. Çekiçli değirmenlerde kullanılan çekiç tipleri Şekil 87'de verilmiştir.



Şekil 87. Çekiç tipleri

Bunlar arasında kalınlığı 4.5-10.0 mm arasında değişen dikdörtgen şeklinde olanlar (a ve b) daha yaygındır. Bunların yapıışları basit, ömürleri

uzundur. Belirli bir çalışma süresi sonunda çekiçlerin uç kısımları ve dönme yönündeki köşeleri aşınır. Bu durumda çekiçler, rotor üzerindeki flanşlara bağlı olduğu noktalardan ters çevrilerek daha uzun süre kullanılabilir. Çekiçlerin uç kısımları daha geniş yapılarak işlenen materyalin belirli bir uzaklığa taşınmasında pnömatik götürücü gibi işlev yaptırılabilir. Uç kısımları çentikli olan çekiçler (c - d) işlemede daha etkindir. Özellikle selüloz içeriği fazla olan materyalleri kolayca işleyebilirler. Şekilde (e) ile gösterilen çekiçler diğer tiplere kıyasla daha ağır olup, kemik unu yapımında, kaya tuzu, briket v.b. materyallerin işlenmesinde kullanılır.

Çekiçli değirmenlerle yapılan işlemede, yalnızca çekiçlerin değil, işleme odası iç yüzeyini oluşturan elek ve onun devamı olan yiv-setli kısmın da önemli etkisi vardır. Elek delik çapı, işleme inceliği ve değirmen kapasitesini belirleyen önemli bir etmendir. Değirmen kapasitesi, lümen faktörü (faydalı delik alanının toplam elek yüzey alanına oranı) büyük olan elekler kullanılarak arttırılabilir Lümen faktörü elek delik çapına bağlı olarak 0.08 - 0.35 arasında değişir.

Elekler 2-3 mm kalınlığında çelik sacdan yapılır. Kalın sacdan yapılan elekler daha dayanıklı ve uzun ömürlü olurlar. Ancak; işlenen materyalin elek deliklerinden geçmesi zorlaşacağından tozlanma ve unlanma oranı artar. Elek delikleri, yuvarlak ya da köşeli olabilir. Uygulamada çapı 3, 4, 6, 8 ve 10 mm olan yuvarlak delikli elekler daha yaygındır. Bazı durumlarda değirmenin işleme kapasitesini arttırmak için eleklerin üzerine 7 x 7 ya da 9 x 9 mm'lik kare kesitli çubuklar yerleştirilir (Şekil 88).



Şekil 88. Materyalin işleme odasındaki hareketi

(1- çekiç, 2- çarpma çubuğu)

Değirmenin etkinliğini arttıran bu çubuklar, işleme odasında çekiçlerle birlikte dönen materyal katmanını eleklerle doğru yönlendirir ve elek deliklerinden geçmeye zorlar. Böylece materyalin parçalanmasını kolaylaştırır. Yapılan bir çalışmada, işleme odası yüzeyine yerleştirilen bu tür çubuklarla değirmenin güç gereksinmesinin %15 azaldığı belirlenmiştir.

Çoğu çekiçli değirmenler pnömatik götürücü ile donatılırlar. Böylece işlenen materyal hava akımının etkisiyle istenilen yere taşınır. Pnömatik olarak taşınan materyalin taşıyıcı akışkan olan havadan ayrılmasında siklon depolarından yararlanılır. Daire kesitli taşıma kanalı ile gelen hava-materyal karışımı büyük çaplı silindirik siklon deposuna teğetsel olarak girer. Bu anda karışımın hızı düşeceğinden materyal yerçekiminin etkisi ile deponun alt kısmına iner. Hava ise, siklon deposunun üstünden dışarı çıkar. Dışarı verilen havanın süzülmesi materyal kaybı ve çalışma ortamındaki tozlanmanın önlenmesi açısından önemlidir. Bu amaçla deponun üst kısmı, havanın geçebileceği gözenekli bir bezle ile kapatılır. Hava, siklon deposunun üst tarafından çıkarken bu bez yardımıyla süzülür.

Üniversal nitelikteki çekiçli değirmenlerin kapasitelerinde çalıştılabilmeleri için;

-Elek ve çekiçler sık sık kontrol edilerek aşınma durumunda değiştirilmesi,

-Öğütülen materyalin kısa sürede elekten geçerek değirmeni terk etmesinin sağlanması ve

-Kapasitesine uygun miktarda sürekli bir materyal akışının sağlanması gerekir.

Ayrıca, işlenen ürün sıcaklığının istenmeyen düzeylere ulaşmasını önleyecek tedbirler alınarak yem kalitesi korunmalıdır (Dmitrewski, 1985; Protz, 1976; Ülger, 1985).

3.1.5. Karıştırma

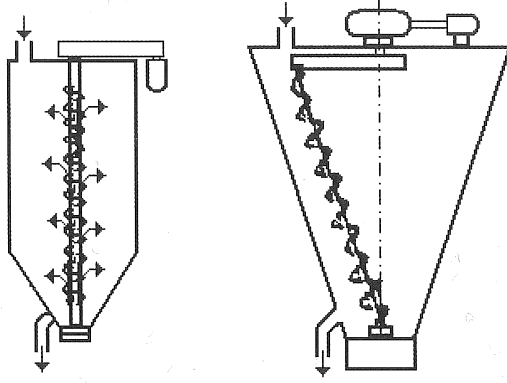
Karma yem üretiminde en önemli işlemlerden birisi olan karıştırma, karmayı oluşturan materyalin en küçük hacimde, önceden belirlenen oranlarda bulunmasını sağlamak için yapılır. Başarılı bir karıştırma ile hayvanın tükettiği her lokma yemde, önceden belirlenen oranlarda tüm vitamin, mineral ve besin maddelerinin bulunması sağlanır.

Karmaya çok küçük oranlarda giren vitamin, antibiyotik, aminoasit v.b. maddelerin karma içerisine tekdüze olarak dağıtılması oldukça güçtür. Bu nedenle bu maddelerin önceden bir ön karışım şekline getirilmeleri gerekir. Hazırlanan ön karışımlarla hacimleri belirli ölçüde arttırılan bu maddeler, esas karmada daha kolay ve çabuk karıştırılabilir. Ön karışımlar, esas karmaya en az %5 oranında katılacak şekilde oluşturulur.

Karıştırma, karmayı oluşturan maddelerin tane büyüklüğü ve dağılımı, şekli, yoğunluğu, sürtünme ve nem çekme özellikleriyle yakından ilişkilidir. Taneleri küçük, yuvarlak şekilli, aynı yoğunluk ve sürtünme özelliğinde olan materyallerin tekdüze karışımı daha kısa sürede gerçekleşir. Karma yem üretiminde tane şekli, yoğunluğu, sürtünme ve nem çekme özelliğinin değiştirilmesi oldukça zor ve ekonomik değildir. Bu nedenle, iyi bir karıştırma için kırma-öğütme düzenlerinin etkin biçimde çalıştırılarak olabildiğince tekdüze ve eşit tane büyüklüğünün elde edilmesi gerekir.

Karıştırma sırasında karmaya katılan yağ ve melas gibi sıvı materyaller, bazı tanecikleri birbirine bağlayarak topaklaşmalara neden olurlar. Bu nedenle bu tür materyallerin akıcı duruma getirildikten sonra, karıştırma işleminin sonlarına doğru ve püskürtülerek karmaya katılması gerekir. Belirtilen güçlüğün önlenmesi için modern yem fabrikalarında bu tür yapışkan sıvı hammaddeler, karıştırma işleminden sonra ayrı bir üniteye karmaya eklenir (Ergöl, 1978).

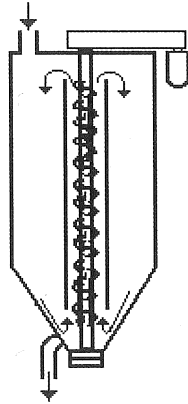
Karma yem üretiminde daha çok mekanik etkili düşey ve yatay karıştırıcılar kullanılmaktadır. Düşey karıştırıcılar, tabanı konik bir silindirden oluşur. Silindirin merkezinde karıştırma işini yapan bir helezon bulunur. Düşey karıştırıcılar, helezonun şekline bağlı olarak serbest ve zorunlu karıştırıcı tipte olabilir. Serbest tip düşey karıştırıcıda helezon açıktır ve elektrik motorundan alınan hareketle kendi eksenini etrafında döner (Şekil 89).



Şekil 89. Serbest tip düşey karıştırıcılar

Depoya doldurulan materyal, dönen helezon kanatlarının etkisiyle aşağıdan yukarı doğru taşınarak karıştırılır. Bazı serbest tip düşey karıştırıcılarda karıştırma helezonu, hem kendi ekseninde hem de depo iç çevresinde dönme hareketi yapar.

Zorunlu tip düşey karıştırıcılarda helezon kapalıdır. Materyal deponun konik olan alt kısmından alınır ve taşıma kanalında yukarı doğru taşınarak üst taraftan dışarı verilir (Şekil 90).



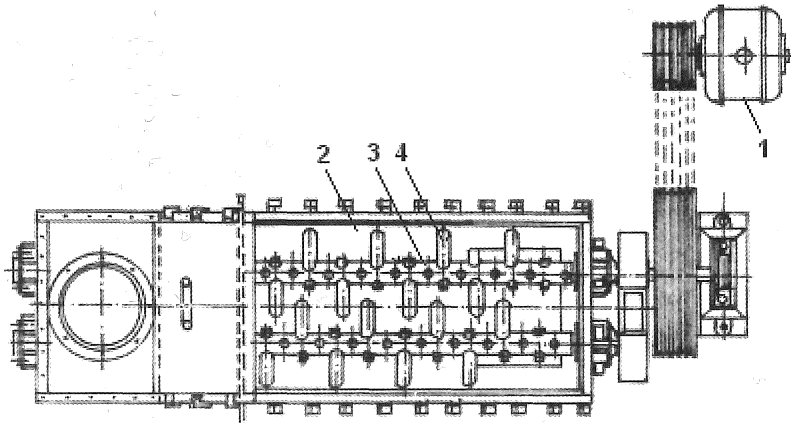
Şekil 90. Zorunlu tip düşey karıştırıcı

Düşey tip karıştırıcılarda materyal karıştırıcıya üstten ya da en alt tarafında bulunan bir açıklıktan doldurulur. Karıştırma işlemi sonunda materyal, konik gövdenin alt tarafındaki bir açıklıktan dışarı alınır. Karıştırma süresi 10-20 dakikadır.

Düşey tip karıştırıcılarla başarılı bir karıştırma işinin yapılabilmesi için karıştırıcı depo çapı ile yüksekliği arasındaki oranın 1/1.5'i geçmemesi ve karıştırıcı deposuna her seferinde yüklenecek materyal miktarının depo hacminin en çok %80'i kadar olması gerekir.

Yatay karıştırıcılar daha büyük kapasiteli olup (0.5-3.0 ton) (U) kesitli bir depo ve içerisinde yatay konumda dönen bir ya da iki adet karıştırıcı elemandan oluşur. Karıştırıcı elemanlar, helezonlu, çoklu spiral şeritli ya da çubuklu tipte olabilir. Spiral şeritli tiplerden iki elemanlı olanlar daha yaygındır. Depo içerisindeki materyal birbirinin tersi yönde dönen elemanların etkisiyle karşılıklı yönlerde taşınarak karıştırma yapılır. Yatay karıştırıcılarda karıştırıcı elemanlar 40-60 d/dak hızda döner ve işlem 3-5 dakikada tamamlanarak alt taraftaki açıklıktan materyal dışarı alınır. Şekil 91'de çubuklu iki elemanlı yatay karıştırıcı verilmiştir.

Bazı yatay karıştırıcılarda, deponun üst tarafında, yağ ve melas gibi sıvı materyallerin verileceği püskürtme memeleri ile ön karışımların katılacağı kapaklı bir açıklık bulunur.



Şekil 91. İki elemanlı yatay karıştırıcı

(1- güç ünitesi, 2- depo, 3- karıştırma elemanı, 4- karıştırıcı parmak)

Karıştırma işleminin yeterliliği, karışımın yer alan tüm maddelerin tekdüze dağıtılma durumuna, diğer deyişle karışımın homojenlik derecesine bağlıdır. Karışımın homojenlik derecesinin belirlenmesinde standart sapma ya da varyasyon katsayısı değerlerinden yararlanılır. Bunun için karma içerisinde yer alan ve basit bir yöntemle karmadaki miktarı tespit edilebilen bir madde (kriter madde) belirlenir. Daha sonra, karmadan uygun sayı ve miktarda örnekler alınır. Bu örneklerin her birinde, bu kriter maddenin miktarı oransal olarak belirlenir ve aşağıdaki eşitliklerle standart sapma ve varyasyon katsayısı değerleri hesaplanır;

$$\sigma = \sqrt{\left(\frac{1}{n-1}\right) \sum_{i=1}^n \left(X_i - \bar{X}\right)^2} \quad C.V = \frac{c}{\bar{X}} 100$$

Eşitliklerde;

c = Standart sapma,

$C.V$ = Varyasyon katsayısı,

n = Analiz yapılan örnek sayısı

X_i = Kriter maddenin örnekteki oransal olarak miktarı ve

$\bar{X}$ = Kriter maddenin analiz yapılan örneklerdeki ortalama oransal miktarıdır.

Karıştırıcılarda kapasite, çalışma tekniği ve boyut ölçülerine bağlı olup aşağıdaki eşitlikle hesaplanır:

$$Q = 60 \frac{M}{t} \quad M = V \cdot \rho_m \cdot \psi \quad t = t_1 + t_2 - t_3$$

Eşitliklerde;

Q = Karıştırıcı kapasitesi (kg/h),

M = Her partide karıştırıcıya doldurulan materyal miktarı (kg),

V = Karıştırıcı depo hacmi (m^3),

ρ_m = Materyalin dökme özgül kütlesi (kg/m^3),

ψ = Karıştırıcı deposunun dolum oranı,

- t = Karıştırma işleminin tamamlanma süresi (dak),
 t_1 = Karıştırıcıya materyalin doldurulma süresi (dak),
 t_2 = Aktif karıştırma süresi (dak) ve
 t_3 = Karıştırıcının boşaltılıp temizlenme süresi (dak)'dir.

3.1.6. Peletleme

Karıştırma işleminden sonra yem karması özel preslerde pelet şekline getirilir. Peletlerin büyüklükleri onu tüketecek hayvana bağlı olup, çapları 2-20 mm, uzunlukları 4-6 mm arasında değişir. Karma yem üretiminde peletleme işleminin getirdiği avantajlar aşağıdaki gibi sıralanabilir;

-Tozlanma ve bunun sonucu meydana gelebilecek yem kayıpları(taşıma, yemliklere doldurma ve tüketilmeleri sırasında) en alt düzeye iner,

-Karmayı oluşturan yem maddeleri birbirine bağlandığı için lezzetli olmayan maddelerin hayvanlar tarafından seçilmeleri önlenir. Dolayısıyla hayvanlar arasında dengeli beslenme sağlanır,

-Pelet yemler daha yoğun yapıda olduğu için hayvanlar birim hacimde daha fazla besin maddesi alabilirler,

-Toz yemlere kıyasla daha lezzetli ve sindirimi kolaydır,

-Pelet yemler toz yemlere kıyasla daha akıcıdır. Bu nedenle otomatik yemliklerde köprü yaparak tıkanmalara neden olmazlar,

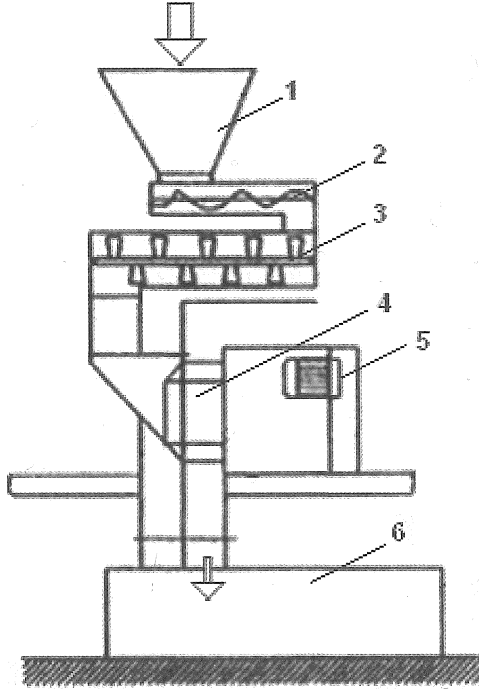
-Mikroorganizma aktivitesi için uygun olmayan bir ortam yaratıldığı için depolanma süresi toz yemlere kıyasla daha uzundur.

Sayılan bu yararlarına karşın peletleme, yemin maliyetini arttıran, uygulanan basınç ve ısı etkisiyle yemdeki bazı vitamin ve katkı maddeleri üzerinde olumsuz etki yaratan bir işlem olarak da bilinmektedir.

Peletleme işlemi özel preslerde yapılır. Peletleme presleri, delikli bir silindir, silindirin içerisinde materyali delikli silindirin çeperlerine doğru bastıran basınç merdaneleri ve besleme helezonundan oluşur (Şekil 92).

Delikli silindir, elektrik motorundan aldığı hareketle kendi ekseninde döner. Delikli silindirin iç tarafındaki basınç merdaneleri ise, materyalle olan sürtünme etkisine bağlı olarak dönü hareketi yaparlar.

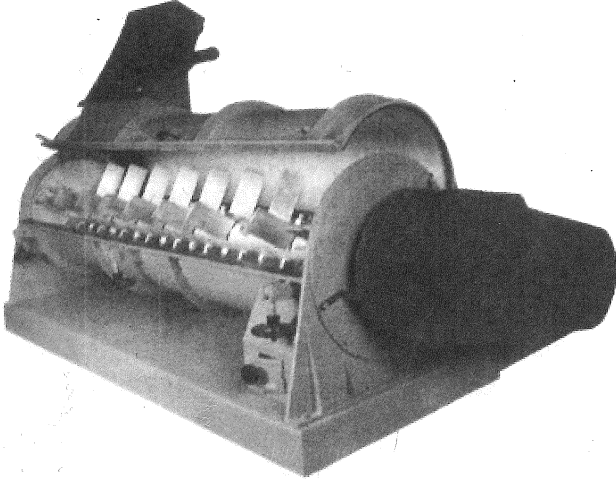
Karıştırma işleminden sonra toz yem besleme helezonu ile delikli silindirin içerisine dökülür. Silindirin iç tarafında yer alan basınç merdaneleri ile bu toz yem silindir deliklerinden geçmeye zorlanır. Çıkış tarafında belirli aralıklarla yerleştirilen bıçaklar, deliklerden silindir dışına çıkan matelyali uygun uzunlukta keserek pelet yem elde edilir. Karma yemler buhar yardımıyla sıcak olarak ya da yağ veya melas gibi bağlayıcılar kullanılarak soğuk olarak preslenir.



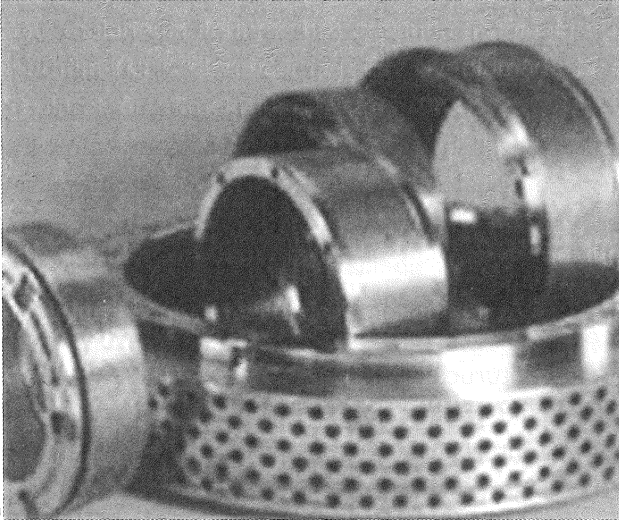
Şekil 92. Peletleme düzeni

(1- depo, 2- besleme düzeni, 3- bağlayıcı ekleme düzeni, 4- peletleme silindiri, 5- güç ünitesi, 6- soğutucu)

Bağlayıcı ekleme düzeni Şekil 93'de, delikli peletleme silindirleri ise Şekil 94'de verilmiştir.



Şekil 93. Bağlayıcı ekleme düzeni



Şekil 94. Peletleme silindirleri

Sıcak preslemede materyal üzerine düşük basınçta (5 atm.) buhar (140-160°C) püskürtülür. Sıcak preslemede karmaya verilecek nem miktarı %5-6'yı geçmemelidir. Aksi durumda depolama güçlükleri ortaya çıkar.

Elde edilen pelet yemler tavlama ve soğutma kulelerine gönderilir. Soğutulduktan sonra elenerek ince kısımlar tekrar peletleme düzenine gönderilir. Diğer kısımlar ise ambalajlanır.

Pelet yem yapımında dikkat edilecek hususlar şöyle sıralanabilir:

-Peletleme sırasında uygulanan basınç etkisiyle yemin sıcaklığı artar. Bu artışın yemin yapısında olumsuz etki yaratmayacak düzeyde (65 °C'nin altında) tutulması gerekir,

-Pelet yemlerin sertliği iyi ayarlanmalıdır. Çok sert ya da hemen dağılacak şekilde yumuşak olmamalıdır,

-Eşit ve düzgün şekilli peletlerin elde edilebilmesi için sistemin temizlik ve bakımına özen gösterilmelidir (Ergül, 1978; Ülger,1985).

3.1.7. Ulaştırma

Karma yem üretiminde işletmeye gelen hammaddelerin depolara doldurulmasından başlamak üzere, üretilen karma yemlerin taşıma araçlarına yüklenmesine kadar olan aralıkta çeşitli amaçlarla materyal bir yerden diğer bir yere taşınır. Yem fabrikalarında bu amaçla değişik tip taşıma düzenleri kullanılmaktadır. Bunlar arasında bantlı, kovalı, helezonlu ve pnömatik götürücüler daha yaygın uygulama alanı bulmuştur. Ulaştırma düzenlerinin seçiminde, işe uygunluk, kapasite, güç gereksinmesi ve bakım-bakım kolaylığı göz önünde bulundurulması gereken kriterlerden bazılarıdır.

Ulaştırma düzenleri genel anlamda aşağıdaki şekilde gruplandırılır;

1.Mekanik Götürücüler

- a-Bantlı götürücüler,
- b-Helezonlu götürücüler,
- c-Kovalı götürücüler,
- d-Zincirli götürücüler,
- e-Sarsaklı götürücüler.

2.Pnömatik Götürücüler

- a-Asprasyonlu tip,
- b-Vantilasyonlu tip,
- c-Kombine tip.

Karma yem fabrikalarında mekanik götürücülerden zincirli ve sarsaklı tipler fazla yaygın değildir. Bu nedenle, buradaki açıklamalarda bunlara yer verilmemiştir.

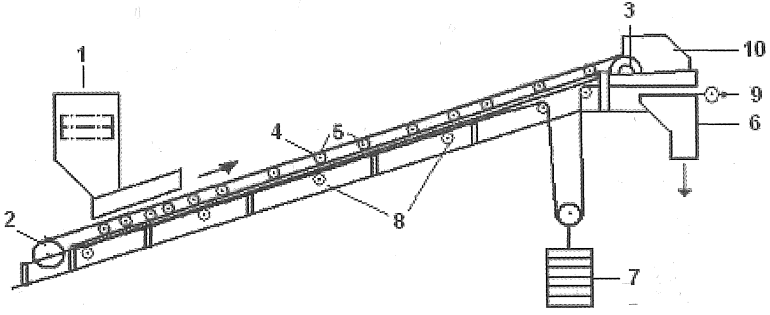
A-Bantlı götürücüler: Farklı özelliklerdeki pek çok materyalin taşınmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Diğer tip götürücülere kıyasla bazı üstünlükleri vardır. Bunlar aşağıdaki sıralanabilir:

- Dökme ve paketlenmiş materyallerin taşınmasına uygundur,
- Yapıları basit, tamir-bakım ve yedek parça giderleri azdır,
- Güç gereksinmesi ve enerji tüketim değerleri düşüktür,
- Birim taşıma kapasitesi başına ağırlıkları azdır,
- Çalışmaları sessiz olup, taşıma etkinlikleri diğer götürücülere kıyasla yüksektir.

Bantlı götürücüler sayılan bu olumlu özelliklerine karşın, materyali yatay ya da sınırlı açılarda eğimli olarak taşıyabilmeleri (bant üzerinde materyalin geriye doğru kaymasını önleyecek tedbirler alındığında yatayla 65°'lik açılarda eğimli olarak çalıştırılabilir), yüksek sıcaklıktan bantın zarar görmesi, önemli yapısal organların (silindir ve makaralar) dış etkilere karşı korunmasız olması bantlı götürücüler için olumsuz özelliklerdir.

Bantlı götürücüler durağan ve taşınabilir olarak yapılırlar. Taşınabilir tipler daha küçük olup, uzunlukları 5-15 m arasında değişir.

Bantlı götürücüler yapısal olarak, metal bir şasiye bağlı biri hareket diğeri kuyruk olmak üzere iki adet silindir arasına gerdirilmiş sonsuz bant, taşıyıcı makaralar, dönüş makaraları, bant germe düzeni, yükleme düzeni, boşaltma düzeni, temizleme düzeni ve güç ünitesinden oluşur (Şekil 95).



Şekil 95. Bantlı götürücü

- (1- yükleme düzeni, 2- kuyruk silindiri, 3- hareket silindiri, 4- bant,
 (2- 5- taşıyıcı makaralar, 6- boşaltma düzeni, 7- gerdirme düzeni,
 (3- 8- dönüş makaraları, 9- temizleme düzeni, 10- güç ünitesi)

Materyalin taşındığı bant, kauçuk olup orta kısmında, bant üzerine gelen çekme kuvvetlerini karşılayarak yük taşıma kapasitesini arttırmak için bir karkas bulunur. Karkas, pamuk ve sentetik örme malzeme ya da çelik kort ve çelik sac şeklinde olabilir. Bandın üst yüzeyinde bulunan ve kalınlığı 0.8-12.0 mm arasında değişen tabaka, yüksek nitelikli kauçuktan yapılır. Bu tabaka, taşınan materyalin oluşturacağı darbe etkilerine karşı bandı korur. Karkasın alt tarafındaki lastik tabaka daha incedir (1.5-2.0 mm). Yük taşıma sırasında taşıma makaraları nedeniyle banda galen darbe yüklerden bandın ezilmesini önler ve hareket silindirini oluşturduğu çekme kuvvetinin banda iletilmesini sağlar.

Karkastaki tabaka sayısı en az iki olup, bant genişliğine bağlı olarak artar. Oluklu konumda çalıştırılacak bantlarda, karkastaki doku sayısı istenildiği kadar arttırılamaz. Bandın çekme kuvvetlerine karşı dayanımını arttırmak için çelik kortlu ve çelik saclı karkaslar kullanılır. Çelik kortlu bantlar, normal doku karkaslılardan daha pahalıdır. Ancak, uzun bantlı götürücülerde ekonomik olarak kullanılmaktadır. Çelik sac karkaslı bantlarda, sac kalınlığı 0.5-0.6 mm, üst kaplama kalınlığı 3-10 mm arasında değişir. Alt kaplama ise 2 mm kalınlığındadır.

Taşıma ve dönüş makaralarına avara makaralar adı verilir. Üzerinde materyalin taşındığı makaralara taşıma, alt taraftaki boş bant taşıyıcıla-

ra ise dönüş makaraları adı verilir. Dönüş makaraları genellikle tek ve düzdür. Taşıyıcı makaralar, bandın taşıma kapasitesini artırmak için oluklaştırılmasına olanak sağlayacak biçimde 2, 3 veya çoklu düzenlenebilirler.

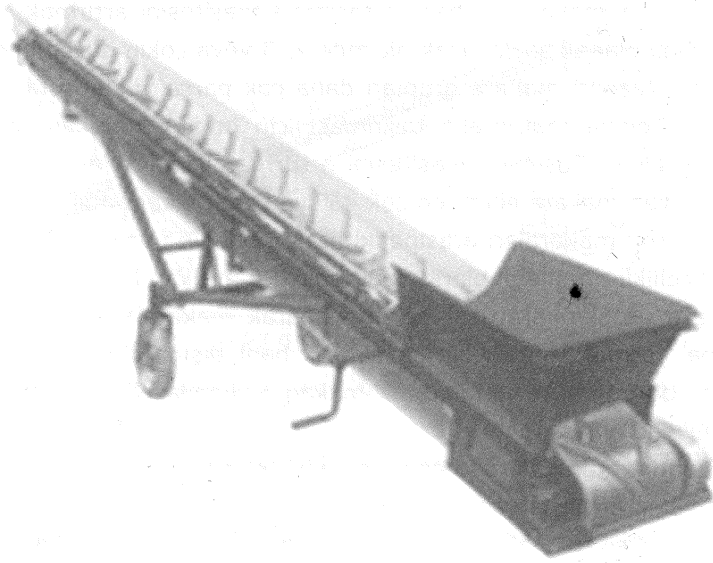
Düz taşıyıcı makara grupları daha çok parça yüklerin taşınmasına uygundur. Dökme materyalin taşınması için bant ve makara grubu bir kanal içine alınır. Taşıma kapasitesini arttırmak için yapılan çoklu düzenlemelerde, yan makara eğimi en çok 45°'ye kadar çıkartılabilir.

Taşıma makaraları arasındaki aralık, bandın yapısı ve taşınan materyalin özelliklerine bağlı olarak belirlenir. Bu aralığın büyük olması, bandın makara grupları arasında sehim yaparak makaralara darbe yüklerin gelmesine, taşınan materyalin sıçrayarak bant dışına dökülmesine neden olur. Ters durumda, fazla miktarda makara kullanılacağı için götürücünün yapım maliyeti artar.

Bantlı götürücülerde bandın sarıldığı silindirlerin çapı ile bant ömrü arasında yakın bir ilişki vardır. Silindirlerin çapı küçüldükçe bant daha çok eğilir ve dolayısıyla bant ömrü kısalır. Pamuk, naylon v.b." doku karkaslı bantlarda yaklaşık bir değer olarak hareket silindirinin çapının belirlenmesinde ilişkisinden, kuyruk silindirinin çapının belirlenmesinde ise $[D = (100 - 125)Z]$ ilişkisinden yararlanılabilir.

Bant germe düzeni, banttaki çekme kuvvetinin en az olduğu yerde bulunur. Dört önemli işleve sahiptir. Bunlar;

- Bandın hareket silindirinde kayma yapmaması için gerekli gergi kuvvetini oluşturmak,
- Yükleme bölgesinde bandın oluklaşmasının bozulmaması ve bandın makaralar arasında gereğinden fazla sehim yapmaması için minimum bant kuvvetini temin etmek,
- Banda zamanla oluşabilecek uzama ve kısaltmaları karşılamak,
- Kopma durumunda bandın tamirini kolaylaştırmaktır.



Şekil 96. Taşınabilir bantlı götürücü

Bant germe düzenleri vidalı ve otomatik olmak üzere iki tip olabilir. Vidalı germe düzenleri küçük tip bantlı götürücülerde kullanılır. Kuyruk silindiri vidalı bir ayar düzeni ile donatılarak çatıya bağlanır. Silindir yatakları kızak üzerine oturtulur. Vidalı ayar düzeni ile silindir, kızak üzerinde ileri-geri hareket ettirilir. Böylece bant gerginliği ayarlanır. Boyları 60 m'den daha uzun götürücülerde otomatik germe düzenleri kullanılır. Otomatik gerdirme düzenlerinin ağırlıklı, hidrolik, pnömomatik ve elektrikli tipleri vardır. En basit ve yaygın kullanılanı ağırlıklı tiptir. Hareket silindirinin yanına ve bandın gevşek tarafına yerleştirilir (Aşık, 1988; Dmitrewski, 1982; Tunalıgil, 1974; Tunalıgil ve Ark., 1935).

Bantlı götürücülerin taşıma kapasiteleri, taşınan malzemenin dökme ya da ambalajlı olmasına bağlı olarak değişir.

Bu amaçla dökme yüklerin sürekli olarak taşınmasında;

$$Q_m = 3600.F.v.\rho_m$$

Eşit aralıklarda yerleştirilmiş parça yüklerin (Çuval, paket, sandık v.b.) taşınmasında ise;

$$Q_m = 3.6 \frac{M}{a} v$$

eşitliklerinden yararlanılabilir.

Eşitliklerde;

Q_m = Taşıma kapasitesi (t/h),

F = Taşınan materyal yığınının enine kesit alanı (m²),

v = Materyalin taşınma hızı (bant hızı) (m/s),

ρ_m = Materyalin dökme özgül kütlesi (t/m³),

M = Taşınan eşit ağırlıktaki parça yüklerin her birisinin kütlesi (kg),

a = Bant üzerine yerleştirilen parça yükler arası uzaklık (m)'dir.

Tarımda kullanılan düşük kapasiteli bantlı götürücülerde hareket silindirini döndürmek için gerekli kuvvet (Toplam direnç kuvveti) ve bu amaçla kullanılacak motorun gücü yaklaşık bir değerde olmak üzere eşitliklerle bulunabilir;

$$P = \sum R = c.\mu.l(q + q_m) \pm g.h$$

$$N = \frac{P.v}{1000.\eta}$$

Eşitliklerde;

P = Hareket silindirini hareket ettirmek için gereksinilen kuvvet (N),

N = Hareket silindirinde gereksinilen motor gücü (kW),

c = Bant uzunluğuna bağlı katsayısı (Çizelge 1)

l = Götürücü uzunluğu (m),

q = Bandın birim uzunluğuna düşen bant ve üzerindeki yapısal organlarının ağırlığı (N/m),

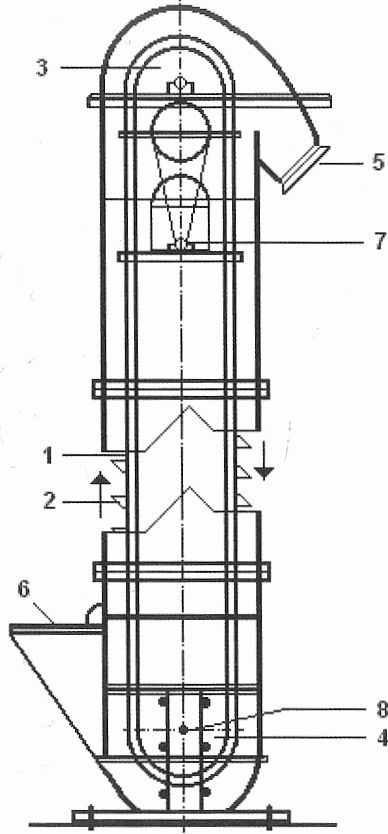
- q_m = Taşınan materyalin birim bant uzunluğuna düşen ağırlığı (N/m),
- μ = Götürücü için sürtünme direnç katsayısı (bakımlı götürücülerde $\mu = 0.01-0.022$; bakımı iyi olmayan götürücülerde $\mu = 0.022-0.024$ olarak alınır),
- h = Materyalin taşınma (Kaldırılma) yüksekliği (m),
- v = Bant hızı (m/s),
- η = Motordan alınan hareketin hareket silindirine ulaştırılmasında kullanılan hareket iletim sisteminin verim (0.90-0.95)'dir.

Çizelge 1. Götürücü Uzunluğuna Bağlı Olarak (c) Katsayıları

Götürücü uzunluğu (m)	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25
c	9.0	7.6	6.6	5.9	5.1	4.5	4.1	3.6	3.2	2.9

B-Kovalı Götürücüler: Kum, çimento, hububat, un v.b. dökme materyalin düşey ya da düşeye yakın açılarda (70° ve daha büyük) taşınmasında kullanılırlar. Az yer kaplaması, materyali 50 m'ye kadarki yüksekliklere taşıyabilmesi, bantlı götürücülere kıyasla daha kısa taşıma aralığında materyali aynı yüksekliğe taşıyabilmesi, materyal kapalı bir kanalda taşındığı için tozlanma probleminin olmaması ve farkı istekleri karşılayabilecek kapasitelerde (5-60 m³/h) yapılabilmeleri kovalı götürücülerin avantajlarından bazılarıdır. Aşırı ve düzensiz yüklemelere karşı duyarlı olması her türlü materyalin taşınmasına uygun olmaması kovalı götürücülerin dezavantajlı yönlerini oluşturur.

Genel anlamda kovalı bir götürücü; bir çekme elemanı, buna belirli aralıklarda bağlanmış kovalar, çekme elemanın sarıldığı hareket ve kuyruk silindirleri, besleme açıklığı, boşaltma açıklığı ve germe düzeni ile güç ünitelerinden oluşur. Çekme elemanı ve silindirler saçtan yapılmış bir kanal içerisinde çalışır (Şekil 97).

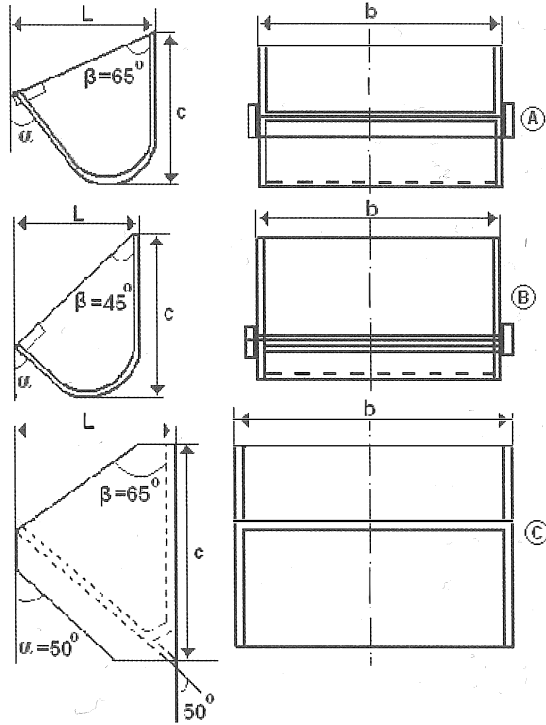


Şekil 97. Kovalı götürücü

(1- bant, 2- kova, 3- hareket silindiri, 4- kuyruk silindiri, 5- boşaltma açıklığı, 6- besleme açıklığı, 7- güç ünitesi, 8- germe düzeni)

Kovalı götürücülerde çekme elemanı zincir ya da bant olabilir. Kovalar çekme elemanı üzerine belirli aralıklarda ya da sürekli biçimde bağlanır. Götürücünün alt tarafından küreme ya da doğrudan besleme yöntemiyle kovalara doldurulan materyal, istenilen yere kadar yükseltildikten sonra santrifüj etkili, ağırlık etkili ya da yönlendirilmiş ağırlık etkili yöntemlerden birisi ile boşaltılır.

Kovalı götürücülerde sıg, derin ve V tipi olmak üzere üç farklı tipte kova kullanılır (Şekil 98).



Şekil 98. Kova tipleri

(A- derin tip, B- sığ tip, C- v tipi)

Derin tip olarak bilinen birinci tip kovalar kuru ve akıcılığı yüksek olan dökme materyallerin taşınmasında kullanılır. Kovaların ön ağız 65° 'lik bir açıda kesiktir. Genişlikleri 135-450 mm, yükseklikleri 100-240 mm ve kapasiteleri $0.75-14.5 \text{ dm}^3$ arasında değişir. İkinci tip kovalar (sığ tip) nemli, sıkışabilir ve daha az akıcı olan materyallerin taşınmasına uygundur. Kova ağız 45° 'lik bir açıda kesiktir. Bu nedenle daha sığdır. Genişlikleri 160-450 mm, yükseklikleri 100-285 mm ve kapasiteleri $0.65-15 \text{ dm}^3$ arasında değişir. Derin ve sığ tip kovaların tabanları, materyalin boşaltılmasını kolaylaştırmak için kavisli olarak yapılır. Kovalar çekme elemanı üzerine 300, 400, 500 ve 600 mm'lik aralıklarda sıralanır. V tipi kovalar yalnızca sürekli boşaltmalı götürücülerle ağır ve aşındırıcı materyallerin taşınmasında kullanılır. Genişlikleri 160...900 mm, yükseklikleri 155-620

mm ve kapasiteleri 1.5-130 dm³ arasında değişir. Çekme elemanı üzerine 160, 200, 250, 320, 400, 500 mm'lik aralıklarda sıralanır. Genelde kovalar 2-6 mm'lik saçtan yapılır. Kova hızı, bandlı çekme elemanlı götürücülerde 0.8-2.5 m/s, zincir çekme elemanlı götürücülerde ise 0.4-1.3 m/s arasında değişir.

Kovalı götürücülerde diğer bir yapısal organ gerdirme düzenidir. Bu düzen çekme elemanına başlangıç gerginliğini vererek, çalışma sırasında yük altında meydana gelebilecek uzamaları dengeler. Gerdirme düzeni alt silindir ya da zincir dişlisi mili üzerinde bulunur. Vidalı, yaylı-vidalı ve karşı ağırlıklı tipte olabilir. Yaygın olanı vidalı ve yayı-vidalı tiplerdir.

Kovalı götürücülerde taşıma kapasitesi ve götürücüyü çalıştırmak için gerekli güç değerleri aşağıdaki eşitliklerle hesaplanabilir (Dmitrewski, 1982; Tunalıgil ve Ark., 1985; Ülger, 1985; Spivakovsky ve Ark., 1984);

$$Q = 3600 \frac{v \cdot V \cdot \rho_m \cdot \psi}{a}$$

$$N = 3.6 \frac{Q \cdot H}{102}$$

Eşitliklerde;

Q = Kovalı götürücünün taşıma kapasitesi (t/h),

N = Kovalı götürücünün hareket silindirinde gereksinilen motor gücü (kW),

v = Kova (bant) hızı (m/s),

ρ_m = Materyalin dökme özgül kütlesi (t/m³),

ψ = Kovalar için dolum oranı,

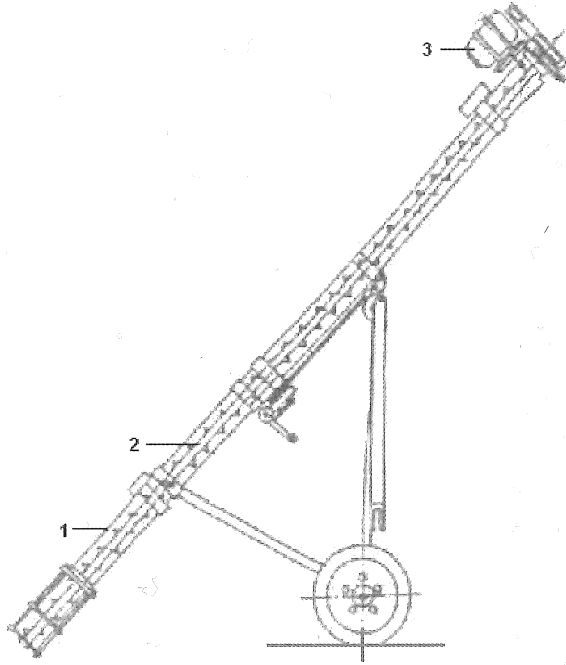
V = Her bir kovanın hacmi (m³),

H = Materyalin taşınma yüksekliği (m) ve

a = Kovalar arası uzaklık (m) olup, (derin ve sıg kovalarda

$[a = (2.5 - 3.0)h]$, sürekli V tipi kovalarda $[a = h]$ alınır).

C-Helezon götürücüler: Açık ya da kapalı daire kesitli bir taşıma kanalı, bu kanal içerisinde dönen bir mile bağlı geniş adımli helezon (sonsuz vida) ile bu mile hareket veren güç ünitesinden oluşur (Şekil 99).



Şekil 98. Taşınabilir tip helezon götürücü

(1- taşıma kanalı, 2- helezon, 3- güç ünitesi)

Taşıma kanalı içerisindeki materyal, helezon kanatlarının etkisiyle hareketlendirilir. Materyal, kendi ağırlığı ve kanal iç yüzeyi ile olan sürtünmesi nedeniyle helezonla birlikte dönmeyiz. Böylece helezon kanatlarının aksel yöndeki itme etkisiyle kanal içerisinde taşınır. Dik çalışan helezon götürücülerle materyalin taşınabilmesi için, helezon kanatlarının yarattığı santrifüj etki ile materyalin taşıma kanalının iç yüzeyine bastırılması ve yeterli bir sürtünme kuvvetinin oluşturulması gerekir. Bu nedenle, dik çalışan götürücülerde helezon mili yeterli santrifüj etkiyi yaratabilmek için daha büyük açısal hızlarda döndürülür.

Aşındırıcı olmayan dökme materyalin (un, yem kırmaları, hububat, toz v.b.) yatay, belirli açılarda eğimli ya da düşey konumlarda taşınmasında kullanılır. Ayrıca saman, kıyılmış ot, silaj v.b. gevşek materyallerin yatay olarak taşınmasında da kullanılmaktadır. Taşınabilir ve durağan çalışan

tipleri vardır. Daha çok orta ve düşük kapasitelerde (en fazla 300 m³/h) ve 3-50 m uzaklığa materyal taşımak için kullanılırlar.

Diğer tip götürücülere kıyasla olan üstünlükleri aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Yapıları basit, kompakt ve sağlamdır,
- Tamir-bakım ve çalıştırılması kolaydır,
- Materyal kapalı bir kanalda taşındığı için tozlu, sıcak ve kokulu materyalin taşınmasına uygundur,
- Daha küçük hacim kaplarlar. Bu nedenle, dar alanlarda taşıma yapmaya uygundur.

Helezon götürücülerin sayılan bu üstünlükleri yanında, kullanılmalarını sınırlayan bazı olumsuz özellikleri de bulunmaktadır. Bunlardan bazıları;

-Aynı taşıma kapasitesinde enerji tüketimleri diğer tip götürücülere kıyasla fazla olması,

-Taşınan materyalde kırılma ve ezilme gibi helezon zararlarının meydana gelmesi,

-Aşındırıcı ve yapışkan materyallerin taşınmasına uygun olmamasıdır.

Götürücü helezonu, tek etkili (materyali sağa ya da sola doğru taşıyan) ve çift etkili (materyali ortadan alarak sağ ve sola ya da her iki baştan ortaya doğru taşıyan) olabilir. Taşınacak materyalin özelliğine bağlı olarak kullanılan helezon tipleri üç grupta toplanır. Bunlar;

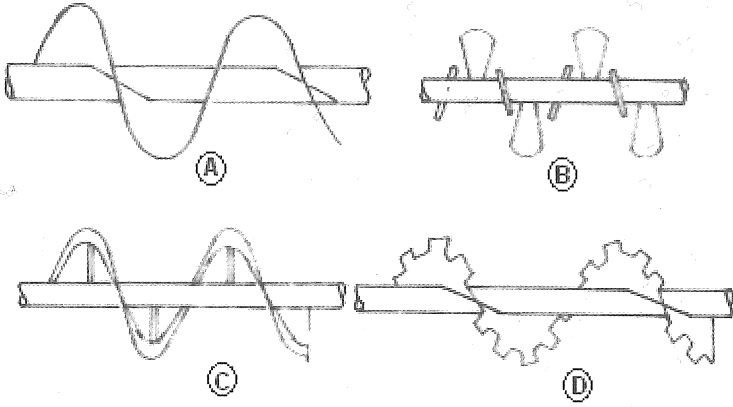
a-Dolu, sürekli helezon,

b-Kordela helezon,

c-Kanatlı helezon,

-Pala kanatlı helezon,

-Kesik kanatlı helezondur (Şekil 100).



Şekil 100. Helezon tipleri

(A-sürekli helezon, B- kordela helezon, C- pala kanatlı helezon, D- kesik kanatlı helezon)

Sıkıştırılmayan kuru taneli materyallerin taşınmasında kısa adımlı sürekli helezon, kaba parçalı ve az da olsa yapışma özelliği olan materyallerin taşınmasında kordela helezon, sıkıştırılabilir ve yapışkan materyallerin taşınmasında ise kanatlı helezon kullanılır.

Helezon mili dolu ya da içi boş borudan yapılır. Uzun tip götürücülerde helezon mili 2-4 m uzunluğunda parçalar şeklinde yapılır. Helezon mili iki uçtan taşıma kanalına yataklanır. Eğimli ya da dik çalışacak götürücülerde bu yataklar aksenal yükleri karşılayacak özellikte seçilir. Boyu 5 m'den büyük olan götürücülerde milin sehim yaparak taşıma kanalına sürtünmesini önlemek için helezon mili 2.5-3.0 m aralıklarda (T) şeklindeki askılarla taşıma kanalına yataklanır. Sürekli dolu ve kesik kanatlı helezonlar mile kaynakla, kanatlı tiplerde ise her bir kanat mile kaynakla ya da cıvatarla bağlanır.

Taşıma kanalı 3-8 mm kalınlığındaki sacdan yapılır. Boyutları helezon çapı ve taşınacak materyalin özelliklerine göre değişir. Taşıma kanalının çapı helezon çapından biraz daha büyüktür (5-10 mm). Bu değer helezon çapı arttıkça artar.

Helezon götürücülerde güç kaynağı olarak elektrik ve termik motorlar kullanılır. Elektrik enerjisi bulunan yerlerde elektrik motoru tercih

edilir. Götürücü üzerinde boşaltma ucuna yakın bir noktaya yerleştirilen elektrik motorundan hareket, uygun bir hız değıştirci ile helezon miline iletilir.

Helezon götürücülerde taşıma kapasitesi helezon çapı (D), helezon-vida adımı (S), dolum oranı (ψ) ve helezonun açisal hızına (a) bağılıdır.

Yatay çalışan sürekli dolu helezonlu bir götürücünün taşıma kapasitesi;

$$Q_m = 450 \left[(D + 2\lambda)^2 - d^2 \right] S \cdot \omega \cdot \psi \cdot \rho_m$$

Yatayla (a) açısı yapacak şekilde eğimli olarak taşıma yapan sürekli dolu helezon götürücünün kapasitesi ise aşağıdaki eşitlikle bulunur;

$$Q_m = 450 \left[(D + 2\lambda)^2 - d^2 \right] S \cdot \omega \cdot \psi \cdot \rho_m \cdot k$$

Eşitliklerde;

Q_m = Helezon götürücünün taşıma kapasitesi (t/h),

D = Helezonun dış çapı (m),

d = Helezonun mil çapı (m),

S = Helezon-vida adımı (m),

λ = Helezonun en dış noktası ile taşıma kanalı iç yüzeyi arası uzaklık (m),

a = Helezonun açisal hızı (rad/s)

ψ = Helezon dolum oranı,

k = Düzeltme katsayısıdır.

Düzeltme katsayısı (k) katsayısı helezon götürücünün yatayla yaptığı (a) açısına bağılı olarak taşıma kapasitesinde meydana gelebilecek azalmayı dikkate alan bir katsayı olup, Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Eğim Açısına Bağlı Olarak (k) Değerleri
(Dmitrewski, 1982).

Eğim açısı(°)	0	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90
(k)	1.00	0.97	0.94	0.92	0.88	0.82	0.76	0.70	0.64	0.58	0.52	0.46

Helezon götürücünün çalıştırılması için gereksinme duyulan güç aşağıdaki bileşenlerden oluşur. Bunlar;

-Taşınan materyal ile taşıma kanalı arasındaki sürtünme direncini yenmek için gereksinilen güç,

-Taşınan materyal ile helezon yüzeyi arasındaki sürtünme direncini yenmek için gerekli güç,

-Ana ve ara yataklardaki sürtünme dirençlerini yenmek için gerekli güç,

-Taşıma kanalının iç yüzeyine yapışan materyalin oluşturduğu ek dirençleri yenmek için gerekli güç.

Sayılan her bir bileşenin ayrı ayrı hesaplanması oldukça zordur. Bu nedenle tarımda kullanılan küçük tip helezon götürücüler için helezon milinde gerek duyulan gücün yaklaşık bir değerinde hesaplanmasında aşağıdaki eşitlikten yararlanılabileceği bildirilmektedir (Dmitrewski, 1982; Spivakovsky ve Ark., 1984).

$$N = \frac{Q_o \cdot \gamma_m \cdot L}{3.6 \cdot 10^6} (W_o \pm \sin \alpha)$$

Eşitlikte;

N = Helezonu çalıştırmak için gerek duyulan güç (kW),

L = Götürücünün uzunluğu (m),

α = Götürücünün yatayla yaptığı açı (°),

W_o = Toplam direnç katsayısı (Çizelge 3),

γ_m = Materyalin dökme hacim ağırlığı (N/m³) ve

Q_o = Götürücünün hacimsel taşıma kapasitesi (m³/h)'dir.

Materyalin yukarı doğru taşınması durumunda eşitlikte yer alan $(\sin \alpha)$ 'nın değeri (+), aşağı doğru taşınması durumunda ise (-) olarak alınır.

Cizelge 3. Bazı Materyaller İçin Toplam Direnç Katsayıları (Dmitrewski, 1982).

Materyal	Toplam direnç katsayısı (W_o)
Mısır, soya, hububat v.b. aşındırıcı olmayan taneli ürünler ve bunların öğütülmüş şekilleri	1.15-1.20
Temizlenmemiş (topraklı) yumru bitkiler (soğan, patates v.b.)	1.5-1.70
Mineral gübreler	1.70-2.50
Aşındırıcı olmayan toz materyaller	1.20-1.50
Öğütülmüş kaya tuzu, briket kömürü gibi az aşındırıcı materyaller	2.50

C-Pnömatik götürücüler: Genel anlamda aşındırıcı ve yapışkan olmayan toz, granül ve küçük taneli dökme materyallerin düşük hızlarda taşınmasına uygundur. Materyal, daire kesitli kanal içerisinde akan havanın dinamik basıncı yardımıyla hareket ettirilerek süspansiyon şeklinde taşınır.

Tarımda buğday, arpa, yulaf, mısır, soya v.b. taneli ürünler ile kıyılarak akıcı duruma getirilmiş ot, saman, kepek, pancar posası v.b. materyallerin taşınmasında kullanılır.

Taşıma kanalının çeperlerine yapışarak tıkanmalara neden olan nemli ve yapışkan materyallerin taşınmasına uygun değildir.

Taşıma sırasında materyal, taşıma kanalı çeperlerine çarparak zedelenebilir. Zedelenme, kanalın kıvrımlı ve köşeli bölgelerde önemli boyutlara ulaşabilir. Zedelenme, tarım ürünlerinde niteliğin düşmesine, çimlenme gücünün azalmasına ve emniyetle depolama süresinin kılmasına neden olur. Bu nedenle, zedelenmeye karşı duyarlı olan ürünlerin taşınmasına uygun değildir. Özellikle tohumluk olarak kullanılacak ya da bir yıldan daha uzun süre depolarda bekletilecek olan soya, mısır, hububat v.b. ürünlerin pnömatik sistemlerle taşınması önerilmez. Tane çapı 10 μ m'den küçük

olan materyallerin havadan ayrılması oldukça zordur. Bu nedenle, pnömatik sistemlerle taşınacak materyallerde tane çapının 10 µm'den büyük olması gerekir.

Pnömatik götürücülerin mekanik tip götürücülere kıyasla olan üstünlükleri aşağıdaki gibi sıralanabilir;

-Taşıma kapasitesi ve taşıma uzaklığı mekanik götürücülere kıyasla daha fazladır (en yüksek değerler olarak, taşıma kapasitesi 300 t/h, taşıma uzaklığı 2 000 m'dir),

-Materyal kapalı kanallarda taşındığı için tozlanma nedeniyle çevre kirliliği olmaz,

-Taşıma kanalı istenilen doğrultuda bükülerek farklı noktalara materyal taşınabilir,

-Bazı küçük değişikliklerle taşıma kapasitesi ve taşıma uzaklıkları belirli sınırlar içerisinde değiştirilebilir,

-Hareketli parçaların az olması nedeniyle daha az işletme personeline gereksinme duyulur,

-Satınalma bedelleri düşük, tamir-bakım giderleri azdır,

-Taşıma işlemi bittikten sonra kısa bir süre boşa çalıştırılarak sistem, başka bir materyalin taşınmasına hazır duruma getirilebilir. Diğer deyişle sökülerek temizlenmesine gerek yoktur,

-Otomasyona uygun olup, uzaktan kumanda ile çalıştırılabilirler.

Pnömatik götürücülerin yukarıda sayılan üstünlükleri yanında kullanımlarını sınırlayan bazı sakıncalı özellikleri de vardır. Bunlar aşağıdaki gibi özetlenebilir;

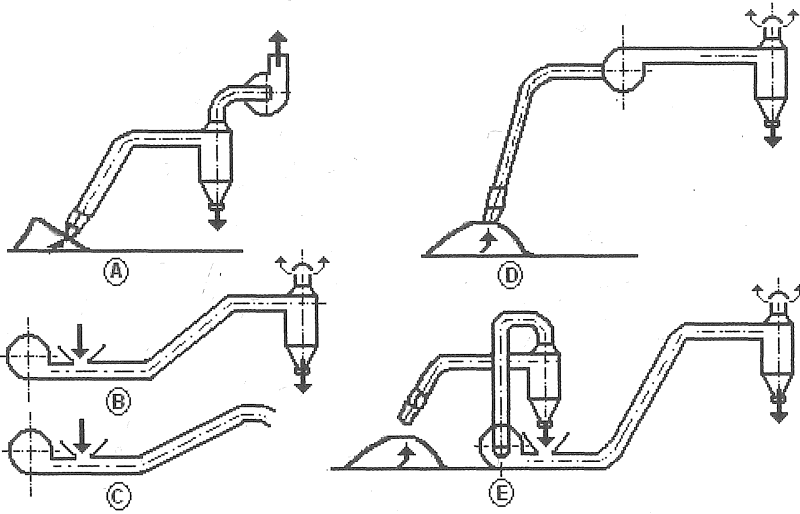
-Güç gereksinmesi ve enerji tüketimleri fazladır,

-Yapışkan ve mekanik zedelenmelere karşı duyarlı olan materyallerin (tohumluk v.b.) taşınmasına uygun değildir,

-Taşınan materyalin özelliğine bağlı olarak taşıma kanalı (özellikle dirsek ve kıvrımlı bölgeler) kısa sürede aşınır. Bu durumda tamir-bakım giderleri hızla artar,

-Çalışma sırasında hava hızında meydana gelecek küçük bir düşme (azalma) ile sistem tıkanabilir.

Pnömatik götürücüler, hava akımının oluşturulma şekline göre emmeli, basmalı ve kombine tip olmak üzere üç grupta toplanır (Şekil 101).



*Şekil 101. Pnömatik götürücüler
(A-emmeli tip, B,C- basmalı tip, D,E- kombine tip)*

Emmeli tip götürücüler (Şekil 101/A) beslemenin birden fazla noktadan yapıldığı yerlerde kullanılır. Bu tip götürücülerde taşıma kanalında istenilen düzeyde düşük basınç yaratmak kolay değildir. Bu nedenle sınırlı uzaklıklara taşıma yapmak için önerilmektedir.

Basmalı tip götürücüler (Şekil 101/B,C), materyali bir yerden alarak birden fazla noktaya boşaltma yapabilirler. Taşıma uzaklığı, emmeli tiplerden daha fazladır. Yavaş akışlı ve ağır materyallerin taşınmasına uygundur. Taşınacak materyal vantilatörün ön tarafındaki besleme deposundan taşıma kanalına verilir. Atmosfer üstü basınçlarda çalışan tiplerinde materyal, taşıma kanalına özel besleme düzenleri ile verilir.

Kombine tip götürücüler (Şekil 101/D) emme ve basma etkili götürücülerin birleştirilmiş şeklidir. Materyal, taşıma kanalının belirli bir kısmında emme, kalan kısmında ise basma etkili hava akımıyla taşınır. Basit tip kombine götürücüler, besleme noktasından alınan materyali fanın içerisinden geçirerek basma hattına verecek şekilde planlanır. Bu durum fanın kısa sürede aşınmasına ve taşınan materyalde mekanik zedelenmelerin artmasına neden olur. Bu nedenle, aşındırıcı ve mekanik zedelenmelere karşı duyarlı olan materyallerin taşınmasına uygun değildir. Belirtilen sa-

kıncaları ortadan kaldırmak için daha kompleks olan kombine götürücüler kullanıma sunulmuştur (Şekil 101/E).

Pnömatik götürücüler, taşıma kanalında atmosfer basıncına kıyasla yaratılan basınç farkı değerlerine göre düşük, orta ve yüksek basınçlı tip olmak üzere üç grupta incelenir. Bu gruplara ilişkin basınç değerleri Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. Pnömatik Götürücülerde Çalışma Basıncı Değerleri

Götürücü tipi	Yaratılan basınç farkı (kPa)	
	Emmeli tip	Basmalı tip
Düşük basınçlı	<10	<10
Orta basınçlı	10-30	10-100
Yüksek basınçlı	30-70	100-600

Tarımda saman, kıyılmış ot, silaj v.b. materyallerin taşınmasında daha çok, düşük basınçlı ve basma etkili tip götürücüler kullanılmaktadır. Bununla birlikte, orta basınçlı basma etkili ve düşük ve orta basınçlı kombine tip götürücüler de belirli amaçlarla kullanılmaktadır.

Pnömatik götürücülerde taşıma kanalı olarak 50-250 mm çapında dikişsiz çelik ve alüminyum borular kullanılır. Borular standart flanşlarla sızdırmaz bir şekilde birleştirilir.

Taşıma kanalının diğer ucunda materyalin havadan ayrılması için bir ayırıcı (siklon depo) ile toz toplayıcı bulunur. Ayırıcı, hava-materyal karışımının hızını azaltır. Akımın yönünü değiştirerek santrifüj etki ile materyalin havadan ayrılmasını sağlar. Ayırıcı, silindirik bir depo, hazne ya da oda olabilir. Kesit alanı, taşıma kanalı kesit alanından 50-150 kat daha büyüktür. Ayırıcıya girdikten sonra akışkanın hızı 0.2-0.8 m/s'ye kadar düşer. Bu hızdaki hava, materyali taşıyamayacağı için materyal, yerçekiminin etkisiyle aşağı doğru çöker ve ayırıcının alt tarafından istenilen noktaya dökülür.

Ayırıcıyı terk eden hava temiz değildir. İçerisinde toz ve küçük parçacıklar bulunur. Bu havanın ayırıcıdan sonra dış ortama verilmesi çevre kirliliği yaratır. Bu nedenle, hava içerisindeki toz ve küçük parçacık-

ların süzülmesi için taşıma kanalının son kısmına toz tutucu filtreler eklenir.

pnömatik götürücülerin taşıma kapasitelerinin hesaplanmasında aşağıdaki eşitlikten yararlanılır;

$$\mu = \frac{Q_m}{Q_h}$$

Eşitlikte;

Q_m = Taşıma kapasitesi (t/h),

μ = Konsantrasyon katsayısı ve

Q_h = Taşıma kanalında hareket eden havanın kapasitesi (t/h) olup, aşağıdaki eşitlikle hesaplanır;

$$Q_h = 3.6 \frac{\pi \cdot D^2}{4} v_h \cdot \rho_h$$

Eşitlikte;

D = Taşıma kanalının çapı (m),

v_h = Taşıma kanalında hareket eden havanın hızı (m/s) ve

ρ_h = Taşıma kanalında hareket eden havanın özgül kütlesi (kg/m³)'dir.

Konsantrasyon katsayısının belirlenmesinde taşıma kanalının uzunluğu, kanaldaki hava basıncı ve taşınacak materyalin aerodinamik özellikleri göz önünde bulundurulur. Taşıma kanalı uzun olan pnömatik götürücülerde, aynı basıncıdaki 1 m³ hava ile taşınabilecek materyal miktarı, taşıma kanalı kısa olanlara kıyasla daha azdır.

Pratik bir yaklaşım olması bakımından, düşük basınçlı pnömatik götürücülerde konsantrasyon katsayısı olarak ($\mu = 0.1 - 0.4$) değeri alınabilir.

Uygulamada düşük basınçlı götürücülerde hava hızı, kıyılmış kuru ot ve saman taşımada 16-18 m/s, hububat taşımada 20-24 m/s, kıyılmış yaş ot ve silaj taşımada 25-30 m/s olarak seçilir.

4. Süt Eldesinde Mekanizasyon

4.1. Genel

Memenin bir salgısı olan süt, yavrular için vazgeçilmez bir besin kaynağıdır. İnsanlar için de önemli bir besin maddesi olan sütün ana kaynağı keçi, koyun, manda ve sığırlardır. Dünyada üretilen sütün yaklaşık %80-90'ı ineklerden elde edilirken Türkiye'de bu oran %70-75'dir (Anon., 1984; Anon., 1985). Bu nedenle, burada inek sütünün eldesinde kullanılan sağım makineleri ve sağım salonları hakkında bilgiler verilecektir.

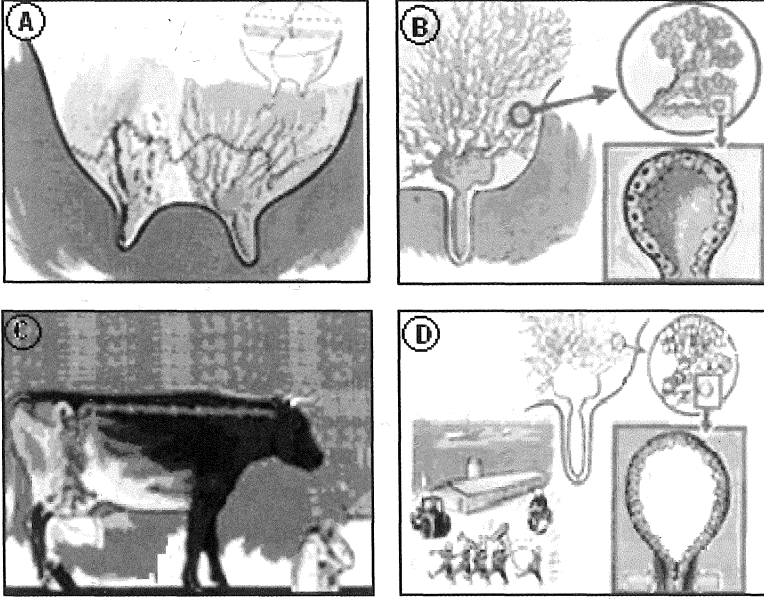
4.2. Sütün Oluşumu ve Sağım

Bilindiği üzere meme süt yapan hücre gruplarından oluşur. Bu hücre gruplarına alveol adı verilir. Hücrelerde üretilen süt, bu hücre gruplarının (alveollerin) ortasında birikir. Alveoller, birer kanal ile memenin süt haznesi olarak adlandırılan bölmesine bağlıdır. Sağımdan önce memede bulunan sütün çok az bir kısmı bu haznede bulunur. Geri kalan büyük miktar süt ise, alveoller ve bunları süt haznesine bağlayan kanallarda bulunur. Süt haznesinde bulunan süt, sağım işlemi ile kolayca memeden dışarı alınabilir. Sağım ile memenin tamamen boşaltılabilmesi için bu alveol ve kanallardaki sütün indirilmesi gerekir. Sütün indirilmesinde etkili hormon oxytocindir. Bu hormonun etki süresi 4-7 dakikadır. Dolayısıyla, sağım işleminin bu sürede tamamlanması gerekir. Sağımdan önce hayvan tarafından bu hormonun salgılanması durumunda, memedeki sütün çok önemli bir kısmı dışarı alınabilir. Diğer deyişle, başarılı bir sağım işlemi gerçekleştirilebilir. Tersisi durumda yalnızca memenin süt haznesinde bulunan süt dışarı alınabilir. Memeden dışarı alınamayan, alveol ve onları süt haznesine bağlayan kanallarda kalan süt, sonraki süreçte memede üretilen süt miktarının düşmesine neden olur.

Memede üretilen sütün belirli aralıklarla memeden dışarı alınması işlemine sağım denir. Süt memelerde sürekli üretilirken, sağım işlemi genel olarak günde iki kez (12 saat aralıklarda) yapılır. Daha sık aralıklarda yapılan sağımın süt verimini %5-15 oranında arttırdığı belirlenmiştir. Ancak, bu uygulamanın yalnızca yüksek süt verim özelliğindeki hayvanlarda ekonomik olacağı düşünülmekte ve uygulanmaktadır.

Oxytocin hormonu hayvanın değişik biçimlerde uyarılması (hayvana yavrusunun gösterilmesi, yavrusunun emmesi, sağım kovanının göste-

rilmesi, sağıım makinesinin sesinin duyulması, sağıım öncesi temizlik ve masaj amaçlı memelerin ovalanması v.b.) ile salgılanabilir. Sağıım sırasında hayvanın korkutulması, gürültü ve acı hissi altında bırakılması durumunda adrenalin hormonu devreye girerek sütün inmesi engellenir (Bilgen ve ark., 1991; Tezel ve ark., 1985). Şekil 102'de memenin yapısı, sütün oluşumu ve indirilmesi işlemleri şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 102. Memenin yapısı ve sütün indirilmesi

Sağıım elle ve makine ile yapılır. Elle sağıım, 2-4 baş hayvanı olan küçük aile işletmelerinde uygulanır. Avuç içi sağıım, iki parmak (baş ve işaret parmağı) arası sağıım ve baş parmağı bükerek sağıım olmak üzere üç farklı biçimde uygulanabilir. Gerek temiz ve sağlıklı bir sütün eldesi, gerekse meme sağlığının korunması bağlamında önerilmeyen bir yöntemdir.

Modern üretim tekniğinde sağıım işlemi makinelerle yapılır. Makine ile sağıımda meme başına takılan sağıım başlığı ile meme başına uygun sayı ve oranlarda sıkma-gevşeme etkileri uygulanır. Bunun sonucu olarak, memedeki kan dolaşımı hızlanır ve süt, alveoller ve bunları meme (süt)

haznesine bağlayan kanallardan süt haznesine akar. Buradan sağım başlığının iç kısmındaki sürekli vakumun etkisi ile dışarı alınır.

Makine ile sağımın elle sağıma kıyasla olan üstünlükleri aşağıdaki biçimde sıralanabilir;

-Sağım fizyolojisi bakımından memede bulunan sütün, oxytocin hormonunun etki süresi olan 4-7 dakika içerisinde memeden dışarı alınması gerekir. Yüksek verimli ve çok sayıda hayvanı bulunduran işletmelerde, bu işlemin elle sağım yapılarak gerçekleştirilmesi olası değildir,

-Barınaklarda yapılan işler arasında sağım zor ve zaman alıcı işlemlerden birisidir. Sağımın makine ile yapılması durumunda işletmede önemli düzeyde işgücü ve zaman tutumu sağlanabilir,

-Makineli sağımda süt, kapalı kanallarda taşındığı için daha temiz ve sağlıklı olarak elde edilebilir,

-Elle sağımda meme başına uygulanan sıkma-gevşeme etkilerinin zaman içerisindeki şiddeti değişebilir. Bu durum çoğu kez hayvanların meme dokularında zedelenmelere neden olabilir. Makine ile sağımda, sağım başlıkları ile meme başlarına sürekli aynı düzeyde sıkma ve gevşeme işlemi uygulanır. Bu nedenle meme sağlığı korunur.

4.3. Süt Sağım Makineleri

Süt sağım makineleri ile ilgili çalışmaların başlangıcı 1840'lı yıllara kadar uzanır. Geliştirme çalışmalarında en önemli aşama, pülsatörün (nabız cihazının) geliştirilmesi ile sağlanmıştır. Sağım makinelerine pülsatörün eklenmesi ile meme üzerinde, yavrunun emme sırasında memeye yaptığı etkiye benzer bir etki yaratılmıştır. Böylece makineler sağım için gerekli minimum koşulları sağlayabilecek duruma getirilmiştir.

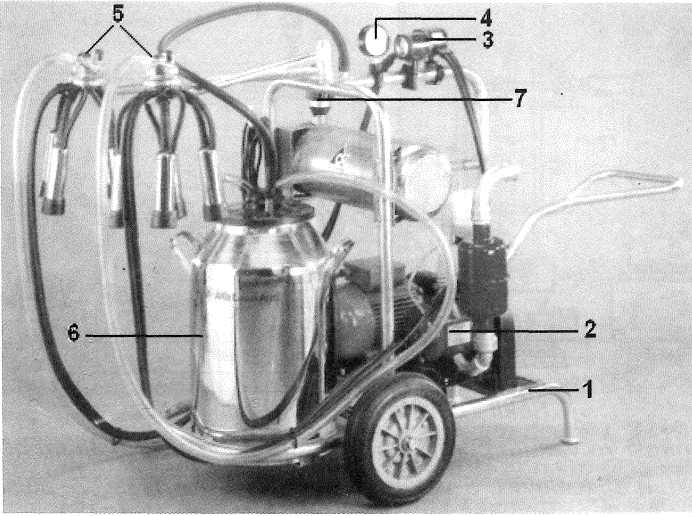
Günümüzde sağım makineleri, fonksiyonel organlarının yerleşimi ve sütün toplanma şekline bağlı olarak üç grupta toplanabilir. Bunlar;

a-Taşınabilir sağım makineleri,

b-Kovalı sağım makineleri,

c-Borulu sağım makineleridir.

Taşınabilir süt sağım makineleri, tekerlekli bir şasi üzerine bindirilmiş güç ünitesi, vakum pompası, vakum deposu, vakum düzenleyici (vakum regülatörü), vakum göstergesi, meme başlıkları ve sağım pençesi, uzun/kısa süt ve nabız boruları ile süt güğümlerinden oluşur (Şekil 103).

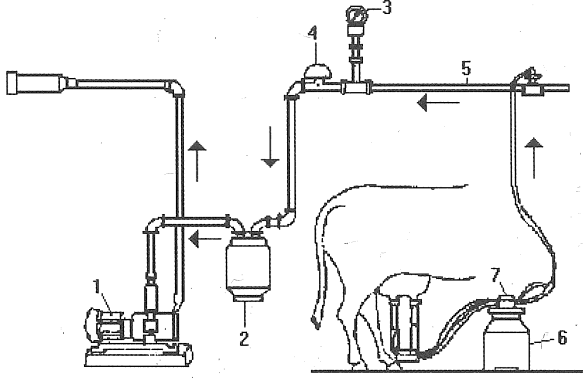


Şekil 103. Taşınabilir sağım makinesi

(1- araba, 2- vakum pompası, 3- pülsatör, 4- vakum göstergesi, 5- sağım pençesi, 6- süt güğümü, 7- vakum düzenleyici)

Sağım sırasında memeden alınan süt doğrudan, vakum hattı ile bağlantılı olan güğümlerde toplanır. Sütün toplandığı güğümler 20-40 lt hacminde olup, paslanmaz çelik ya da alüminyum olabilir. Güç ünitesi olarak elektrik ya da termik motor kullanılabilir. Taşınabilir olması nedeniyle mer'alarda ve bağlı duraklı barınaklarda duraklar arasında dolaştırılarak sağım yapılabilir.

Kovalı sağım makinelerinde sağılan süt, vakum hattına bağlı kovalarda birikir. Bu tip makinelerde güç ünitesi, vakum pompası, vakum deposu ve vakum düzenleyici ayrı bir odada bulunur. Metal olan vakum boru hattı barınak içerisinde ya da sağım salonunda hayvanların ulaşamayacağı yükseklikte bulunur. Vakum boru hattı üzerinde, iki hayvanın arasına gelecek biçimde, vakum alma muslukları bulunur. Sağım sırasında süt kovası, kısa vakum hortumu yardımıyla bu musluklara bağlanarak sağım için gerekli vakum alınır. Ayrıca vakum hattı üzerinde ve sağımıcının kolayca görebileceği bir noktada vakum göstergesi vardır (Şekil 104).

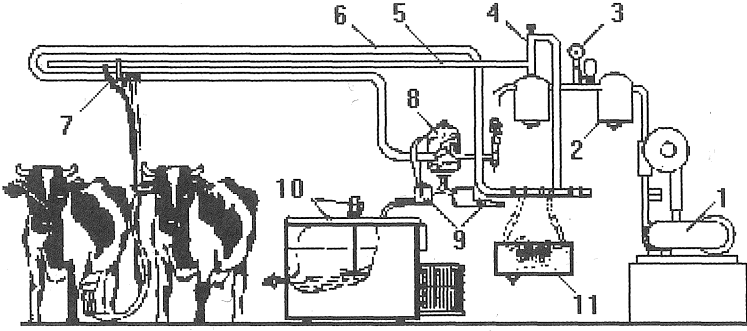


Şekil 104. Kovalı sağım makinesi

(1- güç ünitesi ve vakum pompası, 2-vakum deposu, 3- vakum göstergesi, 4- vakum düzenleyici, 5-vakum borusu, 6- süt kovası, 7- pülsatör)

Paslanmaz çelik ya da alüminyum olabilen süt kovası 15-20 lt hacminde olabilir. Kısa ve uzun nabız boruları ile sağım başlıklarının bağlı olduğu pülsatör, kovanın kapağı üzerinde yer alır.

Sağılan sütün güğüm ya da kova yerine taşıma boruları ile sabit bir depoda toplandığı makineler borulu sağım makineleri adı verilir. Borulu sağım makinelerinde güç ünitesi, vakum pompası, vakum deposu, vakum düzenleyici, süt boşaltma düzeni ve süt toplama deposu (tankı) ayrı bir odada bulunur. Hayvanların sağıldığı bölmede ise, vakum borusu, sağım başlığı ve sağılan sütün süt tankına taşındığı süt borusu (bazı makinelerde üçüncü bir boru olarak temizleme sıvısının geçirildiği temizleme borusu) yer alır (Şekil 105).



Şekil 105. Süt borulu sağım makinesi

(1- güç ünitesi ve vakum pompası, 2- vakum deposu, 3- vakum göstergesi, 4- vakum regülatörü, 5- vakum borusu, 6- temizleme borusu, 7- pülsatör, 8- süt boşaltma kavanozu, 9- süt pompası, (2- 10- süt tankı, 11- su deposu)

4.4. Sağım Makinelerinin Yapısal Organları

Süt sağım makineleri üç temel üiteden oluşur. Bunlar, vakum sistemi, basınç farkı yaratma sistemi ve iletim sistemidir.

Vakum sistemi; güç ünitesi, vakum pompası, vakum deposu, (bazı makinelerde ayırım kabı), vakum düzenleyici ve vakum göstergesinden oluşur. Bu sistem yardımıyla, yarı kapalı borulardan hava emilerek atmosfere atılır ve vakum hattında devamlı ve kararlı bir vakumun oluşturulur.

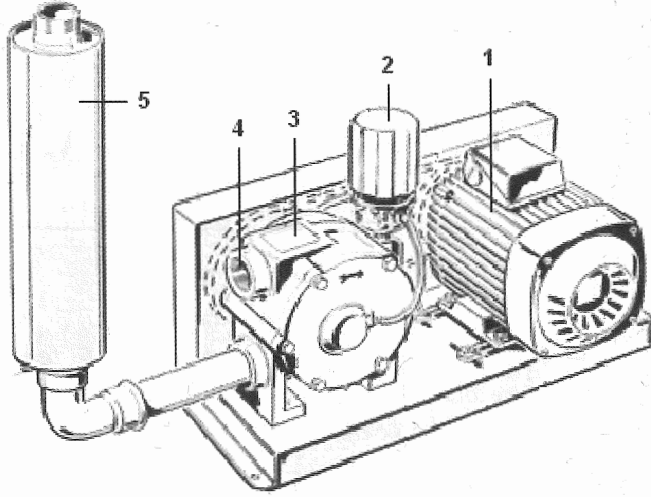
Basınç farkı yaratma sistemi pülsatörden oluşur. Pülsatör, sağım başlıklarındaki nabız odacıklarına belirli aralıklarda ve dönüşümlü olarak vakum ve atmosfer basıncı göndererek memeden sütün alınması sağlanır.

Süt hava ve temizleme sıvılarının taşındığı sisteme iletim sistemi adı verilir. Meme başlıkları ve sağım pençesi, kısa ve uzun nabız boruları, kısa ve uzun süt boruları ve vakum borusundan oluşur.

Aşağıda bu sistemlerde yer alan her bir elemanın yapısal ve işlevsel özellikleri hakkında kısa bilgiler verilmiştir.

A-Güç ünitesi: Vakum pompasını çalıştırmak için gerekli hareket enerjisinin alındığı üitedir. Sağım makinelerinde güç ünitesi olarak genelde elektrik motorları kullanılmasına karşın, elektrik enerjisinin bulunmadığı

koşullarda bir termik motor da kullanılabilir. Vakum pompası ve elektrik motoru kombinasyonu Şekil 106'da verilmiştir.



Şekil 106. Vakum pompası ve güç ünitesi

(1- elektrik motoru, 2- yağlama düzeni, 3- vakum pompası,
4- emme/vakum hattı, 5- basma/ekzost hattı)

Sağım makinelerinde gereksinin duyulan güç değeri oldukça düşük olup, gerekli motor gücünün hesaplanmasında, kullanılan vakum pompasının debisini dikkate alan aşağıdaki eşitlik önerilmektedir (TSE, 1979);

$$N = 0.2 - 0.003.Q$$

Eşitlikte;

N = Motor gücü (kW),

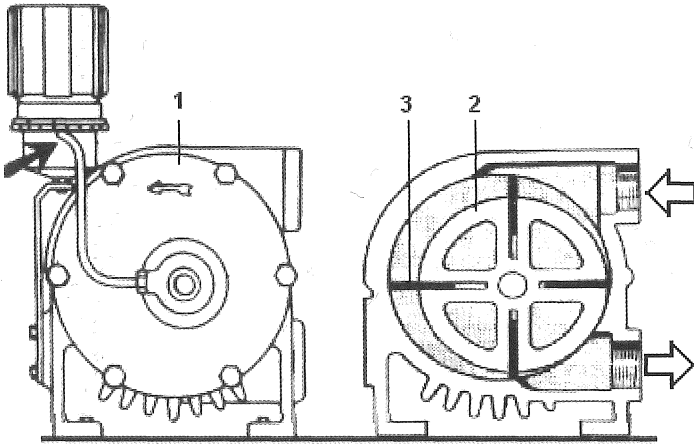
Q = Vakum pompasının debisi (lt/min)'dir.

B-Vakum pompası: Görevi yarı kapalı boru hattından havayı emmek ve bunu belirli bir atmosfer üstü basınç değerine (100 kPa'nın üzerindeki bir değere kadar) kadar sıkıştırarak atmosfere atmak ve sistemde yaklaşık 50 kPa'lık bir basınç oluşturmaktır. Oluşturulan bu vakumun etkisi ile sütün memeden alınarak kova ya da süt tankına taşınması, sistemde temizleme sıvılarının dolaştırılması v.b. işler gerçekleştirilir.

Süt sağım makinelerinde pistonlu ve paletli olmak üzere iki tip vakum pompası kullanılır. Ancak, son yıllarda pistonlu tip vakum pompalarının tamamen kullanım dışı kaldığı söylenebilir.

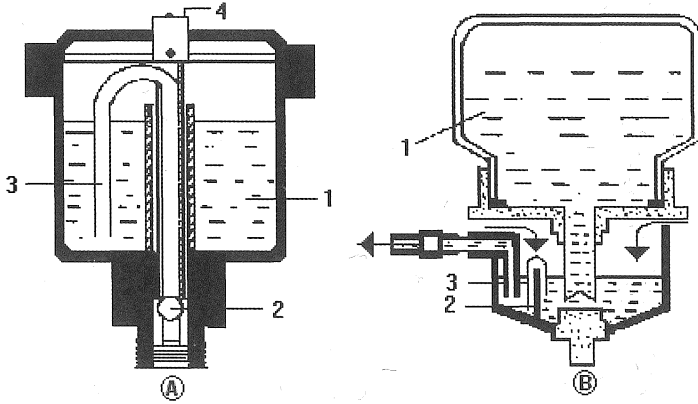
Paletli vakum pompaları, silindirik bir gövde ve bunun içerisinde eksantrik bir eksende dönen rotordan oluşur. Rotor üzerinde sayıları 4-6 adet arasında olabilen yarıklar ve bunların içerisinde serbestçe hareket edebilen paletler bulunur. Rotor döndüğünde paletler santrifüj etki ile yarıklardan dışarı çıkar ve silindirik gövdenin iç yüzeyine sürtünerek dönerler. Bu sırada emme hattından alınan hava, peş peşe gelen paletler arasında sıkıştırılarak ekzost hattından atmosfere atılır (Şekil 107).

Paletli vakum pompaları, kuru sürtünmeli ve yağlamalı tipte olabilir. Kuru sürtünmeli tiplerde paletler 6-12 mm kalınlığında grafitten yapılır ve sürtünmeyi azaltmak için genellikle rotor üzerine teğetsel olarak yerleştirilir. Yağlamalı tiplerde paletler çelik ya da plastikten yapılır. Çelik paletlerin kalınlıkları 1-3 mm, plastik olanların ise 5-9 mm arasında değişir (Dmitrewski, 1982).



Şekil 107. Paletli tip vakum pompası
(1- gövde, 2- palet, 3- rotor)

Paletli tip vakum pompalarının yağlanması değişik tipte yağlama sistemleri kullanılabilir. Bunlar arasında fitille beslemeli ve kılcal bağlantılı tipler daha yaygındır (Şekil 108).



Şekil 108. Yağlama sistemleri

(a- fitille beslemeli tip, 1- yağ deposu, 2-bilya subap, 3- fitil, 4- hava giriş tapası; b- kılcal bağlantılı tip, 1- yağ deposu (b- 2- metal plaka, 3- kılcal bağlantı)

Fitille beslemeli tip yağlama sistemi, yağın doldurulduğu bir depo, depo içerisinde fitilin yerleştirildiği bir kanal ve kanalın çıkış ucunda yay baskılı bilya subaptan oluşur. Deponun üzerindeki hava giriş tapası, depodaki yağ seviyesindeki azalmaya bağlı olarak depo içerisine belirli miktar atmosfer havasının girişine izin vererek sistemin düzgün çalışmasını sağlar. Pompa çalıştırıldığında oluşan vakumun etkisi ile yay baskısı yenilerek bilya-subap açılır ve depodaki yağ fitil üzerinden pompanın içerisine belirli bir debide akar. Pompa durduğunda ise, yay baskısının etkisi ile bilya-subap kapanır ve yağ akışı kesilir.

Kılcal bağlantılı yağlama sisteminde, yağ deposunun alt tarafında depodan akan yağın toplandığı iki bölmeli bir kap vardır. Yağ deposu bir depo çıkış memesi ile bu bölmelerden birisi ile bağlantılıdır. Bu bölmedeki yağın seviyesi depo çıkış memesinin yüksekliği değiştirilerek ayarlanabilir. İkinci bölme atmosfere açık olup içerisinde, metal plakalı kılcal bağlantı borusu vardır. Vakum pompası çalıştırıldığında oluşan vakumun etkisi ile

yağ ikinci bölmeden pompanın içerisine hareket eder. Pompa durduğu zaman ise, yağ akışı kesilerek iki kaptaki yağ seviyesi eşitlenir.

Paletli tip vakum pompalarının kapasitelerinin belirlenmesinde aşağıdaki eşitlikten yararlanılır;

$$Q = (\pi.D - z.\delta) \frac{60}{\pi} . e . \omega . l . \lambda$$

Eşitlikte;

Q = Vakum pompasının debisi (m^3/s),

D = Silindirik gövdenin iç çapı (m),

z = Palet sayısı (Adet),

δ = Paletlerin kalınlığı (m),

e = Eksantriklik değeri (m),

l = Rotorun genişliği (m),

ω = Rotorun açısal hızı (rad/s),

λ = Hacim faktörüdür.

Vakum pompasına ilişkin karakteristiklerin seçiminde aşağıdaki değerler alınabilir;

Rotor çapı $d = (0.83 - 0.86)D$

Rotor genişliği $l = (1.0 - 1.6)D$

Rotorun eksantriklik değeri $e = (0.07 - 0.085)D$

Palet genişliği $h = (0.25 - 0.27)D$

Palet uç noktasının hızı (m/s);

Metal ve grafit paletlerde $v = 9 - 11$

Plastik paletlerde $v = 13 - 15$

Yukarıdaki eşitlikte yer alan hacim faktörünün hesaplanmasında aşağıdaki eşitlikten yararlanılır;

$$\lambda \approx 1 - \alpha \frac{P_t}{P_s}$$

Eşitlikte;

P_s = Pompanın emme basıncı,

P_t = Pompanın basma hattındaki basınç, (bu değer atmosferik basınca eşittir),

α = İzin verilen hacimsel kayıp katsayısı olup ($\alpha \approx 0.1$) alınabilir.

Uygulamada meydana gelen hacimsel kayıp ve buna bağlı olan kayıp katsayısının (α' 'nu) değeri, vakum pompasının geometrik boyutları, yapım kalitesi ve pompa yapı elemanlarının (Silindirik gövde, rotor, paletler v.b.) konumlandırılma şekli v.b. birçok etmene bağlıdır. Dolayısıyla vakum pompalarında hacim faktörü (λ)'nün değeri geniş bir aralıkta değişir. Ancak; pratik amaçlarla sağım makinelerinde kullanılan pompalar için ($\lambda = 0.8 - 0.9$) değerleri alınabilir (Dmitrewski, 1982).

Süt sağım makineleri için vakum pompasının seçiminde Türk Standartları (TS-4798) tarafından önerilen ampirik eşitliklerden de yararlanılabilir. Sağım makinesinin tipi ve aynı anda sağılacak hayvan sayısının dikkate alındığı bu eşitliklerle, pompanın debisi belirli bir yaklaşımla hesaplanabilir. Buna göre;

Aynı anda sağılan hayvan sayısı 10 ve daha az olan ($SÜS : 10$) kovalı süt sağım makinelerinde için;

$$Q = 50 - 60.SÜS$$

Aynı anda sağılan hayvan sayısı 10 ve daha fazla olan ($SÜS \geq 10$) kovalı süt sağım makinelerinde için;

$$Q = 650 - 45(SÜS - 10)$$

Aynı anda sağılan hayvan sayısı 10 ve daha az olan ($SÜS : 10$) borulu süt sağım makinelerinde için;

$$Q = 150 - 60.SÜS$$

Aynı anda sağılan hayvan sayısı 10 ve daha fazla olan ($SÜS \geq 10$) borulu süt sağım makinelerinde için;

$$Q = 750 - 45(SÜS - 10)$$

Eşitliklerde;

Q = Vakum pompasının debisi (lt/dak),

$S\ddot{U}S$ = Sağım ünitesi sayısı (adet)'dir.

Süt sağım makinelerinde vakum pompasının yarı kapalı borulardan emdiği havayı izotermal olarak sıkıştırarak atmosfere attığı kabul edilir. Bu kabule bağlı olarak vakum pompasının güç gereksinmesinin hesaplanmasında aşağıdaki eşitlikten yararlanılır;

$$N_{iz} = \frac{Q \cdot L_{iz}}{v_1 \cdot 60 \cdot 1000}$$

Eşitlikte;

N_{iz} = İzotermal sıkıştırma yapan pompa için gerekli güç (kW),

Q = Vakum pompasının debisi (m³/dak),

L_{iz} = İzotermal sıkıştırma işi (J/kg),

v_1 = Yarı kapalı borulardan emilen havanın özgül hacmi (m³/kg)'dır.

Vakum pompasının milinde gerek duyulan güç değeri ise aşağıdaki eşitlikle hesaplanır;

$$N_w = \frac{N_{iz}}{\eta_{iz}}$$

Eşitlikte;

η_{iz} = izotermal etkinlik olup, küçük kapasiteli hava kompresörlerinde izotermal sıkıştırma etkinliği [$\eta_{iz} = 0.25 - 0.40$] alınabilir.

Motordan alınan hareketin, vakum pompasına iletilmesinde kullanılan sistemin (hareket iletim sisteminin) verimi dikkate alınarak vakum pompası için satın alınacak motorun gücü aşağıdaki eşitlikle hesaplanır;

$$N_m = \frac{N_{iz}}{\eta_{hrk}}$$

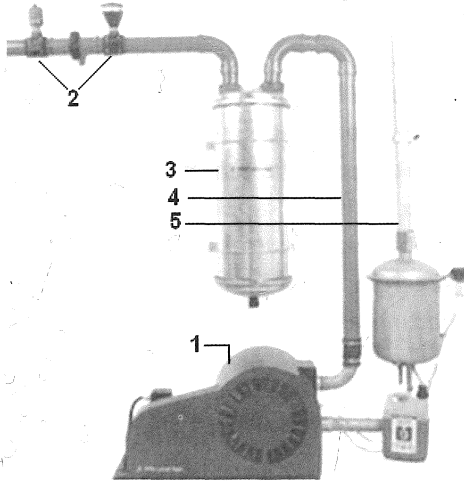
Eşitlikte;

η_{hrk} = Hareket iletim sisteminin verimi olup $\eta_{hrk} = 0.46 - 0.99$ arasında değişir.

Vakum pompaları çalışırken gerek havanın sıkıştırılması, gerekse mekanik sürtünmelere bağlı olarak bir ısı üretilir. Üretilen bu ısı pompanın sıcaklığını yükseltir. Sıcaklığın yükselmesi, pompa veriminde düşme yanında bazı mekanik arızalara neden olur. Bu nedenle, çalışma sırasında üretilen bu ısının pompadan uzaklaştırılması gerekir. Bunun için hava soğutmalı tip pompalarda, pompanın dış yüzeyi yayvan kanatçıklarla donatılır ve pompa üzerinde hava hareketi yaratacak bir fan sisteminden yararlanılır. Süt sağım makinelerinde yaygın olmamakla birlikte vakum pompalarında üretilen fazla ısının uzaklaştırılmasında su soğutma sistemlerinden de yararlanılabilir.

Vakum pompalarının ekzost borusu, binanın dışına ve uç kısmı aşağı bakacak biçimde kıvrımlı olarak yerleştirilir. Böylece yağlamalı tip pompalarla vakum odasının kirlenmesi önlenirken ekzost borusundan kar ya da yağmur sularının girişi de önlenmiş olur.

C-Vakum deposu ve ayırım kabı: Vakum deposu, vakum borusu üzerinde ve vakum pompasına girişten hemen önce yer alır. Yaklaşık 15-20 lt hacminde metal bir depodur (Şekil 109). Deponun alt kısmında, depo içerisinde biriken sıvıların dışarı alınması için otomatik boşaltma valfi ya da vana bulunur.



Şekil 1089. Vakum deposu

(1- vakum pompası ve güç ünitesi, 2- vakum düzenleyici, 3- vakum deposu, 4- vakum boru hattı, 5- ekzost hattı)

Sistem çalıştırıldığında oluşan vakumun etkisi ile otomatik valf kapalı konumda olup, sistem durdurulduğu zaman valf otomatik olarak açılır ve depo içerisindeki sıvı depo dışına alınır. Vanalı sistemlerde ise depoda biriken sıvılar belirli aralıklarda sağımcılar tarafından boşaltılır.

Vakum deposunun iki temel görevi vardır. Bunlardan birisi sistemdeki ani vakum dalgalanmalarını önleyerek sistemde kararlı bir vakum yaratılmasına yardımcı olmak, diğeri ise vakum pompasına olası sıvı girişlerini önlemektir. Bu sıvılar arasında vakum sisteminde yoğunlaşan su, sistemin temizlenmesi sırasında sistemde dolaştırılan temizleme sıvısı ve sağıım sırasında vakum hattına kaçan süt sayılabilir.

Borulu sağıım makinelerinin bazılarında, vakum pompasına kaçması olası sıvıların tutulmasında, vakum deposuna ek olarak bir ayırım kabı vardır. Yaklaşık 3-5 lt hacminde, otomatik boşaltma valfli olan ayırım kabı, içeride biriken sıvıların görülebileceği biçimde saydam malzemeden yapılır (Bilgen ve ark., 1991; Nalbant, 1987).

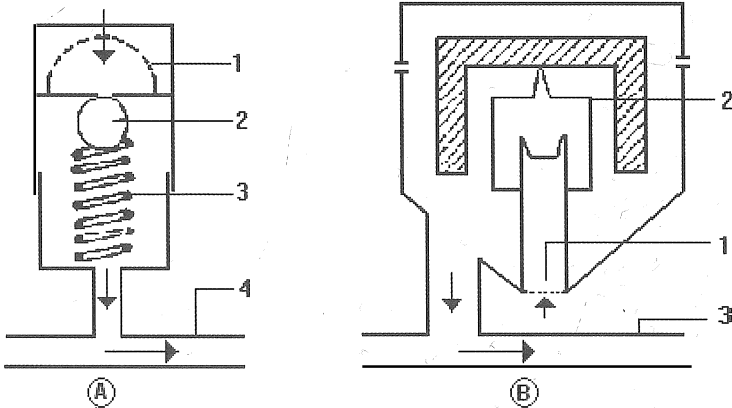
D-Vakum düzenleyici: Vakum boru hattı üzerinde yer alır. Sistemde vakumun sağıım için gerekli olan değerde ve kararlı bir düzeyde

kalmasını sağlar. Sistem çalıştırıldığında vakum pompası yarı kapalı borulardan, gereğinden fazla miktarda havayı emerek atmosfere atar. Vakum düzenleyici bir miktar atmosferik havanın vakum hattına girişine izin vererek sistemdeki vakumun istenilen değerde kalmasını sağlar.

Sistem durdurulduğunda vakum düzenleyicinin supabı, yay baskısı ya da ağırlık kuvvetinin etkisiyle kapalı konuma geçer. Sistem çalıştırıldığında supabın üst tarafındaki vakum belirli bir değere ulaştığında, supabı kapalı tutan yay basıncı ya da ağırlık kuvveti yenilerek supabın açılması sağlanır ve vakum hattına atmosferik hava girer. Supabın açılıp kapanma durumuna bağlı olarak vakum hattına girecek hava miktarı ayarlanır. Böylece sistemde sağım için gerekli değerde ve kararlı bir vakum yaratılır.

İyi bir vakum düzenleyicide aranan iki temel işlevsel özellik vardır. Bunlardan birisi bir sağım ünitesi ile çalışma sırasında elde edilen vakum değeri ile birden fazla sağım ünitesi ile çalışma sırasında elde edilecek vakum değerleri arasındaki farkın 2 kPa'ı geçirmemesi, diğeri ise vakum düzenleyici içerisindeki hava sızıntısının 35 L/dak serbest havayı ya da pompanın hava debisinin %8'ini geçmemesidir.

Değişik tipte vakum düzenleyiciler bulunmakla birlikte bunlar arasında yay baskılı bilya subaplı ve ağırlıklı tipler daha yaygındır (Şekil 110).



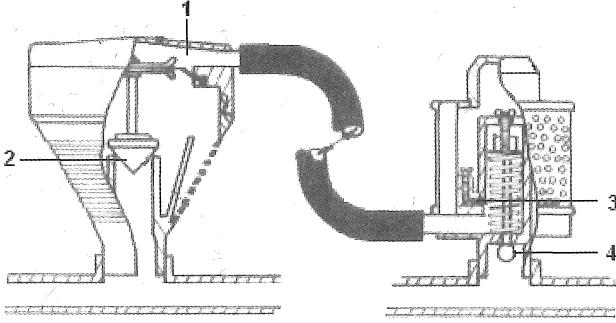
Şekil 110. Vakum düzenleyiciler

(a- bilya subaplı tip; 1- süzgeç, 2- bilya, 3- yay, 4- vakum hattı.

b- ağırlıklı tip; 1- süzgeç, 2- subap, 3- vakum hattı)

Yay baskılı olanlar yerçekiminden etkilenmezler. Küçük ve taşınabilir sağıım makinelerinde kullanılır.

Yukarıda belirtilen vakum düzenleyiciler dışında, çok hassas çalışma koşulları için geliştirilmiş bazı özel yapım vakum düzenleyiciler de vardır. Alfa-Laval firması tarafından geliştirilen servo vakum düzenleyici buna örnek olarak Şekil 111'de verilmiştir.



Şekil 111. Hassas vakum düzenleyici

(1- vakum odası, 2- hava giriş supabı, 3- iğne subap, 4- bilya subap)

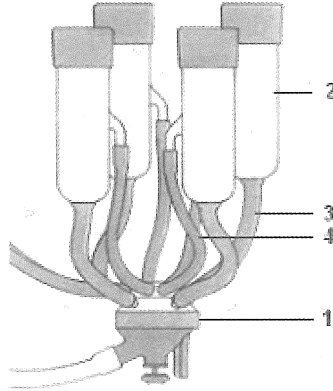
E-Vakum göstergesi: Sistemdeki vakum değerini ölçen, dairesel kadranlı bir gösterge olup, vakum hattı üzerinde ve sağıımcının görebileceği bir yerde bulunur. Farklı biçimlerde bölümlendirilmiş (cmHg, mmHg, kPa) tipleri vardır.

F-Vakum boru hattı: Sağıım makinesinin özelliğine bağlı olarak vakum boru hattı cam, plastik ya da paslanmaz metal olabilir. Mekanik sağlamlığın önem taşıdığı yerlerde vakum borusu olarak 20-25 cm çapında paslanmaz çelik borular kullanılır. Kolayca temizlenebilmesi ve içerisinden çekilen hava akımına karşı daha az direnç göstermesi bakımından kullanılacak boruların iç yüzeylerinin pürüzsüz olması gerekir. Vakum boru hattı üzerinde vakum alma muslukları bulunur. Bu musluklar vakum boru hattına, boru içerisindeki sıvıların akışını engellemeyecek biçimde ve borunun üst tarafına gelecek biçimde (T) parçalarla bağlanır. Bu musluklardan makinenin ilgili kısımları için vakum bağlantıları yapılır.

Vakum boru hattındaki sıvıların (yoğuşan su, temizleme sıvısı ya da süt) hattan dışarı alınabilmesi için vakum hattı bir miktar eğimli olarak

konumlandırılır. Eğimin yönü, ayırım kabı bulunan sağım makinelerinde ayırım kabına doğru, diğerlerinde ise sıvıların alınabileceği boşaltma musluklarına doğru olabilir.

G-Sağım başlığı: İnek sağım makinelerinde 4 adet meme başlığı, sağım pençesi ile kısa nabız ve süt borularından oluşur (Şekil 112).



Şekil 112. Sağım başlığı

(1- sağım pençesi, 2- sağım başlığı, 3- emzik lastiği, 4-kısa nabız borusu)

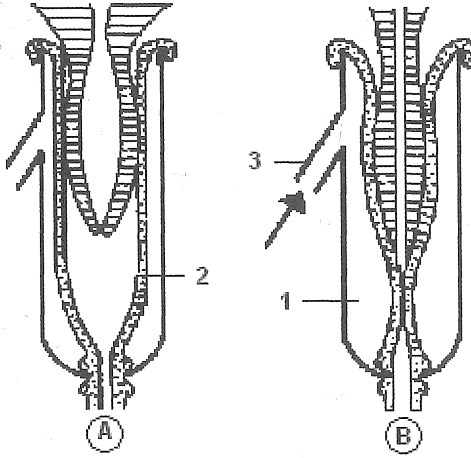
Meme başlıkları, sağım için hayvanın meme başlarına takılır. İki çeperli olarak yapılır. Bunlardan birisi sert plastik ya da paslanmaz çelik olabilen dış çeper, diğeri bunun içerisinde ve meme başını kavrayan kauçuk iç çeperdir (emzik lastiği). İç çeper kısa süt borusu ile sağım pençesine bağlıdır.

Emzik lastiğinin iç kısmında sürekli vakum (50 kPa) etkisi vardır. Bu etki ile memeden dışarı alınan süt, sağım pençesi üzerinden depolama noktasına (kova, güğüm ya da soğutma tankına) gönderilir.

İç ve dış çeper arasındaki boşluğa nabız odası adı verilir. Nabız odası, kısa nabız borusu ile sağım pençesi üzerinden nabız cihazına bağlıdır. Nabız cihazı bu odaya dönüşümlü olarak vakum (50 kPa) ve atmosfer basıncı (100 kPa) göndererek meme başı üzerinde sıkma-gevşeme etkisi yaratılır. Nabız odasına atmosfer basıncı gönderildiğinde emzik lastiği, iç tarafından etki eden vakum ve dış tarafından etki eden atmosfer basıncının etkisiyle büzülerek meme başını kavrar. Bu döneme masaj dönemi adı

verilir. Nabız odasına vakum gönderildiğinde ise emzik lastiği normal konumuna gelir ve iç taraftaki vakumun etkisi ile süt memeden dışarı alınır. Bu işleme de sağım dönemi adı verilir. Dönüşümlü olarak memeye uygulanan masaj ve sağım işlemleri ile sağım gerçekleştirilir (Şekil 113).

Meme başlıkları ile sağılan süt kısa süt boruları ile sağım pençesine gelir. Buradan uzun süt borusu ile kova, güğüm ya da tanka taşınır. Yüksek kaliteli kauçuk malzemeden yapılan emzik lastiklerinin iç çapları, kullanılacak hayvanın meme yapısına bağlı olarak değişebilir.



Şekil 113. Sağım başlıklarının çalışması

(A- sağım dönemi, B- masaj dönemi, 1- nabız odası, 2- iç hacim, 3- pülsatör bağlantı hattı)

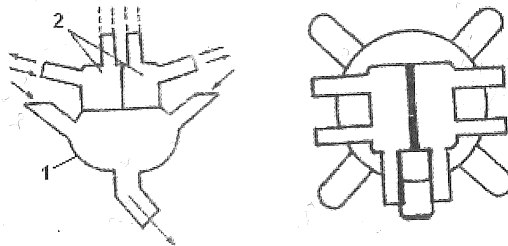
Sağım pençesi, sağım başlığını oluşturan parçalardan birisi olup, meme başlıklarını bir demet şeklinde tutar. Meme başlıkları ile memeden sağılan süt, sağım pençesi ile tek bir kanaldan kova, güğüm ya da tanka gönderilir. Ayrıca sağım pençesi, pülsatör tarafından gerçekleştirilen vakum ve atmosfer basıncı değerlerini, belirli bir sıra ile meme başlıklarının nabız odalarına dağıtılması görevini yerine getirir. Bu nedenle sağım pençesi, her bir meme başlığına iki hortumla bağlıdır.

Sağım pençesi, işlevsel özellikleri farklı iki bölmeden oluşur. Saydam plastik malzemeden yapılan alt kısımdaki bölme, süt bölmesi olarak

da adlandırılır. Bu bölme, her bir meme başlığı ile sağılan sütlerin birleştirilerek bir kanaldan (süt borusu ile) depolanacağı kova, güğüm ya da tanka aktarıldığı kısımdır. Dolayısıyla, üzerinde beş ayrı bağlantı noktası vardır. Bunlardan dört tanesi, meme başlıklarının kısa süt boruları, bir tanesi de toplanan sütün tek bir kanaldan depolama noktasına iletildiği uzun süt borusu ile bağlantılıdır. Bu bölmenin alt tarafında, sağımı biten hayvanlardan meme başlıklarının çıkartılması sırasında emzik lastiklerinin iç kısmındaki sürekli vakumun kesilmesini sağlayan bir subap vardır.

Kısa süt hortumlarının bağlandığı boru parçalarının uç kısımları yuvarlatılmış olup, sağım pençesine belirli bir açıda yerleştirilirler. Bu bağlantı şekli, sağım başlığı memeye takılmak üzere kaldırıldığında, meme başlıkları aşağı doğru sarkarak kısa süt hortumlarının vakum ile ilişkilerinin kesilmesini sağlar. Diğer deyişle, sisteme atmosferik hava girişini engeller. Memelerden sağılarak pençenin süt bölmesinde toplanan sütün uzun süt borusu ile toplama noktasına (kova, güğüm ve soğutma deposu) iletilmesini kolaylaştırmak için süt bölmesi, çapı yaklaşık 0.8 mm olan bir kanal (delik) ile atmosfere açılır. Normal çalışma koşullarında bu kanaldan giren (7 L/dak debide) atmosferik hava, sağılan sütün kanal ve borulardan depolanacağı yere kadar taşınmasını kolaylaştırır. Bu kanal tıkanığında sağılan süt borularda tıkanmalara neden olur, vakum kayıpları ortaya çıkar ve sağım hızı düşer (Nalbant, 1987).

Süt sağım makineleri, dört meme lobunda aynı anda sağım ve masaj etkisi yaratan (4 x 0) ya da iki meme lobunda sağım yapılırken diğer iki meme lobunda masaj etkisi yaratan tipte (2 x 2) yapılırlar. İkinci tip daha yaygındır. Bu tip makinelerde sağım pençelerinin üst tarafındaki bölme iki odalıdır (Şekil 114).



Şekil 114. Sağım pençesi (1- süt bölmesi, 2- nabız bölmesi)

Üst bölme pülsatörden dönüşümlü olarak gelen vakum (50 kPa) ve atmosfer basıncının (100 kPa), meme başlıklarının nabız odacıklarına dağıtılmasını sağlar. Bu bölmedeki her bir odacıkta üç bağlantı noktası vardır. Bunlardan birisi nabız cihazının bir çıkışı, diğer ikisi de iki meme başlığının nabız odaları ile bağlantılıdır.

H-Süt kovası: Kovalı süt sağım makinelerinde sağılan sütün toplandığı kısımdır. Genellikle paslanmaz çelik ya da alüminyum malzemeden yapılır. Yaklaşık 20 lt hacminde. Ağzında sızdırmaz contalı bir kapak vardır. Kapak üzerinde iki adet boru bağlantı noktası vardır. Bunlardan birisi, meme başlıkları ile sağılan sütün kovaya aktarıldığı uzun süt borusu, diğeri ise vakum hattı üzerindeki vakum musluğu ile bağlantılıdır.

I-Pülsatör (Nabız cihazı): Meme başlığının iç kısmını oluşturan emzik lastiğinin meme başına uyguladığı sıkma ve gevşeme işlemine nabız denir. Sağım makinelerinde meme başlığına yavrunun emmesine benzer bir etki yaptıran parçaya nabız cihazı ya da pülsatör adı verilir. Pülsatör meme başlıklarındaki nabız odalarına dönüşümlü olarak vakum ve atmosfer basıncı göndererek bu etkiyi yaratır.

Nabız sayısı inek sağım makinelerinde 40-80 adet/dak olup, 50-60 adet/dak değeri en uygun nabız sayısı olarak bilinir. Koyun ve keçi sağım makinelerinde nabız sayısı daha yüksek ve 120-170 adet/dak arasında değişir. Nabız sayısının yüksek olması sağımın daha kısa sürede tamamlanmasına olanak sağlar. Ancak memelerin zarar görme olasılığı artar.

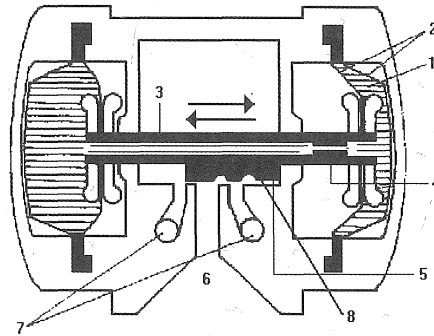
Zaman olarak, sağım evresinin masaj evresine oranına nabız oranı adı verilir. Sağım işlemi nabız oranına bağlı olarak yavaş, normal ve hızlı sağım olmak üzere üç kısımda incelenir. Bu oran yavaş sağımda 1/3, normal sağımda 2/2 ve hızlı sağımda ise 3/1'dir.

Sağım makinelerinde kullanılan pülsatörler aşağıdaki biçimde sınıflandırılabilir;

- 1-Vakumla çalışan subaplı tip pülsatörler,
- 2-Mekanik pülsatörler,
 - a-Sürgülü tip,
 - b-Hava - membranlı tip,
 - c-Sıvı - membranlı tip,
- 3-Elektromanyetik ve elektronik tip pülsatörler.

Sınıflandırmada yer alan pülsatörlerden en yaygın olanı sıvı - membranlı tiptir. Hidro-pülsatör olarak da adlandırılır. Şekil 115’de sıvı membranlı pülsatörün iç yapısı şematik olarak verilmiştir.

Şekilde görüldüğü üzere sıvı membranlı pülsatör, içerisinde özel sıvı bulunan ve kauçuk bir membranla sınırlandırılmış iki adet oda, odalar arasında sıvı geçişini sağlayan bir boru, bu boru ile birlikte hareket eden ve vakum hattını meme başlıklarının nabız odalarına dönüşümlü olarak bağlayan bir sürgünden oluşur. Sürgünün alt tarafında, nabız hattına bağlantı yeri ile ikişerli olarak meme başlıklarının nabız odaları için bağlantı boruları (nabız odası bağlantı kanalı) vardır. Sürgü bir tarafa kaydıgı zaman nabız odası bağlantı borularından birisini vakum hattına diğerini ise atmosfere bağlar. Böylece vakum hattının bağlı olduğu meme başlıklarında sağım, diğerlerinde ise masaj işlemi yapılır. Aynı anda sürgü, membranla sınırlanan sıvı odalarından birisini vakum hattına bağlar ve membranın arka tarafında vakum oluşturur. Diğer sıvı odasında ise atmosfer basıncı etkilidir. Odalardaki bu basınç farkı nedeniyle sıvı, odaları birbirine bağlayan borunun içerisinden diğer tarafa hareket eder. Bu sırada boru, sıvı akışının tersi yönde hareket eder. Sürgünün yer değiştirmesi ile daha önce atmosferle bağlantılı olan nabız bağlantı borusunun vakum hattı ile, vakum bulunan nabız bağlantı borusunun ise atmosfer hattı ile bağlantısı gerçekleşir. Bu değişime bağlı olarak daha önce sağım yapılan meme başlıklarında masaj, masaj yapılanlarda ise sağım işlemi yapılır.



Şekil 115. Hidro-pülsatör

(1- sıvı odası, 2- membran, 3- bağlantı borusu, 4- sınırlayıcı, 5- sürgü, 6- vakum bağlantı hattı, 7- nabız odası bağlantı boruları, 8- sürgü)

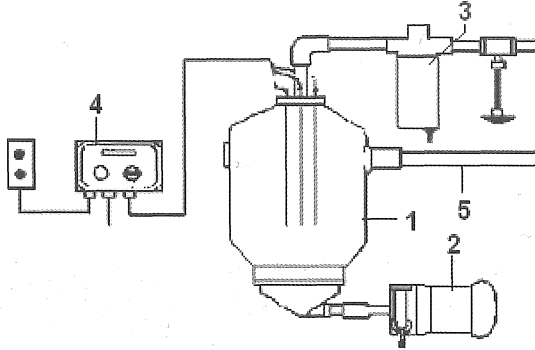
Pülsatörün dakikada yarattığı nabız sayısı, sıvı odalarını birbirine bağlayan boru içerisindeki sınırlayıcının delik çapına ve sıvı odalarındaki vakum değerine bağlıdır.

J-Süt iletim sistemi: Kovalı ve güğümlü sağım makinelerinde, sağılan süt kova ve güğümlerde toplanır. Dolan kova ve güğümler değiştirilir ya da başka bir kaba aktarılarak sağıma devam edilir. Sütün sağım pençesinden kova ya da güğümlere taşınmasını sağlayan boruya uzun süt borusu adı verilir. Uzun süt borusu, içerisinden geçen süt ya da temizleme sıvılarının görülebileceği biçimde saydam bir malzemeden yapılır. Bu yapı nedeniyle sağımın bitiş zamanı ve yapılan temizliğin durumu dışarıdan izlenebilir.

Borulu sağım makinelerinde sağılan süt, borularla taşınarak soğutma tanklarında biriktirilir. Sütün taşındığı bu borular cam, sert plastik ya da paslanmaz çelik olabilir. Bu boruların ortak özellikleri, ısı ve basınca karşı dayanıklı olması, sütün tat ve kokusunda değişiklik yaratmaması, sistemin temizlenmesi sırasında kullanılacak kimyasallara karşı dayanıklı olması, iç yüzeyinin olabildiğince pürüzsüz olması olarak sıralanabilir.

Bazı borulu sağım makinelerinde süt boru hattı üzerinde hayvanların süt verimlerinin belirlenmesi için ölçüm kapları vardır. Vakum boru hattı ile bağlantılı olan ve cam malzemeden yapılan bu ölçüm kapları 20-25 lt hacminde olabilir.

K-Süt boşaltma pompası: İletim boruları ile taşınan sütün güğüm ve tanklara doldurulmasında süt pompaları ya da şamandıralı boşaltma kavanozları kullanılır. Süt boşaltma pompası, süt iletim borusuna bağlı ve hacmi 5-15 lt arasında değişen cam bir kavanoz, alt tarafında kavanoza plastik bir boru ile bağlı elektrik motorlu pompadan oluşur (Şekil 116).



Şekil 116. Süt boşaltma pompası

*(1- kavanoz, 2- pompa, 3- ayırım kabı, 4- pompa kumanda panosu,
(2- 5- süt iletim hattı)*

Sağılan ve taşıma borusu ile gelen süt bu cam kavanoza dökülür. Kavanozdaki süt belirli bir düzeye ulaştığında elektrik motorlu pompa çalışarak, kavanozdaki sütü belirli bir debide güğüm ya da tanka aktarılır.

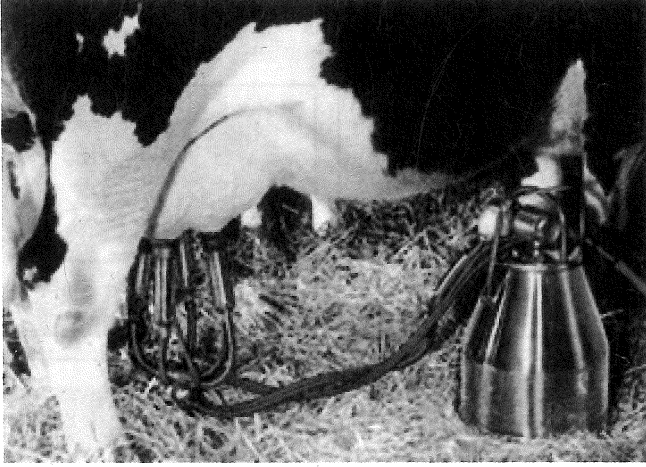
4.5. Makineli Sağım Tekniği

Makineli sağımda, sağımıcı ile sağılan hayvan arasında yer alan bir dizi mekanik aletin temizliği ve doğru biçimde çalışmasının sağlanmasına ayrı bir önem verilmelidir.

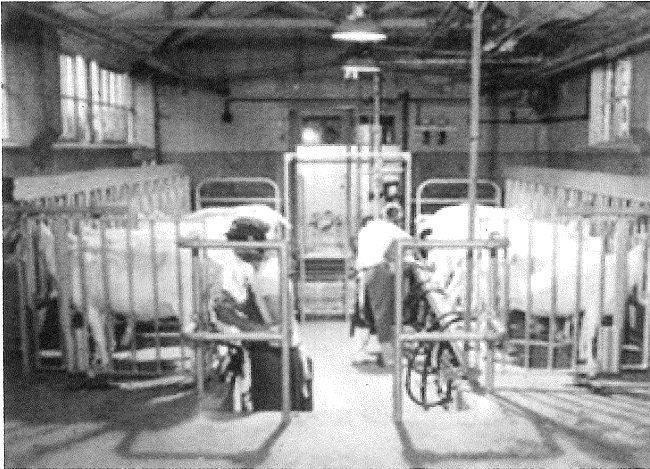
Sağımdan önce kullanılacak süt kapları ve sağım makinesi dikkatli biçimde temizlenip dezenfekte edilmelidir. Sağım makinesi çalıştırılmadan önce genel bir kontrolden geçirilmelidir.

Vakumun, sağım için gerekli değerın üzerine çıkması durumunda hayvanın meme başları sağım başlıklarının içerisine daha fazla çekilir. Bu durum hayvanın acı çekmesine ve memeden süt akış debisinin azalmasına neden olur. Bazı durumlarda hayvanın meme dokusunda geri dönüşümü kolay olmayan hasarlara da neden olabilir. Ters durumda sağım başlıkları memeden düşebilir, memeden süt akış debisi azalır. Sağım makinelerinde gerekli vakum değerinin sağlanabilmesi için vakum pompası ve vakum düzenleyicinin doğru biçimde çalışmaları sağlanmalı ve devrede yer alan ve yapımcı kuruluşlarca önerilen sayıdan fazla olan üniteler devre dışı bırakılmalıdır.

Sağım sırasında vakumda meydana gelen dalgalanmalar hayvanları rahatsız eder ve bundan sağım olumsuz yönde etkilenir. Vakum dalgalanmalarının önüne geçebilmek için vakum deposu kapasitesi ve vakum düzenleyici gözden geçirilmeli, gerekiyorsa değiştirilmelidir. Vakum düzenleyicinin vakum pompasından çok uzakta olmasının da vakum dalgalanmalarına neden olabileceği unutulmamalıdır.



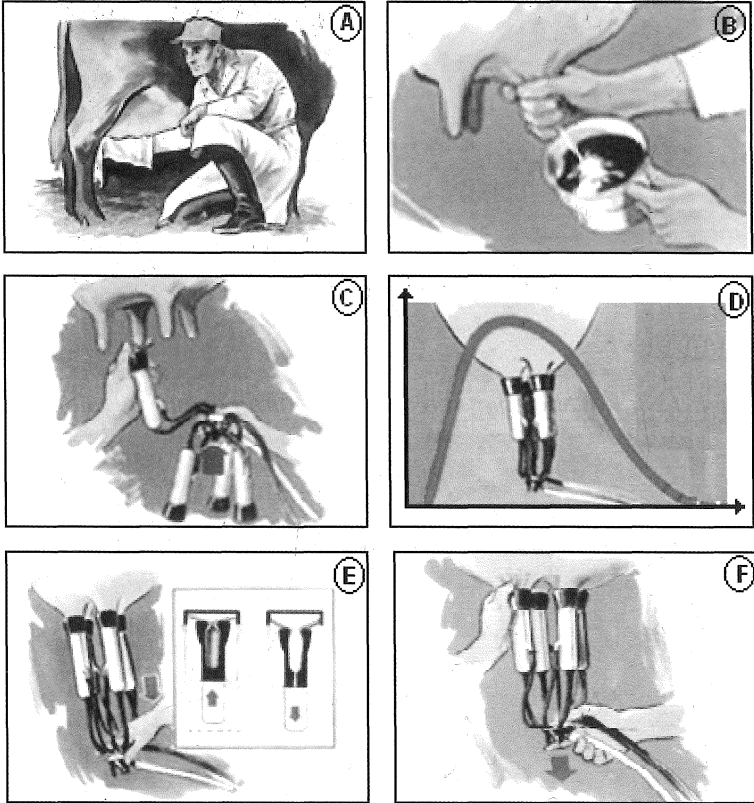
Şekil 117. Kovalı sağım makinesi ile ahırda sağım uygulaması



Şekil 118. Keçi sağım salonunda bir uygulama

Sağım sırasında vakumun düzeyi vakum göstergesinden sürekli izlenmeli, sağım başlıkları ve pülsatörün çalışmaları kontrol edilmelidir. Nabız sayısının normalden az ya da fazla olması, pülsatörlerin ayar ve bakımlarının doğru biçimde yapılmadığının bir göstergesidir.

Makine sağıma hazır duruma getirildikten sonra hayvanlar sağıma hazırlanır. Bu amaçla yapılacak işlemler aşağıdaki şekilde sıralanabilir (Şekil 119);



Şekil 119. Makineli sağımda işlem sırası

-Sağım için hayvanlar duraklara alınır ve memeleri ılık su ile yıkanarak kurulanır (Şekil 119/A),

-Sağım başlıkları takılmadan önce elle sağım yapılarak her bir meme başı kanalındaki bir kaç damla kirli süt dışarı alınır (Şekil 119/B),

-Daha sonra sağım başlıkları takılarak aktif sağıma geçilir (Şekil 119/C),

-Sağımın sonlarına doğru, süt akışı azaldığı ya da kesildiğinde bir el ile sağım pençesi aşağı doğru bastırılırken diğer el ile memeye masaj yapılır (Şekil 119/D). Böylece memede kalan son damla süt alınmış olur.

-Sağım başlıkları yavaş hareketlerle memeden çıkartılır (Şekil 119/E). Sütü biten memelerden sağım başlıklarının geç çıkartılması meme dokusunda zedelenmelere neden olabilir. İnsana bağlı bu tür hataların önlenmesi için, memelerden akan sütün debisini kontrol ederek sağımı tamamlanan hayvanlardan sağım başlıklarını otomatik olarak çıkartan sağım makineleri geliştirilmiştir.

-Son işlem olarak sağım başlıkları tarafından uygulanan sıkma ve gevşemeler nedeniyle duyarlı duruma gelen memelere koruyucu olarak ilaç uygulanır ve hayvanlar dışarı alınır (Şekil 120).



Şekil 120. Sağım sonrası memeye ilaç uygulaması

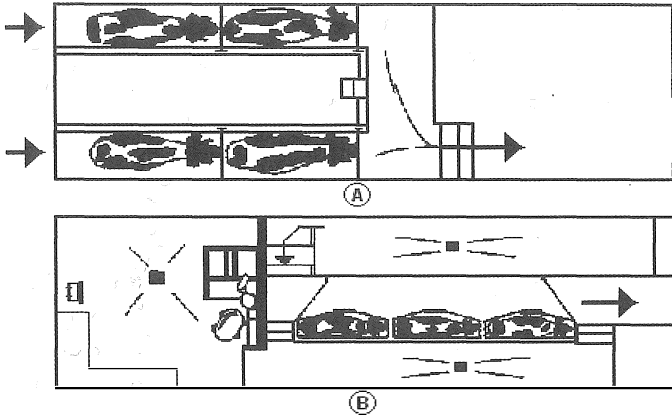
Sağımdan sonra makinenin temizliğine ayrı bir önem verilmelidir. Sütün yapısında bulunan yağ, makine içerisinde temas ettiği yüzeylere yapışarak ince bir tabaka oluşturur. Bu tabaka zamanla süt taşına dönüşür. Gözenekli yapıdaki süt taşı, mikroorganizmalar için uygun bir yaşama ortamı oluşturur. Makine içerisinde çoğalan mikroorganizmalar ise, daha sonra sağılan süte karışarak bozulmasına neden olur. Bu nedenle, sağımdan sonra makinenin sütle temas eden tüm yüzeylerin dikkatli biçimde temizlenmelidir. Temizleme işleminin uygulanmasında yapımçı kuruluşların önerilerine uyulmalıdır.

Sağım makinelerinde günlük bakım ve kontrolleri dışında periyodik bakımlarının da aksatılmaması gerekir. Bunun için yapımçı kuruluşun önerilerine uyulmalıdır. Eskiyen, kırılan ve bozulan parçalar hemen değiştirilmelidir. Özellikle uzun süre kullanılan emzik lastiklerinde oluşacak yarıkların, mikroorganizmalar için uygun yaşama ortamı oluşturacağı, hayvanın memesine zarar verebileceği unutulmamalıdır.

4.6. Sağım Salonları

Sağımda iş gücü ve zaman tüketiminin azaltılması, temiz ve sağlıklı bir sütün eldesi bakımından sağımın özel salonlarda yapılması gerekir. Bu durum özellikle büyük hayvancılık işletmelerinde bir zorunluluk olarak kabul edilir. Uygulamada farklı tipte sağım salonları bulunmakla birlikte bunlardan en yaygın olan dört tanesi tünel tipi, balık kılçığı tipi, Michigan poligon tipi ve döner tip sağım salonlarıdır. Bu sağım salonları için özet bilgiler aşağıda verilmiştir.

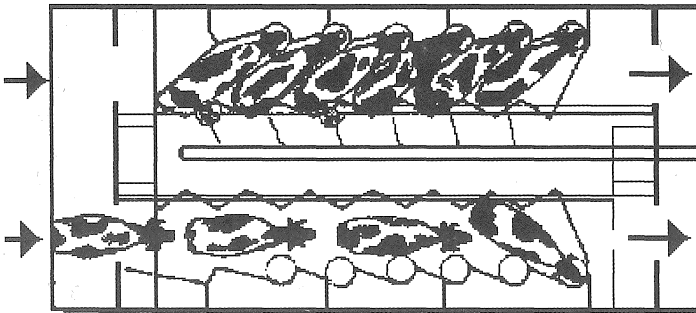
A-Tünel tipi sağım salonu: Normal ve yandan girişli tünel olmak üzere iki farklı tipi vardır. Normal tünel tipi sağım salonlarında, sağımcının bulunduğu kanalın iki tarafında hayvanların arka arkaya sıralanacağı duraklar vardır. Duraklar, metal borudan yapılmış bölmelerle birbirinden ayrılır. Her bir bölmede ayrı bir yemlik bulunur. Yandan girişli olanlarda sağılacak hayvanların duraklara alınması ve sağımdan sonra duraklardan dışarı çıkartılmasında durakların yan tarafındaki kapılardan yararlanılır (Şekil 121). Diğer deyişle, hayvanlar sağım için duraklara ayrı ayrı alınabilir. Bu düzenleme nedeniyle sağımı uzun süren hayvanlar daha etkin sağılabilir.



Şekil 121. Tünel tipi sağım salonu
(A- normal tünel, B- yandan girişli tünel)

Küçük ve orta büyüklükteki işletmeler için uygun olan bu tip sağım salonları için, tüneldeki sağımcının hayvanların memelerine ulaşma zorluğu bir dezavantaj olarak gösterilebilir.

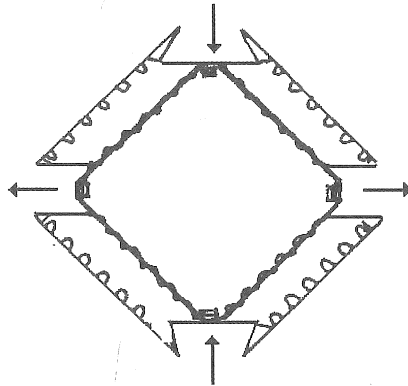
B-Balık kılçığı tipi sağım salonu: Bu tip salonlarda duraklar sağımcının bulunduğu kanalın iki tarafında yer alır. Her bir sıradaki durak sayısı 4-12 adet olabilir. Duraklar, sağımcının bulunduğu kanala belirli bir açıda olmak üzere balık kılçığı şeklinde yerleştirilir. Durakların bu şekilde sıralanması, sağımcının hayvanların memelerine ulaşmasını kolaylaştırır. Duraklar arasında bölme bulunmaz. Durakların ön tarafında, sağım sırasında hayvanların kullanacağı birer yemlik vardır (Şekil 122).



Şekil 122. Balık kılçığı tipi sağım salonu

Hayvanlar sağıım salonuna gruplar şeklinde alınır. Bir sıraya alınan hayvanlar için yemleme ve meme temizliği işlemlerinden sonra, sağıım başlıkları takılarak aktif sağıım işlemi başlatılır. Bu grup hayvanlar sağıılırken diğer durak sırasına sağıım için hayvanlar alınır. Bunların yemleme ve meme temizliği işlemleri yapılır. Bir önceki grupta sağıımı tamamlanan hayvanlardan sağıım başlıkları çıkartılarak diğer grup hayvanlara takılır ve aktif sağıım başlatılır.

C-Michigan poligon tip sağıım salonu: Bu sağıım salonlarında duraklar bir karenin kenarlarına balık kılçığı biçiminde sıralanmıştır (Şekil 123). (6 x 4) baş kapasiteli olanlar daha yaygındır. İki adet giriş ve iki adet çıkış kapısı vardır. Genel olarak iki adet sağıımcının yeterli olduğu düşünülür. Sağıımcılar durak sıralarının orta bölgesinde bulundukları için, tüm durakları kolayca görebilirler. Büyük kapasiteli işletmeler için uygundur.



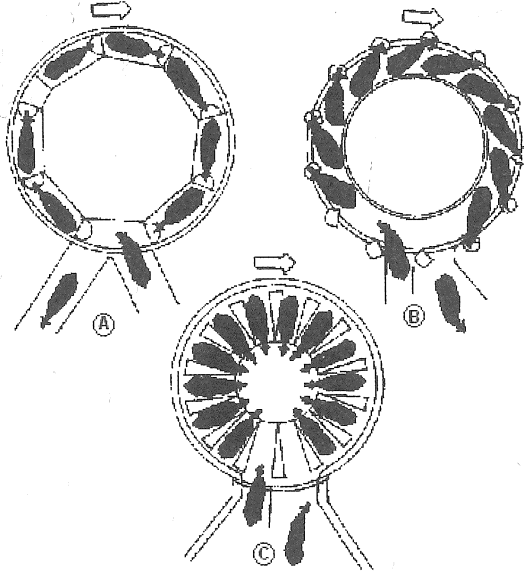
Şekil 123. Michigan poligon tipi sağıım salonu

D-Dairesel (Döner) tip sağıım salonu: Duraklar salonda bir daire yörüngesinde sıralanır. Durakların bulunduğu platform sağıımcı ya da bir zaman saati ile kumanda edilerek kendi eksenini etrafında ve belirli bir hızda döner. Döner tandem, döner balık kılçığı ve döner radyal duraklı olmak üzere üç farklı tipte olabilir (Şekil 124).

Çoğu döner sağıım salonlarında, her bir hayvanın sağıım için durağa alınmasından sonra, sağıımcı tarafından platform bir durak boyunda hareket ettirilir. Platform 15-20 saniye içerisinde bir durak boyu kadar hareket

ettikten sonra otomatik olarak durur. Diğer tiplerde ise platform otomatik olarak belirli bir hızda ve kesintisiz biçimde döner. Platformun bir turunda sağımı tamamlanan hayvanlar duraklardan dışarı alınır..

Döner balık kılçığı tipi sağım salonlarında hayvanlar, platform üzerine dairesel yörüngede balık kılçığı biçiminde sıralanır. Döner balık kılçığı ve döner tandem tipi sağım salonlarında genellikle iki sağımcı yeterli kabul edilir.



Şekil 124. Döner tip sağım salonları

(A- döner tandem, B- döner balık kılçığı, C- döner radyal duraklı)

Döner radyal duraklı sağım salonlarında hayvanlar, platform üzerine başları dairenin merkezine bakacak biçimde ve radyal olarak sıralanırlar. Sağımcılar platformun dış tarafında bulunur. Bir kişi duraklara alınan hayvanların meme temizliği ve meme başlıklarının takılması işlerini yaparken diğer bir kişi de sağımı tamamlanan hayvanlardan meme başlıklarının çıkartılması ve hayvanların salondan dışarı alınmasını sağlar. Dolayısıyla iki sağımcı yeterlidir.

4.7. Sütün Depolanması

Önceki konularda değinildiği üzere süt, yavru için son derece önemli bir besin maddesidir. Yavrunun belirli bir yaşa kadar gereksineceği her türlü besin, vitamin ve mineral maddeleri içerir. Yavru için önemli bir besin maddesi olan süt, uygun olmayan koşullardan çabucak etkilenir. Bu etkiye bağlı olarak kalitesi düşer, tüketiciler için yarardan çok zararlı duruma gelir. Bu nedenle temiz ve sağlıklı bir sütün eldesi ve işleninceye kadar bu özelliğinin korunması hayvancılık işletmelerinin sorumluluğunda olan bir konudur.

Temiz ve sağlıklı bir sütün elde edilebilmesi için öncelikle, sütün sağıldığı hayvandan başlayarak, sağım işini yapan sağımçıların ve sütün temas edeceği kapların temiz ve sağlıklı olmaları gerekir. Bazı hastalık etmenlerinin hayvan, insan ve çevre arasında çeşitli yollarla bulaşabildiği dikkate alındığında bunun ne denli önemli olduğu kolayca anlaşılabilir.

Temiz ve sağlıklı bir hayvandan, temiz ve sağlıklı bir sağımçı ile temiz ve sağlıklı araçlar kullanılarak elde edilen sütün, işleninceye kadar kalitesinde önemli bir değişiklik olmadan depolanabilmesi için iki teknik işlemden geçirilir. Bunlardan birisi süzme, diğeri soğutmadır.

Sağımdan sonra sütün süzülmesi, sağım sırasında çeşitli şekillerde süte karışan ve çok sayıda mikroorganizmanın barınağı olan, sütün görünüş, tat ve kokusunu bozan, gözle görülebilir boyuttaki yabancı maddelerin ayrılması amacına yöneliktir. Küçük işletmelerde sütün süzülmesinde süzme bezleri kullanılırken, büyük işletmelerde bu amaçla özel süzgeçler ve basınçlı filtrelerden yararlanılır. Etkin bir süzme işlemi için, süzme bezlerinin kaliteli malzemeden yapılması, standartlara uygun ve temiz olması gerekir. Santrifüj süzgeçler, çok sayıda konik disklerden oluşur. Süzülecek süt, bu disklerin arasına çok ince tabakalar şeklinde yayılır. Oluşturulan merkezkaç kuvvetin etkisiyle süttten daha ağır olan yabancı maddeler kenara fırlatılarak temizleme işlemi gerçekleştirilir.

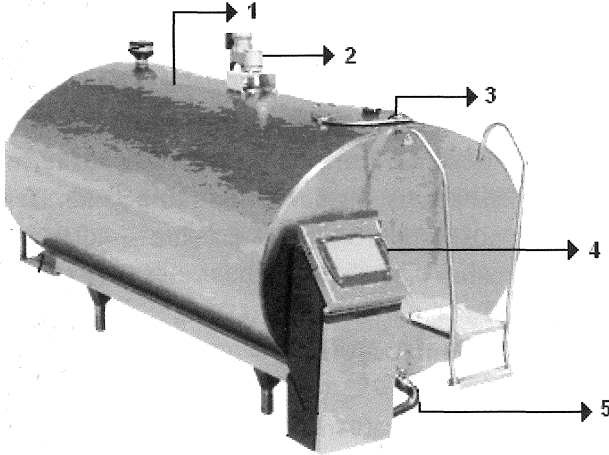
Sağımdan sonra sütün sıcaklığı yaklaşık 35 °C olup, hayvanın vücut sıcaklığına yakındır. Bu sıcaklık değeri, çeşitli biçimlerde süte karışmış olan mikroorganizmalar için uygun bir ortam oluşturur. Bunun sonucunda da sütün kalitesi kısa sürede düşer ve ileri aşamalarda süt tüketilemez duruma gelir. Bu durumun önlenebilmesi için sağımdan sonra en geç 3 saat içerisinde sütün sıcaklığının 4-5 °C'ye düşürülmesi gerekir. Yapılacak

soğutma işlemi, çeşitli biçimlerde süte karışmış olan mikroorganizmaların aktivitetlerini engelleme amacına yöneliktir.

Sütün soğutulmasında özel soğutma tanklarından yararlanılır. Çeşitli kapasitelerde yapılan soğutma tankları yatay ya da düşey silindirik depo şeklinde, sabit ve mobil (arabalı) tipte olabilir.

Aslında süt soğutma tankları, deposu evaporatör şekline getirilmiş, kompresyonlu bir soğutma sistemidir. Silindirik depo iki cidarlı olarak yapılır. İç cidar, içerisinde soğutucu akışkanın dolaştığı kanallar bulunan paslanmaz malzemeden yapılır. Bu deponun dış kısmında 5-10 cm kalınlığında ısı yalıtım malzemesi vardır. Bu tabakanın üzerinde ise dış cidar yer alır. İşletmede belirli bir yere ayaklar üzerine yerleştirilen deponun üst tarafında kapaklı bir kontrol açıklığı ile içerisinde mekanik bir karıştırıcı ve gerektiğinde deponun temizlenebilmesi için su püskürtme memeleri vardır (Şekil 125).

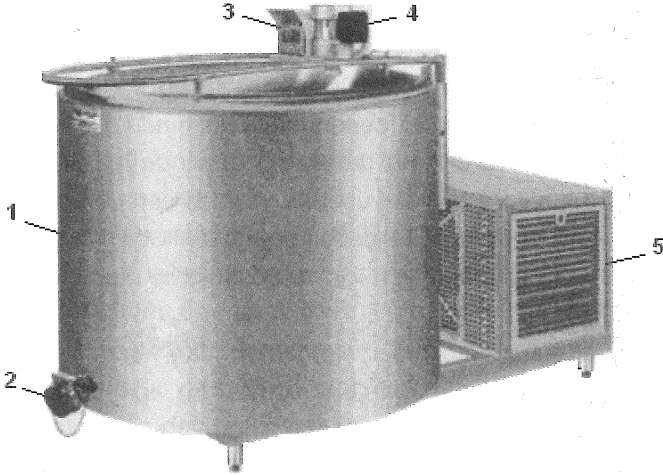
Soğutma sisteminin diğer elemanlarından kondensör, kompresör, genişleme valfi ve diğer bazı parçalar atmosfere açık ayrı bir odada yer alır. Sistemin kontrol panosu, tankın üzerinde ya da yakın bir noktada olabilir. Soğutulacak süt depoya üstten doldurulur, boşaltma ise alt kısmındaki vanadan bir pompa ile yapılır.



Şekil 125. Yatay tip süt soğutma tankı

- (1- depo, 2- karıştırıcı, 3- kontrol açıklığı,
(2- 4- kumanda panosu, 5- boşaltma vanası)

Küçük kapasiteli soğutma tanklarında kondensör, kompresör, genişleme valfi ve diğer bazı parçalar ile kontrol panosu depo ile birlikte aynı çatı üzerinde olabilir (Şekil 126).



Şekil 126. Küçük kapasiteli dikey tip süt soğutma tankı

(1- Depo, 2- boşaltma vanası, 3-kumanda panosu, 4- karıştırıcı, 5- kondensör)

Soğutma tankları boşaltıldığında dikkatli biçimde yıkanarak temizlenmelidir. Bunun için deponun içerisine yerleştirilen püskürtme memelerinden yararlanılır. Yıkama sıvısı bir pompa ile basınçlandırılarak depo içerisindeki memelerden püskürtülür ve belirli bir süre sirkülasyon yaptırdıktan sonra depo dışına alınır.

5. Gübre Eldesinde Mekanizasyon

5.1. Genel

Hayvanlar tarafından üretilen katı ve sıvı gübreler ile altlık olarak kullanılan sap, saman vb. materyal karışımlarına çiftlik gübresi adı verilir. Çiftlik gübresi hem hayvancılık işletmeleri için gelir getiren bir ürün, hem de bitkisel üretimde aranan bir girdi durumundadır.

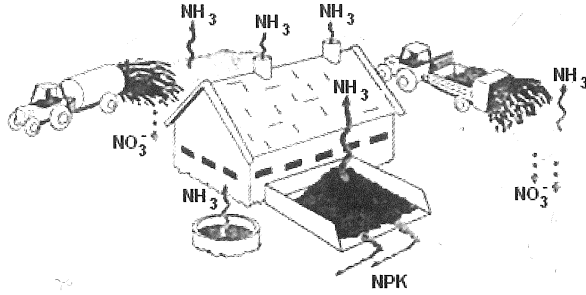
Çiftlik gübresinin bu yararlarına karşın, gerekli önlemler alınmadığı zaman zararlı etkileri de ortaya çıkar. Bunlardan en önemlileri; koku yayması, çeşitli hastalık etmenlerine ortam hazırlaması ve çevre kirliliğidir.

Çiftlik gübrelerinin mikrobiyolojik ayrışmasına bağlı olarak ortaya çıkan gazların başında amonyak, hidrojen sülfür, metan, karbondioksit gelir. Amonyak havadan hafif, renksiz, keskin kokulu, suda çözünebilir bir gazdır. Hidrojen sülfür renksiz, çürük yumurta kokusunda ve toksik etkisi yüksek bir gazdır. Karbondioksit renksiz, kokusuz ve havadan 1.5 kat daha ağır, toksik etkisi olmayan bir gazdır. Metan ise yanıcı bir gaz olup, havada hacimsel olarak %10-15 oranında metan bulunması durumunda yanıcı etkisi ortaya çıkabilir.

Sıralanan gazların gerek insan, gerekse hayvanlar üzerine olan etkileri konusunda çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalara bağlı olarak kapalı barınak ortamları için izin verilen konsantrasyon değerleri belirlenmiştir. İzin verilen konsantrasyon değerleri bakımından kuruluşlar arasında tam bir uyum bulunmamakla birlikte ortalama değerler olarak amonyak için 10-20 ppm, hidrojen sülfür için 5-10 ppm, karbondioksit için 5 000 ppm, metan için 10 000 ppm değerleri esas alınabilir (ASAE, 1984; Öner, 2001; Yıldız, 2005)

Hayvan barınaklarında yapılacak tekniğine uygun gübre temizliği ve havalandırma uygulamaları ile bu gazların konsantrasyonları izin verilen sınır değerlerin altına çekilebilir (ASAE, 1984; ASAE, 1994; Yıldız, 2005).

Hayvan barınaklarında üretilen gübrelerin depolanması ve bitkisel üretimde kullanılmak üzere toprağa verilmesi sırasında da gereken özenin gösterilmesi gerekir. Aksi durumda koku ve görüntü kirliliğine ek olarak yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının kirlenebileceği, atmosfere salınan gazlar nedeniyle sera etkisine neden olabileceği, gübrenin yapısında bulunan inorganik formdaki bitki besin maddelerinin (N, P, K) yağışlarla birlikte yıkanarak toprağın alt katmanlarına (Bitkilerin yararlanamayacağı bölgele-re) inebileceği unutulmamalıdır (Erkan, 2005).



Şekil 127. Çiftlik gübresine bağlı çevre kirliliği

Çiftlik gübrelerinin neden olabileceği olumsuzlukların önlenmesi ve onlardan beklenen yararın sağlanabilmesi açısından bu gübrelerin kısa sürede barınaklardan uzaklaştırılmaları, uygun yerlerde depolanmaları ve bitkilerin istedikleri yer ve zamanda toprağa verilmeleri gerekir.

Çiftlik gübresinin barınaklardan temizlenmesi, biriktirilerek depolanması, olgunlaştıktan sonra taşınıp toprağa karıştırılması yorucu ve zaman alıcı işlemlerdendir. Bu işlemleri kolaylaştırmak ve çalışanların iş verimlerini artırmak için mekanizasyon araçlarından yararlanılır. Bu amaçla kullanılacak mekanizasyon araçlarının tasarımı ve çalıştırılmalarında için gübreyle ilişkin bazı fiziko-mekanik özelliklerinin bilinmesi gerekir.

Çiftlik gübresinin bileşimi hayvanın cinsi, yaşı, beslenme durumu, kullanılan altlık çeşidi ve miktarı, gübrenin depolanma şekli vb. birçok etmene bağlıdır. Genel bir yaklaşım olarak çiftlik gübresinin bileşiminde %75 su, %17 organik madde ve %6 inorganik madde bulunduğu kabul edilir (Ayık, 1985). Hayvanlardan elde edilecek gübre miktarı çeşitli elementlere göre değişiklik gösterir. Çeşitli hayvanların günlük gübre üretimi değerleri Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 5. Çeşitli Hayvanların Gübre Üretim Değerleri (Dmitrewski, 1982)

	Katı		Sıvı	
	Değişim	Ortalama	Değişim	Ortalama
Sığır	25.0-40.0	33.0	10.0-30.0	17.0
Domuz	1.2-2.5	1.5	2.5-4.5	3.5
Koyun	1.5-2.5	2.0	0.6-1.0	0.8
Tavuk	-	0.18	-	-

Pratik hesaplamalarda bir hayvanın, günde tükettiği kuru madde- nin üç katı kadar yada canlı ağırlığının %8'i kadar taze gübre üretebileceği kabul edilir (Yavuzcan ve Ark., 1982). Taze çiftlik gübresinin hacim ağırlığı 0.4-0.5 t/m³ sıkıştırılmış koşulda ise 0.7-1.1 t/m³ arasında değişir.

Gübrenin herhangi bir yüzeyden sıyrılma (kürenme) direnci, onun altlık içeriği ile yakından ilişkilidir. Çiftlik gübrelerinde altlık materyali içeri- ği %10-50 arasında değişir. Buna bağlı olarak da sıyrılma direnci 0.7-1.0 N/cm² arasında değişir.

5.2. Barınak Temizleme Düzenleri

Hayvan barınaklarında biriken gübrenin barınak dışına alınması ve uygun yerlerde depolanması öncelikle hayvan sağlığı açısından büyük önem taşır. Bu işlem, ağır işler grubunda yer alır. Yapılan çalışmalarda, barınaklarda biriken gübrenin sıyrılarak gübreliklere doldurulması sırasında harcanan iş gücü ve zamanın, barınaklarda yapılan toplam işler içerisinde- ki oransal değerinin %10-23 arasında değiştiği belirlenmiştir (Bilgen ve Ark., 199; 1Yıldız ve Ark., 1988). Küçük işletmelerde barınakların temiz- lenmesinde kürek, dirgen, el arabası, dekovil gibi basit mekanizasyon araçlarından yararlanılmasına karşın, büyük ve modern işletmelerde bu amaçla farklı yöntemler uygulanmaktadır. Bu yöntemler yetiştirilen hayva- nın türü, barınak tipi, kullanılan altlık çeşidi ve miktarı gibi bir çok de ğiş- kene bağlıdır.

Burada tüm bu yöntemler ve bu amaçla kullanılan düzenler yerine, büyük baş hayvan yetiştiriciliğinde kullanılan ahır temizleme düzenekleri ele alınacaktır. Bunların bir kısmı küçükbaş ve kanatlı yetiştiriciliğinde de kullanılabilir özelliktedir. Ahırların temizleme düzenleri aşağıdaki biçimde sınıflandırılabilir;

1-Mekanik temizleme düzenleri;

a-Mobil tip temizleme düzenleri,

b-Durağan çalışan temizleme düzenleri,

-Kovalı tip küreyiciler,

-Salınım hareketli katlanır paletli küreyiciler,

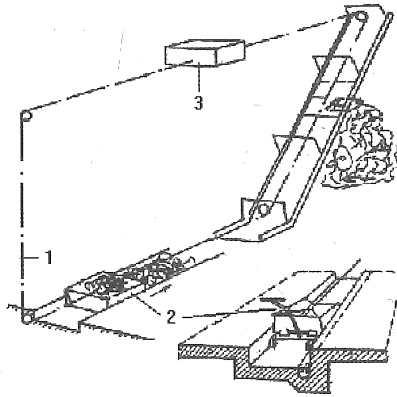
-V tipi katlanır paletli küreyiciler,

2-Hidrolik temizleme düzenleri,

- a-Barajlı yüzdürmeli temizleme düzenleri,
- b-Serbest yüzdürmeli temizleme düzenleri,
- c-Biriktirmeli temizleme düzenleri.

Serbest duraklı açık ahırlarda durak sıraları arası ve gezinti alanları ile bağlı duraklı ahırlarda gübre kanalında biriken gübrenin sıyrılarak temizlenmesinde mobil tip temizleme düzenleri kullanılır. Mobil tip temizleme düzenleri, kendi yürür özel makineler şeklinde olabileceği gibi, traktöre bağlanan bir sıyrıcı ve ön yükleyici şeklinde de olabilir. Küçük ve dar açılı alanların temizlenmesinde tek akslı küçük traktörler, daha geniş alanların temizlenmesinde ise traktöre bağlı ön yükleyici ya da sıyrıcıdan yararlanılır. Mobil tip temizleme düzenlerinin çalıştırılabilmesi için ahır boyutlarının bu sistemlerin çalışmasına uygun olması gerekir.

Bağlı duraklı ahırlarda gübreler, durak sıraları arasındaki gübre kanalında birikir. Buradan gübrenin sıyrılarak gübrelıklere taşınmasında durağan çalışan temizleme düzenlerinden yararlanılır. Durağan çalışan temizleme düzenlerinin en basiti kovalı olanıdır. Kovalı bir temizleme düzeni 0.8-1.0 m genişliğinde bir kova, çekme elemanı, güç ünitesi ve hareket iletim sisteminden oluşur (Şekil 128). Motor çalıştığında çekme elemanı bir makaraya sarılır. Bu sırada çekme elemanının bağlı olduğu kova, gübre kanalı içerisinde hareket eder. Sıyrılan gübre, ahır dışına taşındıktan sonra kova tekrar küreme pozisyonu alır.



Şekil 128. Kovalı ahır temizleme düzeni
(1-çekme elemanı, 2-kova, 3-güç ünitesi)

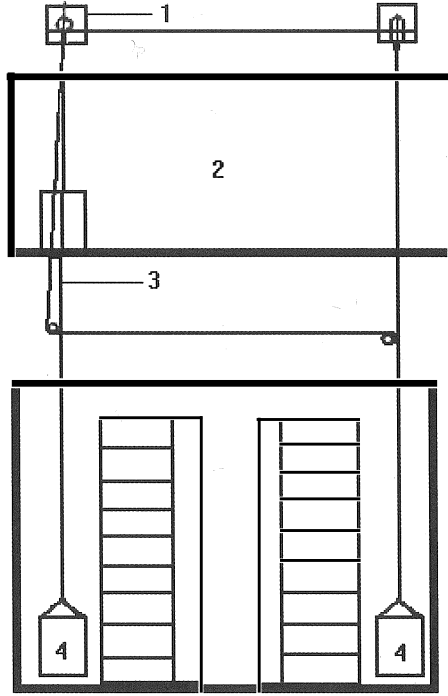
Yarı otomatik tip kovalı temizleme düzenlerinde kovanın arka tarafında iki adet tekerlek ve bir tutak bulunur. Sıyırma işleminden sonra boşalan kova, işçi ile çekilerek küreme pozisyonuna getirilir.



Şekil 129. Kovalı ahır temizleme düzeni ile bir uygulama

Kovalı temizleme düzenleri tek ve çift kovalı olabilir. Çift kovalılarda kovalardan birisi temizleme yaparken diğeri küreme pozisyonuna geri döner (Şekil 130).

Kovalı temizleme düzenleri, 60 ve daha az hayvanı bulunan işletmeler için uygundur. Güç gereksinmesi kova genişliğine bağlı olup, genellikle 1.0-1.5 kW'lık motor gücü yeterli kabul edilir. Çekme elemanı hızı (kova hızı) 0.2-0.4 m/s arasında değişir.

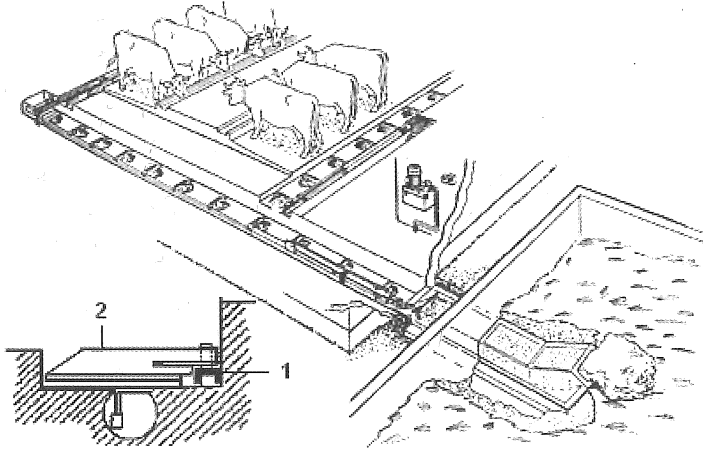


Şekil 130. Çift kovalı ahır temizleme düzeni

(1- güç ünitesi, 2- gübrelik, 3- çekme elemanı, 4- kova)

Salınım hareketli katlanabilir paletli barınak temizleme düzeni, gübre kanalı içinde ileri – geri hareket eden çekme elemanı, buna belirli aralıklarla katlanabilir şekilde bağlanmış küreme elemanları (paletler) ile güç ve hareket iletim düzeninden (redüktörlü elektrik motoru) oluşur. Çekme elemanı olarak bir kızak üzerinde çalışan U profil ya da zincir kullanılabilir. Çekme elemanının ileri hareketinde, küreme elemanları açılarak çekme elemanı ile 90° lik açı yapacak pozisyona gelir ve gübreyi bir miktar iletir. Geri hareketinde ise küreme elemanları çekme elemanına doğru kapanarak bir önceki küreme elemanları tarafından getirilen gübrenin arkasına, küreme pozisyonuna geçer. Bu işlemin tekrarlanmasına bağlı olarak gübre, porsiyonlar şeklinde ileri doğru kaydırılarak barınaktan dışarı

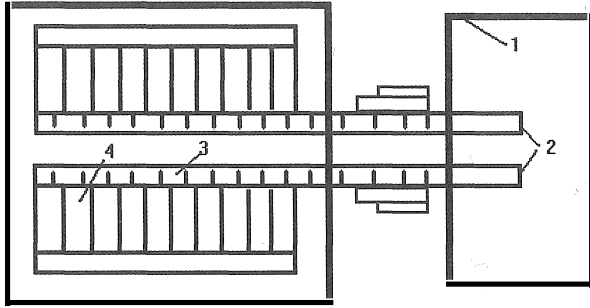
taşınır. Şekil 131’de çekme elemanı U profilden yapılmış salınım hareketli ahır temizleme düzeni verilmiştir.

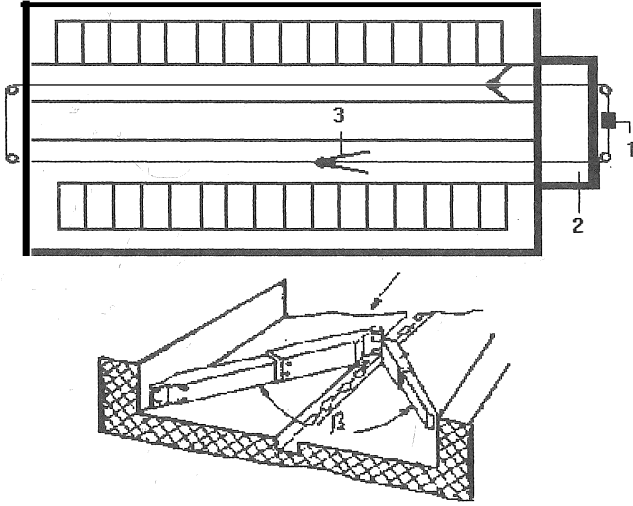


Şekil 131. Salınım hareketli ahır temizleme düzeni

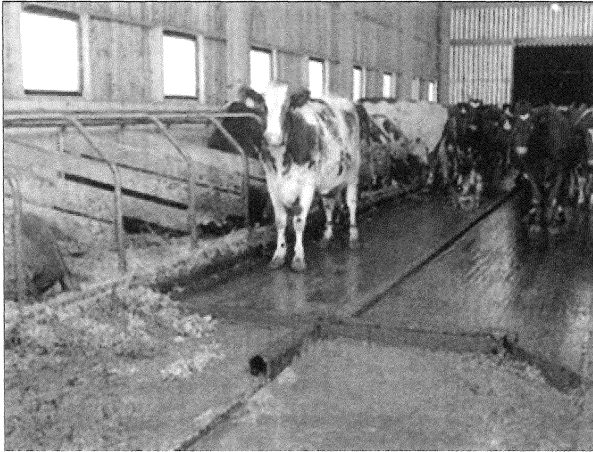
(1- çekme elemanı, 2- küreme elemanı/palet)

Paletler sac ya da ahşap malzemeden yapılır. Uzunlukları gübre kanalının genişliğine bağlı olup, 50-60 cm, yüksekliği ise 10-15 cm arasında değişir. Paletlerin uç kısmı ile gübre kanalının yan duvarları arasında 1.5-2.0 cm’lik boşluk bulunur. Bu boşluk, olası sıkışmaları önlemek içindir. Paletler çekme elamanına 80-100 cm aralıklarla bağlanır. Çekme elemanının stroku 150-250 cm ve hızı 0.2-0.4 m/s arasında değişir. Gübre kanalının daha iyi temizlenmesi ve çekme elemanının ileri-geri hareketine bağlı olarak paletlerin açılıp kapanmalarını kolaylaştırmak için paletlerin alt kısımlarına yaklaşık 5 mm kalınlığında lastik (kauçuk) parçalar yerleştirilir. Bu tip temizleme düzenleri orta büyüklükte ve tek ya da çift sıra duraklı ahırlar için uygun olup, yaklaşık 5 kW’lık elektrik motoru ile çalıştırılırlar. Birden fazla gübre kanalı bulunan ahırlarda her bir kanal için ayrı bir temizleme düzenine gereksinim duyulur. Salının hareketli katlanır paletli barınak temizleme düzeninin tek ve çift sıra duraklı ahırlardaki yerleşimi Şekil 132’de verilmiştir.





Şekil 133. V tipi katlanır paletli ahır temizleme düzeni
(1- güç ünitesi, 2- gübrelik, 3- küreme elemanı)



Şekil 134. V tipi katlanır paletli ahır temizleme düzeni ile bir uygulama

Mekanik temizleme düzenlerinin amaçlanan şekilde çalışabilmeleri için gübre kanalının taban ve yan duvarlarının olabildiğince düzgün ve gübre akış yönünde biraz eğimli olması gerekir. Ayrıca sıvı gübrenin akışını

kolaylaştırmak için gübre kanalının tabanına küçük bir kanal yapılmalıdır. Bu kanaldan alınan sıvı gübre ayrı bir depoda (sıvı gübre deposu) depolanabilir. Altlık olarak kullanılacak materyalin 10 cm'den daha küçük olması bu sistemlerin çalışmalarını kolaylaştıracığı da unutulmamalıdır.

Ahırlarda kullanılan ve durağan çalışan mekanik temizleme düzenlerinin projelenmesinde mekanik götürücüler için geliştirilmiş eşitliklerden yararlanılır (Dmitrewski, 1982).

Ahırlarda biriken gübrenin yatay konumda kürenerek barınak dışına çıkartılmasında kullanılacak bir küreme sisteminin kapasitesi aşağıdaki eşitlikle hesaplanır;

$$Q_m = 3600.b.h.v\rho_s.\psi$$

Ahır dışına çıkartılan gübrenin gübrelige yığılması ve materyali yatayla belirli açılarda eğimli olarak taşıyacak küreme sistemlerinin kapasiteleri ise aşağıdaki eşitlikle hesaplanır;

$$Q_m = 3600.b.h.v\rho_s.\psi.k$$

Eşitliklerde;

Q_m = Küreme sisteminin kapasitesi (t/h),

b = Palet genişliği (m),

h = Palet yüksekliği (m),

v = Çekme elemanının hızı (m/s),

ρ_s = Gübrenin yoğunluğu olup taze gübre için 0.4-0.5 t/m³ alınabilir,

ψ = Gübre kanalının doluluk oranı,

k = Eğimli çalışan küreme sistemlerinde izin verilen kapasite azalma oranı olup 0.4-0.6 alınabilir.

Gübre kanalında günde biriken gübre miktarı, günde yapılacak temizleme işlemi sayısı ve bir temizleme işleminin tamamlanma süresine bağlı olarak temizleme düzeninin kapasitesi aşağıdaki eşitlikle de hesaplanabilir;

$$Q_m = \frac{Q_g}{T_k.Z}$$

Eşitlikte ;

Q_m = Küreme sisteminin kapasitesi (t/h),

Q_g = Günde biriken gübre miktarı (t),

Z = Günde temizleme düzeninin çalıştırılma sayısı (küreme sayısı),

T_k = Bir temizleme işleminin tamamlanma süresi (h)'dir.

Gübre küreme düzeninin karşılaştığı toplam direnç aşağıdaki bileşenlerden oluşur.

-Boşta çalışma sırasında karşılaşılan direnç,

-Hareket ettirilen gübrenin, gübre kanalına sürtünmesi nedeniyle oluşan direnç,

-Paletler ile gübre arasındaki sürtünme direnci.

Sistemin çalışma sırasında karşılaşacağı toplam direnç değeri belirlendikten sonra bu sistemi çalıştıracak motor gücü aşağıdaki eşitlikle hesaplanır;

$$N = \frac{P.v}{1000.\eta}$$

Eşitlikte;

N = Motor gücü (kW),

P = Toplam hareket direnci (N)

v = Çekme elemanının hızı (m/s)

η = Hareket iletim sisteminin verimidir.

Atlıksız yetiştiricilik yapılan ızgaralı ahırların temizlenmesinde hidrolik etkiden yararlanılır. Hidrolik temizleme sistemlerinde durak sıraları boyunca uzanan gübre kanalı biraz daha derin olup, üzerlerinde metal ya da beton ızgaralar bulunur. Gübrenin su ile taşınarak istenilen yerde depolanmasını sağlayan hidrolik temizleme yönteminin değişik uygulama şekilleri bulunur. Bunlardan üç tanesi aşağıdaki gibi sıralanabilir;

-Barajlı yüzdürme yöntemi,

-Serbest yüzdürme yöntemi,

-Gübrenin doğrudan gübre kanalında biriktirilme yöntemidir.

İlk yöntemde dikdörtgen kesitli gübre kanalının tabanı % 0.5-2.0 oranında gübrelige doğru eğimli yapılır. Gübre kanalının gübrelige bağlandığı noktada bir adet sürgü kapak bulunur. Her gün ızgaralar su ile yıkanarak su/gübre karışımı kanalda biriktirilir. Belirli bir birikimden sonra (3-4 günde bir kez) kapak hızla açılarak gübrenin kanaldan gübrelige akması sağlanır. Daha sonra kanal su ile yıkanarak kapağı kapatılır.

İkinci yöntemde gübre kanalı eğimli değildir. Kanalin gübre deposuna açılan kısmında 12-15 cm yüksekliğinde bir eşik bulunur. Gübre kanalı eşik seviyesine kadar su ile doldurulur. Kanala düşen gübre üstten yüzerek eşikten aşır gübrelige dökülür. Sistemin çalışabilmesi için gübre kanalı uzunluğunun zorunlu olmadıkça 35-40 m'yi geçmemesi önerilmektedir.

Gübrenin doğrudan ahır tabanında biriktirilme yönteminde ise ahır tabanı gübre deposu olarak kullanılır. Kanal derinliği bir depolama döneminde birikecek katı ve sıvı gübre ile temizleme suyunu alabilecek şekilde seçilir. Belirli aralıklarla gübre karıştırılarak akıcı duruma getirilir. Depolama süresi sonunda barınak dışındaki pompa çukurundan gübre alınarak tarlaya verilir. Bu yöntemde ayrı bir sıvı gübre deposuna gerek duyulmaz.

Hidrolik temizleme yönteminin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için gübre deposu ve kanalların sıvı akışını kolaylaştıracak şekilde yapılmaları gerekir. Ayrıca; yetiştirme sırasında yem atıkları ve samanın gübre kanallarına geçmesi de önlenmelidir.

6. Diğer Mekanizasyon Uygulamaları

6.1. Genel

Kaba ve kesif yemlerin eldesi, sütün eldesi ve barınaklarda gübre temizliğinden başka hayvansal üretimde yapılan daha bir çok işlem vardır. Yetiştiriciliği yapılan hayvana göre değişen bu işlemlerden bazıları; sulama, yemleme, kıl ve yapağı kırkımı, yumurta üretimi ve sınıflandırılması, civciv üretimi vb. olarak sıralanabilir. Bu işlemlerden bir kısmı yılda toplam bir kaç saattik süre içerisinde tamamlanır. Diğer deyişle, bu işlemlerin yapımında kullanılan makinelerin yıl içindeki kullanım süreleri birkaç saati geçmez. Bu nedenle burada, daha fazla işgücü ve zaman gerektiren sulama, yemleme ve civciv üretiminde mekanizasyon uygulamalarına yer verilmiştir.

6.2. Suluklar

Hayvanların su gereksinmelerinin doğru biçimde karşılanması, verimi arttırıcı önemli işlemlerden birisidir. Hayvanların su gereksinimleri; onların ırk, cins, yaş, verim ve beslenme durumu ile çevre koşullarına bağlı olarak değişir. Ortalama değerler olarak hayvanların su tüketimleri, sağmal ineklerde 50 lt/gün, besi sığırlarında 45 lt/gün, koyunlarda 9 lt/gün, domuzlarda 15 lt/gün ve tavuklarda 0.2 lt/gün olarak kabul edilir.

Hayvanların su gereksinimleri, barınak dışındaki açık kaynaklardan karşılanabilir. Bu tür açık su kaynakları bulaşıcı hastalıkların yayılmasına, kış aylarında içilen soğuk su nedeniyle hayvanların üşümelerine neden olabilir. Modern yetiştirme tekniğinde hayvanların istedikleri anda içebilecekleri temiz ve sağlıklı suyun her an hazır bulundurulması gerekir. Bu amaçla değişik tip suluklardan yararlanılır.

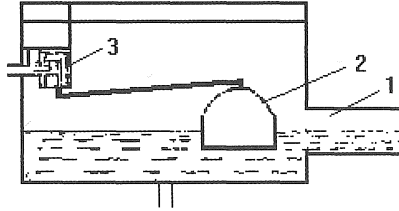
Hayvansal üretimde kullanılan suluklar çalışma şekli ve kullanım amacına bağlı olarak değişik biçimlerde sınıflandırılır. Bu tür bir sınıflandırma aşağıda verilmiştir;

- 1-Yararlanan hayvan sayısına göre;
 - a-Bireysel suluklar,
 - b-Grup sulukları.
- 2-Çalışma basıncına göre;
 - a-Sabit seviyeli ve şamandıralı suluklar,
 - b-Basınçlı tip suluklar,
 - Çanaklı tip,
 - Enjektörlü tip.
- 3-Kullanım amacına göre;
 - a-Buzağı ve dana sulukları,
 - b-Koyun sulukları,
 - c-Domuz sulukları ve
 - d-Kanatlı sulukları.
- 4-Kullanım yerine göre;
 - a-Barınak içerisinde kullanılan suluklar,
 - b-Merada kullanılan suluklar.

Büyükbaş ve küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinde şamandıralı yalak, şamandıralı çanak, enjektörlü ve pompalı tip otomatik suluklar, kanatlı

yetiştiriciliğinde ise, şamandıralı yatak, şamandıralı çanak, asma ve damla tip suluklar kullanılır.

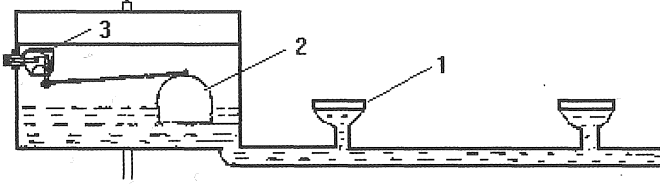
Şamandıralı yalak suluklar serbest duraklı ahırlarda ve ağıllarda kullanılır. Enine kesiti kare, dikdörtgen ve trapez şeklinde olabilen yalağın hacmi 50-500 litre arasında olabilir. Beton ve paslanmaz metal malzemeden yapılır. Yalak içerisindeki su seviyesi şamandıralı bir valf yardımıyla ayarlanır (Şekil 135). Yalaktaki su seviyesi azaldıkça şamandıra aşağı doğru hareket eder ve valf açılarak yalağın dolması sağlanır. Yalak doldukça şamandıra yukarı kalkar ve valf kapanır. Yemleme sırasında hayvanların birbirlerini rahatsız etmelerini önlemek ve sululukların temiz kullanımlarını sağlamak için suluklar barınak içerisinde yemliklerden uzağa yerleştirilir.



Şekil 135. Şamandıralı yalak tipi suluk
(1- yalak, 2- şamandıra, 3- valf)

Şamandıralı yalak tipi suluklar kanatlı yetiştiriciliğinde de kullanılır. Asılır ve yere monte edilen tipleri bulunur. Yalak, paslanmaz sac ya da plastikten yapılır. Yalaklar, enine kesiti 40 x 40 mm ya da 50 x 50 mm boyutlarında (V) şeklindedir. Yalak uzunluğunun belirlenmesinde civciv için 4 cm, piliç için 5-6 cm ve tavuk için 6-7 cm esas alınır. Yalak içerisindeki su seviyesi şamandıralı bir valf yardımıyla 0.5-1.5 cm arasında sabit tutulur.

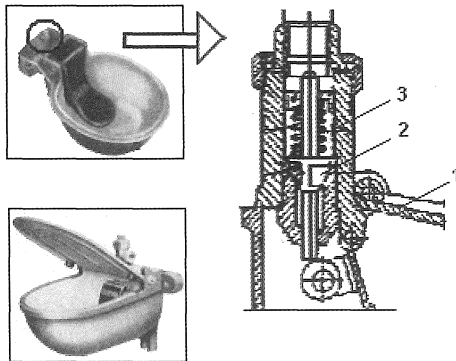
Şamandıralı çanak tipi suluklar kullanım şekil ve çalışma özellikleri bakımından yalak tipi suluklara benzer. Serbest duraklı ahırlarda, ağıllarda ve kümeslerde kullanılır. Şamandıralı bir su kabına bağlı, üzerinde belirli aralıklarla yerleştirilmiş metal çanaklar bulunan yatay bir borudan oluşur (Şekil 136).



Şekil 136. Şamandıralı çanak tipi suluk
(1- çanak, 2- şamandıra, 3- valf)

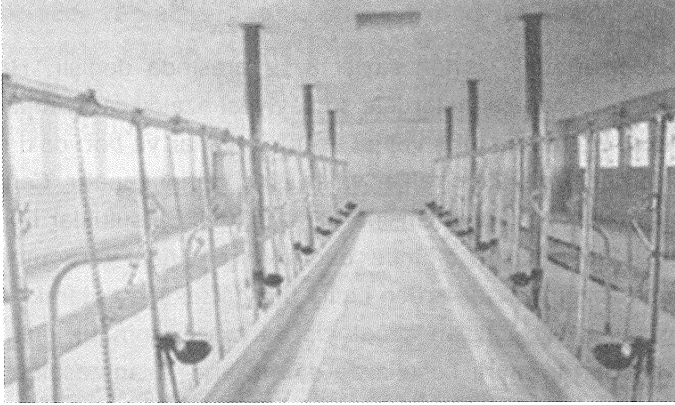
Boru üzerindeki çanak sayısı 8-12 arasında değişir. Hayvanların tüketimleri sonucunda çanaklardaki su seviyesi azaldıkça, şamandıra aşağı doğru hareket ederek su giriş valfini açar. Çanaklar ve borudaki su seviyesi arttıkça şamandıra yukarı kalkar ve su giriş valfini kapatır. Çanak ölçüleri onları kullanacak hayvanın cinsine göre değişir. Bu suluklar büyükbaş ve küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinde barınak içerisinde yere monte edilir. Kanatlı yetiştiriciliğinde ise yerden belirli bir yüksekliğe asılarak kullanılır.

Basınçlı su ile çalışan çanak tipi bireysel otomatik suluklar daha çok sığır ve atların, sınırlı koşullarda domuzların sulanmasında kullanılır. Serbest duraklı ahırlarda 10-15 hayvana bir tane düşecek sekide ve yemliklerden uzağa, bağlı duraklı ahırlarda ise iki hayvanın yararlanabileceği şekilde durak aralarına ve yerden 60-80 cm yükseğe monte edilir. Bu suluklar 2.0-3.5 litre hacminde kesik küre şeklinde bir çanak, su girişini kontrol eden bir subap, dokunma pedalı ve bağlantı elemanlarından oluşur (Şekil.137).



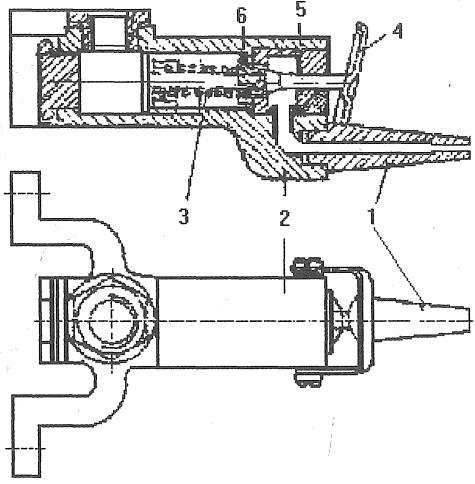
Şekil 137. Basınçlı çanak tipi suluk (1- dokunma pedalı, 2- subap, 3- yay)

Dokunma pedalına bir basınç uygulandığında buna bağlı olan yay baskılı supab açılır ve çanağa su dolar. Basınç kalktığında yay basıncının etkisiyle subap kapanır ve su akışı kesilir. Çalışma basınçları 120- 500 kPa arasında değişir. Soğuk bölgelerde suyun çanak içerisinde donmasını önlemek için elektrik enerjisiyle ısıtılan tipleri bulunmaktadır. Şekil 138’de basınçlı çanak tipi sulukların bağlı duraklı bir ahırdaki yerleşimi verilmiştir.



Şekil 138. Bağlı duraklı bir ahırdaki basınçlı çanak tip sulukların yerleşimi

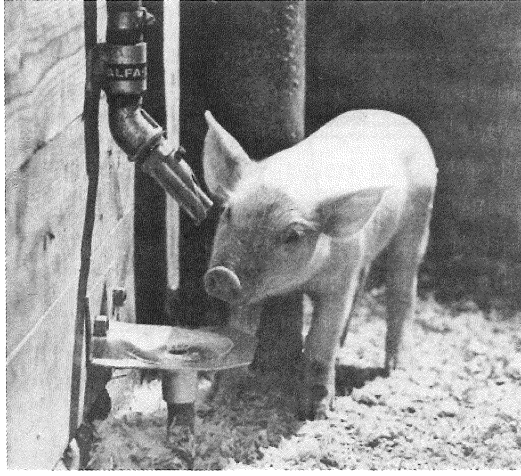
Enjektörlü suluklar daha çok domuzların sulanmasında kullanılır. Basınçlı su (120-500 kPa) ile çalışır. Paslanmaz malzemeden yapılmış bir enjektör, enjektör gövdesi, bu gövde içerisinde yer alan yay baskılı subap ve itme çubuğundan oluşur (Şekil 139).



Şekil 139. Enjektörlü suluk

*(1-enjektör, 2- gövde, 3- baskı yayı, 4- dokunma pedalı,
5- itme çubuğu, 6- subap)*

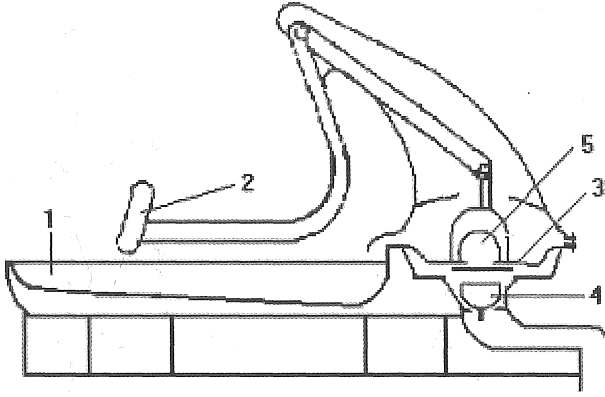
Enjektör gövdeye vidalı olarak bağlanır. Normal koşullarda subap, yay basıncının etkisiyle kapalı durumdadır. Su içmek üzere gelen hayvan, dokunma pedalına burnu ile bir basınç uygular. Bunun sonucunda pedala bağlı itici çubuk yardımıyla yay basıncı yenilerek subap açılır ve enjektörden su akışı başlar. Dokunma pedalına uygulanan basınç kalktığında, subap yay basıncının etkisiyle su akışını keser. Enjektörlü suluklarda su akış debisi 1.5-2.0 l/dak arasında değişir ve 3-4 m yüksekliğe yerleştirilen bir depodan beslenirler.



Şekil 140. Enjektörlü domuz suluğu

Mer'alarda hayvanların sulanmasında pompalı otomatik suluklar kullanılır. Taban suyu seviyesi yüksek olan bölgelerde başarı ile kullanılır. Pompa, pistonlu ve membranlı tipte olabilir. Membran pompalı mer'a tipi suluk Şekil 141'de verilmiştir.

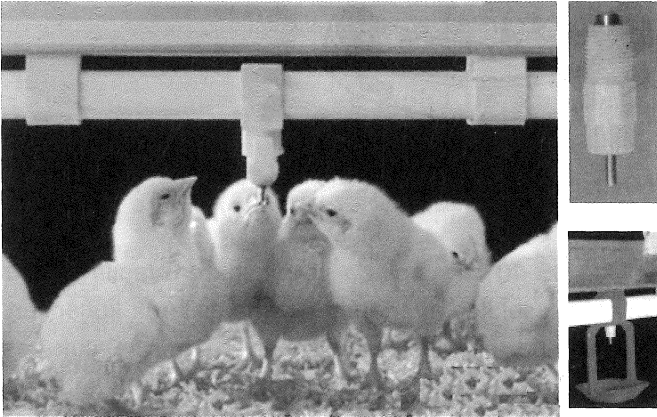
Suluk çanağında kalan bir miktar su, hayvanları suluğa çeker. Hayvan burnu ile dokunma pedalına basınç uyguladığı zaman, membran gerilerek vakum yaratır. Bu sırada basma supabı kapalı ve emme supabı açıktır. Membranın oluşturduğu etki ile su, pompa içerisine dolar. Dokunma pedalına uygulanan basınç kalktığında membran eski konumunu almak üzere aşağı hareket eder. Bu sırada emme supabı kapalı olduğu için su, basma supabından çanağa dolar. Pompalı suluklar uygun derinlikte yeraltı suyu bulunan yerlerde kullanılır. 20-30 hayvan için bir suluk yeterli kabul edilir.



Şekil 141. Pompalı suluk

(1- çanak, 2- dokunma pedalı, 3- membran, 4- emme subapı, 5, basma subapı)

Kanatlı yetiştiriciliğinde ve özellikle kafes tavukçuluğunda damla tip suluklar yaygın olarak kullanılmaktadır. Yatay su borusuna bağlı subaplı bir memeden oluşur (Şekil 142).

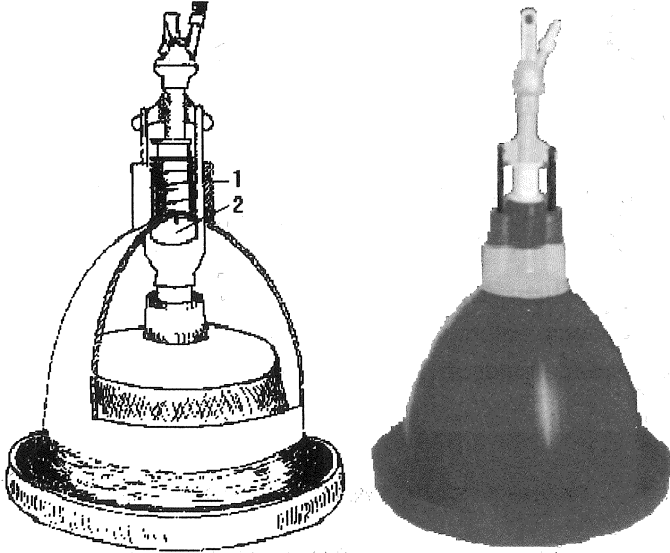


Şekil 142. Damla tip suluk

Subap normal koşullarda üst taraftaki suyun basıncıyla kapalı konumdadır. Tavuklar gagalama etkisiyle supabı içeri doğru iterek suyun

memeden akışını sağlar ve damlalar şeklinde akan suyu içerler. Damla tip suluklar, borudaki su basıncının sabit tutulabilmesi için şamandıralı bir depodan beslenirler. Su içerisindeki katı parçacıklar supabın sürekli açık kalmasına, dolayısıyla çevrenin ıslanmasına neden olabilir. Bu nedenle, suluklar sık sık kontrol edilmeli ve olabildiğince temiz su kullanılmalıdır.

Kanatlı yetiştiriciliğinde grup suluğu olarak değişik tipte asma suluklar kullanılmaktadır. Bunlardan yaygın olanı Şekil 143'de verilmiştir.



Şekil 143. Asma tip suluk (1- yay, 2- subap)

Genellikle 35-40 cm çapında ve plastikten yapılırlar. Suluktaki su seviyesi 1 cm olacak şekilde ayarlanır. Tavana asılarak kullanılan bu sulukların su giriş kısmında yay baskılı bir subap bulunur. Suluk boş iken yay basıncının etkisiyle subap açılır ve su iki noktadan suluk kabına akar. Kaptaki su miktarı istenilen düzeye ulaştığında bu suyun ağırlığı ile yay basıncı yenilir ve subap kapanır. Düşük basınçta çalışırlar. Bu nedenle şamandıralı bir depodan beslenirler. Depodaki su seviyesi ile suluk supabı arasındaki düşey uzaklık 3-4 m'yi geçmemelidir.

6.3. Yemlikler ve Yem Dağıtma Sistemleri

Hayvansal üretimde değişik tipte yemlik ve yem dağıtıcılar kullanılır. Yemliklerin şekil ve boyutları, yetiştiriciliği yapılan hayvan türü ve yem çeşidine bağlıdır. Kıyılmış, işlenmiş ve akıcı duruma getirilmiş yemler (silaj, kıyılmış ot, karma yemler v.b.) için, büyükbaş hayvan yetiştiriciliğinde betondan yapılmış açık kanal (yalak) şeklindeki yemlikler kullanılır. Taban kısmı köşeli ya da yuvarlatılmış olabilir Temizleme kolaylığı bakımından tabanı yuvarlatılmış olanlar tercih edilir. Küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinde ise enine kesitleri trapez ve dikdörtgen şeklinde olan kanal şeklindeki yemlikler kullanılır. Taşınabilir tipte olan bu yemlikler ahşap ve sac malzemedan yapılabilir.

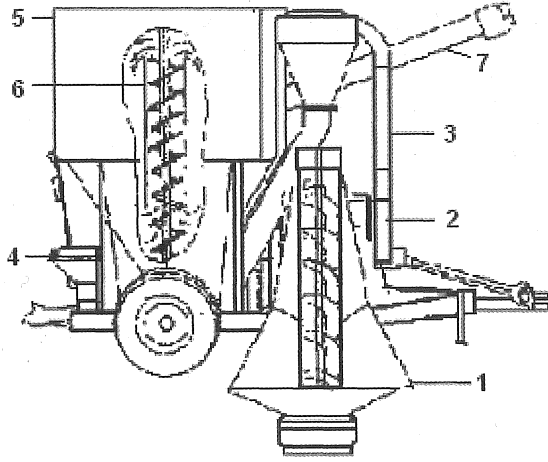
Büyükbaş ve küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinde diğer bir kaba yem çeşidi olan balyalanmış ve gevşek uzun otun hayvanlara verilmesinde özel şekilli ızgaralı yemlikler kullanılır.

Büyükbaş ve küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinde yem materyalinin yemliklere dağıtılması üç farklı şekilde yapılabilir. Bunlar;

A-Çuval, sepet, el arabası, dekovil, kürek v.b. basit araçlarla dağıtma: Bu yöntemde yemler çuval, sepet, el arabası ve dekovillerle yemliklere kadar taşınır ve yemliklere dağıtılır. Bu yöntem uygun genişlikte yemleme yolu bulunmayan bağlı ahırlarda ve küçük hayvancılık işletmelerinde uygulanır.

B-Traktör/tarım arabası ve mobil tip özel dağıtıcılarla dağıtma: Barınak ve yemleme yollarının traktör/tarım arabası ya da traktör/dağıtıcı ikilisinin çalışabileceği boyutlarda olan işletmelerde uygulanır. Traktör/tarım arabası ve özel dağıtıcılar yemleme yolu boyunca hareket ettirilerek yemler yemliklere dağıtılır.

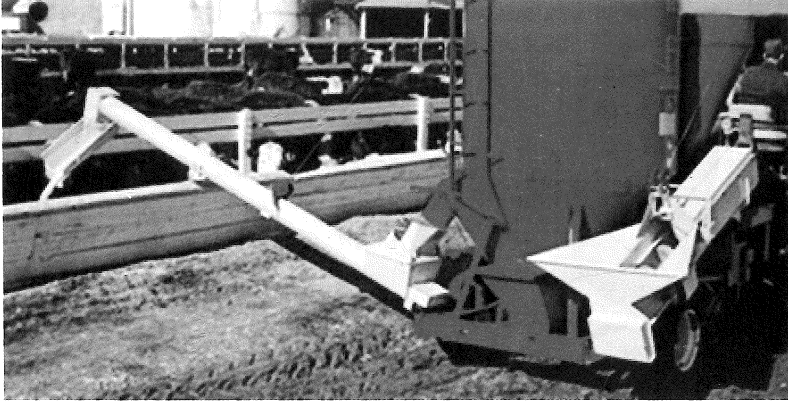
Büyükbaş ve küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinde bazı yem karmalarının hazırlanması ve yemliklere dağıtılmasında özel yem dağıtıcıları kullanılır. Bunlar kendi yürür ve çekilir tipte olabilirler. Çekilir tipleri daha yaygındır. Çekilir tip bir yem hazırlama ve dağıtma sistemi iki tekerlekli bir şasi üzerine yerleştirilmiş ve içerisinde karıştırma elemanları bulunan bir depo, işleme düzeni ile boşaltma düzenlerinden oluşur (Sekil 144).



Şekil 144. Çekilir tip yem hazırlama ve dağıtma sistemi

(1-.alış ünitesi, 2-helezon, 2- işleme ünitesi, 3- taşıma kanalı, 4- alış açıklığı, 5- depo, 6- karıştırma helezonu, 7- boşaltma ünitesi)

İşleme düzeni, taneli yem materyallerin işleneceği bir kırma-öğütme düzeni olabileceği gibi, uzun yaş ve kuru yem bitkilerinin parçalanacağı kıyma-parçalama düzeni şeklinde de olabilir. İşleme düzenlerinde işlenen materyal, pnömatik götürücülerle depoya doldurulur. Burada bir süre karıştırılarak yem karması hazırlanır. Daha sonra dağıtıcı, traktör ile yemleme yolunda hareket ettirilirken depodaki yem karması bir götürücü ile yemliklere dağıtılır. Kırma-öğütme ya da kıyma-parçalama düzenlerine materyal, işlenecek materyalin çeşidine (balya, gevşek ot, taneli yemler, koçan mısır v.b.) göre uygun bir götürücü (helezonlu, bantlı, zincir paletli) ile verilir. İşleme düzenlerinden geçirilmesi gerekmeyen materyaller doğrudan depoya doldurulur. İşleyici organlara hareket traktörün kuyruk minden iletilir.

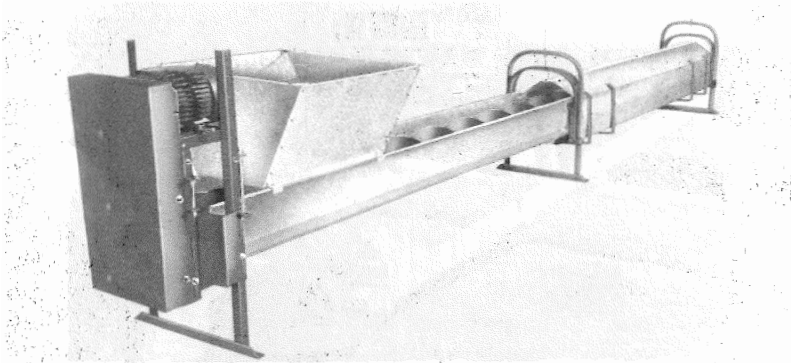


Şekil 145. Yem hazırlama ve dağıtma sistemi ile bir uygulama

D-Durağan çalışan otomatik sistemlerle dağıtma: Yem materalinin depolardan yemliklere taşınma ve dağıtılmasını gerçekleştiren bu sistemler daha çok büyük baş hayvan yetiştiriciliğinde kullanılır. Sabit tesis olarak barınaklara yerleştirilir. Değişik tipleri bulunan otomatik yem dağıtma sistemlerinden en yaygın kullanılanları;

- Helezonlu dağıtıcılar,
- Zincir paletli dağıtıcılar,
- Alternatif hareketli paletli dağıtıcılar ve
- Bantlı dağıtıcılardır.

Helezon dağıtıcılar, yemliklerin üst tarafına yerleştirilmiş bir helezon götürücü ve güç ünitesinden oluşur. Dönen helezon kanatlarının itme etkisiyle kanal içerisinde taşınan materyal, taşıma kanalının alt yan tarafındaki deliklerden (kapalı helezon) ya da yarıklardan (açık helezon) yemliklere dağıtılır (Şekil 146).



Şekil 146. Helezon dağıtıcı

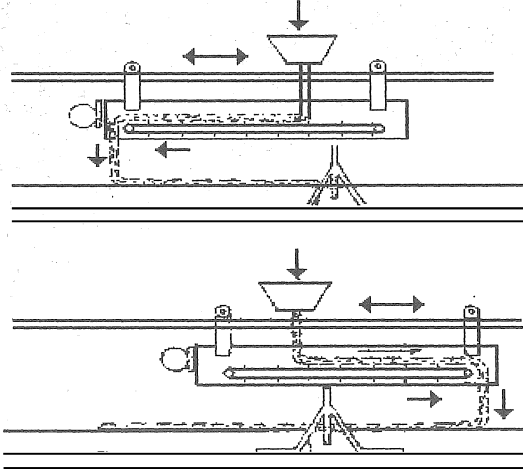


Şekil 147. Helezon dağıtıcı ile bir uygulama

Depolardan alınan materyal, dağıtıcı helezona ortadan ya da bir uçtan verilebilir. Materyalin ortadan verildiği dağıtıcılarda helezon karşılıklı iki yöne taşıma yapabilecek özelliktedir. Dağıtıcıların beslenme şekli, işletme içerisindeki yem depoları ve yemliklerin konumlarına bağlıdır.

Helezon dağıtıcılar kıyma boyu 10 cm'den küçük olan yem materyallerinin (silaj, kıyılmış yaş ve kuru ot) dağıtımına uygundur. Helezon çapı 20-30 cm arasında değişir. Gürültülü çalışırlar. Bu nedenle, kapalı barınak ortamları için uygun değildir.

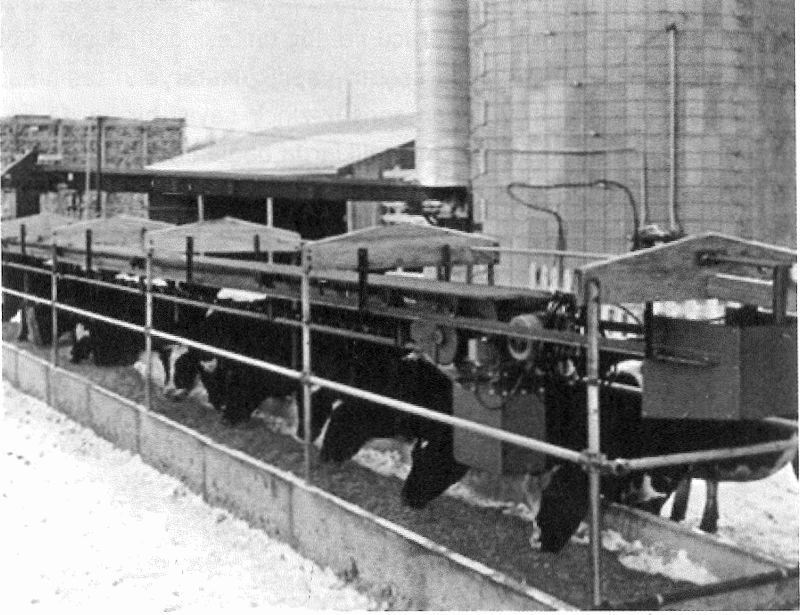
Zincir paletli dağıtıcılar, yemliklerin üst tarafındaki raylar üzerinde hareket eden zincir paletli bir götürücü ile güç ünitesinden oluşur. Götürücünün taşıma kanalı ahşap ya da saçtan yapılır. Materyalin taşınmasında çekme elemanı olarak görev yapan sonsuz zincir sayısı bir ya da iki adet olabilir. Paletler zincirlere 60-70 cm aralıklarda bağlanır. Dikdörtgen kesitli taşıma kanalına dökülen materyal paletlerin küreme etkisiyle kanalın diğer tarafına taşınır. Bu arada taşıma kanalı, raylar üzerinde hareket ettirilerek materyal götürücünün boşaltma noktasından yemliklere dağıtılır (Şekil 148).



Şekil 148. Zincir paletli dağıtıcı

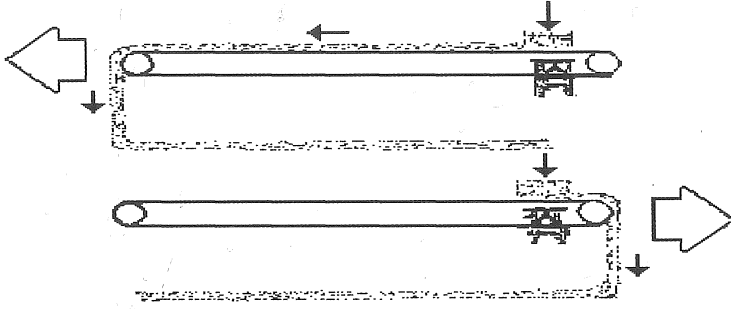
Alternatif hareketli dağıtıcılar genel anlamda zincir paletli dağıtıcılara benzer. Yemliklerin üst tarafındaki raylar üzerine yerleştirilmiş bir taşıma kanalı, bu kanal içerisinde ileri geri hareket eden çekme elemanı ve

güç ünitesinden oluşur. Çekme elemanı, taşıma kanalının bir köşesinde çalışır. Üzerinde 60-70 cm aralıklarda tek noktadan mafsallı olarak bağlanmış küreme elemanları (paletler) bulunur. Paletler zincirin ileri hareketinde açılır ve önündeki materyali küreyerek bir miktar kaydırır. Geri hareketinde ise kapanarak bir önceki palet tarafından kürenen materyalin arkasına ve küreme pozisyonuna gelir. Böylece materyal, taşıma kanalının diğer ucuna taşınır ve taşıma kanalının raylar üzerindeki hareketine bağlı olarak yemliklere dağıtılır.

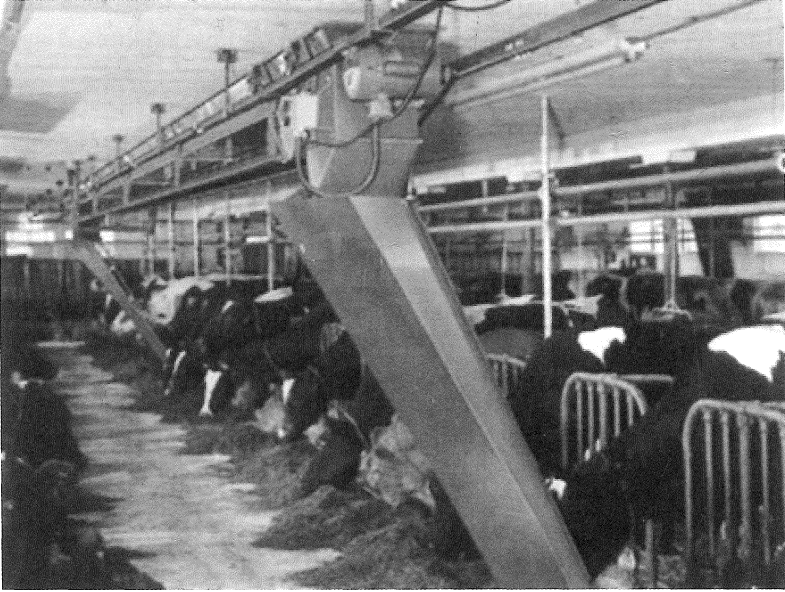


Şekil 149. Zincir paletli dağıtıcı ile bir uygulama

Bantlı dağıtıcılar yemliklerin üst tarafındaki raylar üzerine yerleştirilir. Yemlik uzunluğu boyunca ileri geri hareket edebilen bir taşıma kanalı ve içerisinde iki silindir arasına gerdirilmiş sonsuz bant ve güç ünitesinden oluşur. Depolardan durağan çalışan götürücülerle getirilen materyal, bir hazne yardımıyla bant üzerine dökülür. Taşıma kanalı raylar üzerinde hareket ettirilerek materyal boşalma noktasından yemliklere dağıtılır (Şekil 150).



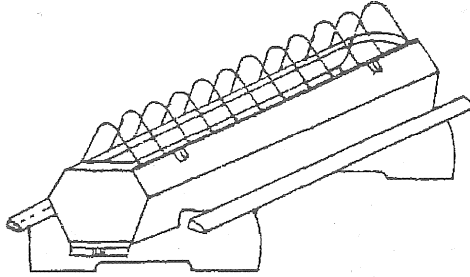
Şekil 150. Bantlı dağıtıcı



Şekil 151. Bantlı dağıtıcı ile bir uygulama

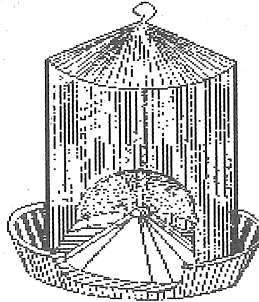
Kanatlı yetiştiriciliğinde kullanılan yemlikler basit ve otomatik olmak üzere iki tip olabilir. Basit tip yemlikler, hayvanların bir ya da bir kaç günlük gereksinimlerin karşılandığı küçük hacimli yemliklerdir. Ahşap, plastik ve paslanmaz metal malzemeden yapılır. Basit yemliklerin yalak ve yuvarlak asılır tipleri vardır. Yalak tipi yemliklerin enine kesitleri üçgen, dikdörtgen ya da trapez şeklinde olabilir. Yalak uzunluğu yararlanacak

hayvan sayısına göre değişir. Hesaplamalarda civciv için 5 cm, piliç için 6-10 cm ve yetişkin tavuklar için 15 cm'lik uzunluğ esas alınır. Kafeste yapılan yetiştiricilikte ise hayvan başına 7.5-10.0 cm'lik yalak uzunluğu yeterli kabul edilir. Yemin hayvanlar tarafından kirletilmesi ve yemlik dışına dklmesini önlemek için yalak tipi yemliklerin üzeri ta ya da tel bölümlerle kaplanır. Yalak tipi yemlikler kümes içerisine yalak yükseklikleri ayarlanabilir biçimde sehpalar üzerine yerleştirilir (şekil 152).



şekil 152. Yalak tipi yemlik

Asılır tip silindirik yemlikler yemin doldurulduğu st tarafı kapalı silindirik bir depo ve alt tarafındaki yuvarlak yemlik kabından oluşur (şekil 153).



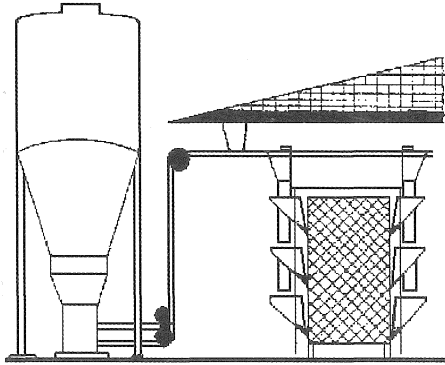
şekil 153. Silindirik asılır tip yemlik

Depo, st taraftaki kapak açılarak doldurulur. Değişik kapasite ve büyüklükte yapılabilir. Kümes içerisine yeterli sayıda ve düzgün dağılmış biçimde asılarak yerleştirilir.

Hayvan sayısı fazla olan işletmelerde otomatik yemlikler kullanılır. Bunlar; raylı depolu (arabalı), borulu ve bantlı tip olmak üzere üç grupta toplanabilir.

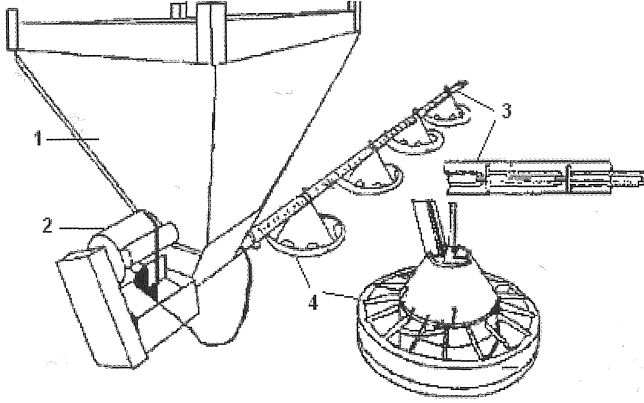
Raylı depolu yemlikler daha çok kafes tavukçuluğunda kullanılır. Yerden belirli yüksekliklerdeki yemliklere aynı anda yem dağıtımı yapabilecek şekilde üst üste yerleştirilmiş depolardan oluşur (Şekil 154). Depoların raylar üzerindeki hareketi küçük bir elektrik motoruyla (0.5-0.75 kW) sağlanır. Boşalan depoların doldurulmasında değişik tip götürücülerden yararlanılır.

Dağıtıcı depo sayısı kafeslerin kat sayısına bağlıdır. Üç katlı kafeslerde altı adet depo bulunur. Dağıtıcı, kafes uzunluğu boyunca hareket ettirilerek 6 yemliğe aynı anda yem dağıtımı yapılır.



Şekil 154. Kafes tavukçuluğunda kullanılan raylı depolu dağıtıcı

Borulu tip yemlikler, içerisinde hareketli zincir bulunan kapalı devre yapılmış bir boru, yem deposu, yemlik kapları ve güç ünitesinden oluşur (Şekil 155).

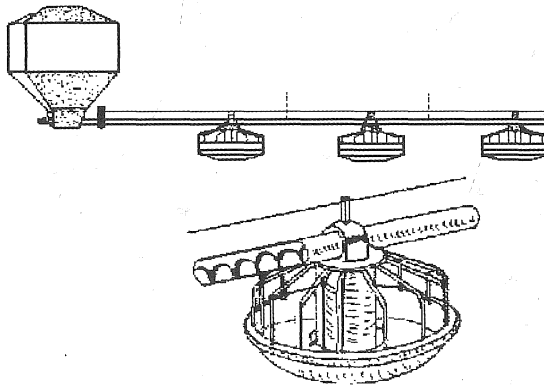


Şekil 155. Borulu tip otomatik yemlik

(1-depo, 2- güç ünitesi, 3- taşıma borusu, 4- yemlik kabı)

Yem deposu ve güç ünitesi kümes dışına yerleştirilir. Böylece yemlerin kirlenmesi ve hayvanların gürültüden etkilenmeleri önlenir. Güç ünitesi, zincirin kapalı devre boru içerisindeki hareketini sağlar. Zincirin depo içerisindeki hareketi sırasında, zincir baklaları arasına giren yem materyali boru içerisinde taşınarak, taşıma borusuyla bağlantılı olan yemlik kaplarına dökülür.

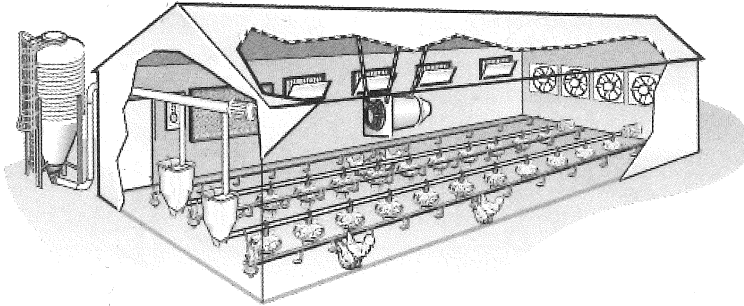
Bazı borulu tip otomatik yemliklerde boru içinde zincir yerine, bir helezon ya da spiral yay bulunur (Şekil 156).



Şekil 156. Borulu tip otomatik yemlik

Helezon ya da spiral yay kendi eksenini etrafında dönerken depodaki yem materyali boru içerisinde taşınır ve taşıma borusunun alt tarafına belirli aralıklarla bağlanmış olan yemlik kaplarına dökülür.

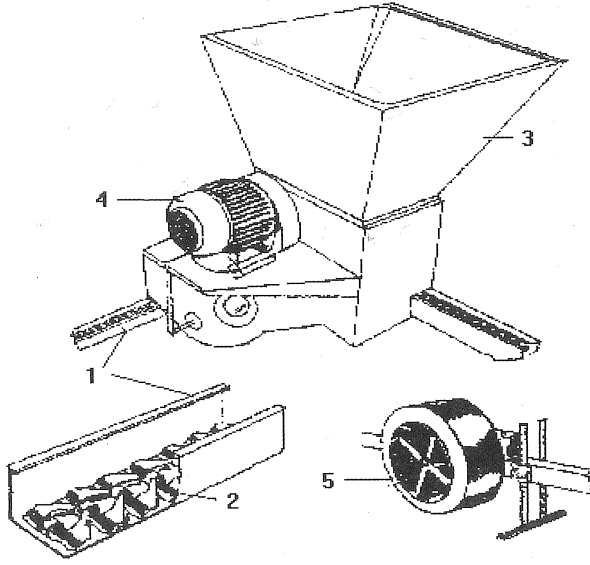
Borulu tip yemlikler bir zaman saati ile donatılarak günün belirli saatlerinde yemlik kapları otomatik olarak doldurulabilir. Şekil 157'de borulu tip yemliklerin kümes içerisindeki yerleşimi verilmiştir.



Şekil 157. Borulu tip yemliklerin kümes içerisindeki yerleşimi

Bantlı otomatik yemlikler, kapalı devre yapan dikdörtgen kesitli üstü açık bir taşıma kanalı, bu kanalın tabanına yerleştirilmiş hareketli bant, yem deposu ve güç ünitesinden oluşur (Şekil 158).

Sac malzemeden yapılan taşıma kanalı kümes içerisine yerden 30-40 cm yüksekliğe ve yatay olarak yerleştirilir. Depo ve güç ünitesi kümes dışında bulunur. Depodaki yem materyali, kapalı devre kanal içerisinde hareket eden bant yardımıyla sürüklenerek taşınır. Bant hızı 3-12 m/dak arasında değişir. Taşıma kanalının taban genişliği 80-100 mm, yüksekliği ise 60-80 mm olabilir. Güç, ünitesi olarak 0.5-1.0 kW'lık redüktörlü elektrik motoru yeterlidir.



Şekil 158. Bantlı otomatik yemlik

(1- taşıma kanalı, 2- bant, 3- depo, 4- güç ünitesi, 5- elek)

Küresteki hayvan sayısına bağlı olarak taşıma kanalı çeşitli şekillerde (iki ayrı kapalı devre ya da zig-zag olarak) yerleştirilebilir. Taşıma kanalı içerisindeki yem, hayvanlar tarafından kirlenilebilir. Çalışma sırasında kirli yemin depodaki temiz yemle karışması istenmez. Bu nedenle, taşıma kanalının dönüş bölümü üzerinde ve depoya girişten önceki bir noktada eleme düzeni yer alır. Paletlerin hareketine bağlı olarak çalışan bu silindirik elek, yeme karışan iri taneli yabancı maddelerin ayrılmasını sağlar. Borulu tip otomatik yemliklerde olduğu gibi devreye eklenecek bir zaman saati ile günün belirli saatlerinde otomatik yemleme yapılabilir (Anon., 1967-1971; Ayık, 1985; Dobie ve Ark., 1963).

6.4. Kuluçka Makineleri

Kanatlı yetiştiriciliğinde döllenmiş yumurtalardan embriyonun gelişerek ana-babaya benzer yavruların (civcivlerin) çıkartılması işlemine kuluçka adı verilir. Bu işlem doğal ve yapay olarak gerçekleştirilebilir. Doğal kuluçka yönteminde, dömlü yumurtalardan civcivlerin çıkartılması için ge-

rekli koşullar, yumurtaların elde edildiği dişi kanallılar tarafından sağlanır. Yapay kuluçka yönteminde ise, bu koşullar yapay olarak sağlanır. Ticari üretim koşullarında tercih edilen yöntem yapay kuluçkadır.

Kuluçka süreleri yumurtaların elde edildiği canlıya göre değişir. Bu süre tavuklarda 21 gün, hindi ve ördekte 28 gün, bıldırcında ise 17 gündür. Yapay kuluçka yönteminde kuluçka süresi olgunlaşma ve çıkış olmak üzere iki dönemde incelenir. Genel anlamda çıkış dönemi kuluçka süresinin son birkaç gününü kapsar. Bu iki dönemde yumurtalara sağlanması gereken koşullar az çok farklılık gösterir. Çizelge 7’de bazı kanatlılar için kuluçka süreleri ve bu sürelerde yumurtalara sağlanması gereken bazı koşullar verilmiştir (Şenköylü, 1991).

Çizelge 6. Bazı Yumurtalar İçin Uygun Çevre Etmenleri

		Tavuk	Hindi	Ördek	Bıldırcın
Kuluçka süresi (gün)		21	28	28	17
Olgunlaşma süresi (gün)		18-19	25	25	14-15
Çevirme süresi (gün)		18-19	25	25	14-15
Çıkış süresi (gün)		2-3	3	3	2-3
Olgunlaşmada	Hava sıcak. ($^{\circ}\text{C}$)	37.6	37.4	37.5	37.4
	Hava bağıl nemi (%)	50-60	50-60	50-60	50-60
Çıkışta	Hava sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)	37.2	36.9	37.1	37.2
	Hava bağıl nemi (%)	70-80	70-80	70-80	70-80

Yapay kuluçka işleminin gerçekleştirildiği makinelere kuluçka makinesi adı verilir. Kuluçka makineleri, dömlü yumurtalardan embriyonun gelişerek sağlıklı civcivlerin çıkması için gerekli tüm koşulları sağlama özelliğine sahiptir.

Kuluçka makineleri yapılarına göre iki grupta incelenir.

Bunlar;

- 1- Hava dolaşımsız (Fansız) masa tip kuluçka makineleri,
- 2- Hava dolaşimli (Fanlı) dolap tipi kuluçka makineleridir.

Masa tip kuluçka makineleri sac ya da fırınlanmış ahşaptan yapılır. Küçük kapasiteli olup, içerisinde sıcak havanın dolaşımı için bir fan bulunmaz. Yumurtaların çevrilmesi elle yapılır. Daha çok küçük aile işletmeleri için uygundur.

Hava dolaşımli dolap tipi kuluçka makineleri büyük kapasiteli olarak yapılırlar. Makine içerisindeki hava dolaşımı, pervaneli dolap ya da kanatli bir fan ile sağlanır. Fanli tipler daha yaygın olup fan, dolabın üst, yan ya da arka yüzeyinde olabilir. Yumurta çevirme işlemi, sıcaklık ve nem kontrolü otomatik olarak yapılır. Raflı yumurta arabalarının tekerlekleri üzerinde makineye giriş-çıkışlarını kolaylaştırmak için genellikle tabansız olarak yapılırlar. Bazılarında CO₂ kaydetme sistemi ve alarm düzeni bulunur.

Hava dolaşımli kuluçka makineleri gelişme ve çıkış bölmelerinin durumuna göre üç farklı tipte olabilir. Bunlar; olgunlaşma ve çıkış işlemlerinin sıra ile yapıldığı, olgunlaşma ve çıkış işlemlerinin aynı bölmede yapıldığı ve olgunlaşma ve çıkış bölmeleri birbirinden ayrı olan makineler olarak tanımlanabilir

Olgunlaşma ve çıkış işlemlerinin sıra ile yapıldığı kuluçka makineleri tek bölmeli olarak yapılırlar. Damızlık yumurtalar makineye konulduktan sonra, belirli aralıklarda (saatte bir kez ya da günde 4-6 kez olmak üzere) yumurta kasaları sağa-sola çevrilerek olgunlaşma süresi tamamlanır. Bu sürenin sonunda yumurta kasaları aynı bölmede yatay duruma getirilir ve çıkış süresi başlatılır. Bu arada makine ayarlanarak o yumurtalarda, çıkış için gereksinilen sıcaklık ve bağıl nem değerlerini sağlayacak duruma getirilir.

Olgunlaşma ve çıkış işlemlerinin aynı bölmede yapıldığı makineler de tek bölmeli makinelerdir. Yumurtalar makineye raflı arabalarla partiler şeklinde konulur. Olgunlaşma süresini tamamlayan grup, gerekli kontroller yapıldıktan sonra çıkış rafları bulunan arabalara aktarılarak makineye yerleştirilir. Böylece makinenin bir kısmında olgunlaşma sürerken diğer kısımda çıkış işlemi gerçekleşir. Çizelge 3'de belirtildiği üzere olgunlaşma ve çıkışta, sıcaklık ve bağıl nem yönünden görülen farklılık bu tip makinelerde göz ardı edilir. Bu guruba giren makinelerden bazıları üst kısmı olgunlaşma, alt kısmı çıkış amaçlı kullanılacak biçimde yapılabilir.

Olgunlaşma ve çıkış bölmeleri birbirinden ayrı olan makineler iki ayrı makine şeklinde yapılırlar. Her bölmede bağımsız çalışan ısıtma, havalandırma ve nemlendirme düzenleri bulunur. Olgunlaşma süresini tamamlayan yumurtalar gerekli kontroller yapıldıktan sonra çıkış kasalarına aktararak çıkış bölmesine alınır. Sıcaklık ve bağıl nemi az da olsa farklı olan bu bölmede çıkış sağlanır.

Modern bir kuluçka makinesinde ana organı olarak; kuru termometre, ıslak termometre, termostat, fan, yumurta çevirme düzeni, ısıtma düzeni, nemlendirme düzeni, soğutma düzeni ve alarm düzenleri bulunur.

Kuluçka makinelerinde güç gereksinmesi ve enerji tüketim değerleri, makinenin tipi, kapasitesi ve çevre koşullarına göre değişir. Yaklaşık bir değer olarak, kapasitesi 1 000 yumurtadan düşük olan makinelerde güç gereksinmesi 1.5 W/yumurta, enerji tüketimi 0.5 kwh/civcivdir. 10 000 ve daha büyük kapasiteli makinelerinde ise bu değerler sırasıyla 0.3 W/yumurta ve 0.1-0.15 kWh/civciv'dir.

Kuluçka makinelerine konulan yumurtalardan yüksek bir çıkış gücü ve sağlıklı civcivler elde edilebilmesi için uygun çevre koşullarının sağlanması gerekir. Kuluçkalık yumurtalara sağlanması gereken çevre etmenleri dört başlık altında toplanır. Bunlar;

- Sıcaklık,
- Nem,
- Temiz hava ve
- Yumurtaların çevrilmesidir.

Günümüzde kullanılan sıcak hava dolaşimli modern makinelerin gelişme bölmelerinde istenilen sıcaklık değeri Çizelgeden de görüleceği üzere 37.5 ± 0.5 °C'dir. Sıcaklığın bu değerin dışına çıkması durumunda embriyonun gelişmesinde bazı sorunlar meydana gelir. Embriyo kısa süreli düşük sıcaklıklara dayanabilir. Ancak, kısa süreli de olsa yüksek sıcaklıklara karşı oldukça duyarlıdır. Bu nedenle, günümüzde kullanılan büyük kapasiteli makineler olası sıcaklık yükselmelerini önlemek için, soğutma üniteleri ile donatılmaktadır.

Gelişme bölmesinde sıcaklık 37.7 °C'nin üzerine uzun süreli olarak çıktığında embriyo ölümleri başlar. Ters durumda çıkışta düzensizlik başlar ve çıkış süresi uzar. Çıkış bölmesinde sıcaklık, olgunlaşma bölgesinden

biraz daha düşüktür (36.1-37.2 °C). Sıcaklık bu değerin altına düştüğünde civcivler soğuk alginlığına yakalanır.

Embriyonun sağlıklı gelişimi ve normal bir civciv çıkışı için kuluçka makinelerinde hava bağıl neminin uygun düzeyde ve kararlı bir seviyede tutulması gerekir. Gelişme sırasında yumurtalar sürekli su buharı şeklinde ağırlık kaybeder. Normal koşullarda 21 günlük kuluçka süresinde tavuk yumurtasında meydana gelen ağırlık kaybı %12 (günde ortalama % 0.6)'dir. Gelişme bölmesinde hava bağıl nemi düşerse ağırlık kaybı artar, dolayısıyla sağlıklı bir civciv çıkışı elde edilemez. Hava bağıl neminin yüksek olması durumunda ise, fazla nem yumurta kabuğundaki gözenekleri tıkayarak oksijen geçişini önler. Bunun sonucunda yumurtaların içerisinde civcivler boğularak ölebilir.

Yumurta içerisinde gelişmekte olan embriyo, tüm canlılar gibi solunum sırasında oksijen alır ve dışarı karbondioksit verir. Makine içerisindeki karbondioksit miktarı belirli bir limiti (gelişme bölmesinde % 0.5, çıkış bölgesinde %1) aştığı zaman embriyo ölümleri başlar. Makinelerdeki yetersiz havalandırma, iç ortamdaki hava bağıl neminin artmasına da neden olur.

Embriyo gelişme döneminde yumurtalarının pozisyonları değiştirilmez ise gelişen embriyolar yumurta kabuğuna yapışır ve sağlıklı çıkış gerçekleşmez. Bunu önlemek için kuluçka makineleri otomatik yumurta çevirme düzeni ile donatılmıştır. Çevirme işlemi, yumurtaların konulduğu kasalar çevrilerek yapılır. Başlangıçta yumurtalar kasalara uzun eksenleri düşeyle 45°'lik açı yapacak şekilde ve sivri uçları aşağı doğru sıralanır. Gelişme süresince kasalar 45° sağa ve 45° sola doğru eğik duruma getirilerek çevirme işlemi yapılır. Çevirme saatte bir ya da en az günde 5 kez tekrarlanır. Gelişme dönemini tamamlayan ve çıkış bölgesine alınan yumurtalarda çevirme işlemi yapılmaz.

Kuluçka makinelerinin değerlendirilmesinde kuluçka randımanı ve çıkış gücü değerleri göz önünde bulundurulur. Bunlar aşağıdaki şekilde hesaplanır (Ayık, 1985; Yavuzcan, 1968; Yavuzcan, 1983).

Kuluçka randımanı;

$$\eta_{kr} = \frac{C}{Y} 100$$

Çıkış gücü;

$$\eta_{\text{çg}} = \frac{C}{T} 100$$

Eşitliklerde;

η_{kr} = Kuluçka randımanı (%),

$\eta_{\text{çg}}$ = Çıkış gücü (%),

C = Çıkan civciv sayısı,

Y = Makineye konulan yumurta sayısı ve

T = Döllü yumurta sayısıdır.

6.5. Ana Makineleri

Kuluçka makinelerinde çıkan civcivler sıcaklığa karşı oldukça duyarlıdır. Sıcaklık istekleri ilk 0-3 günde 34 °C, 4-7 günde 32 °C, 2. hafta 28 °C, 3. hafta 24 °C ve diğer haftalar 20 °C'dir. Civcivlerin ilk iki ya da üç hafta içerisinde soğuktan etkilenmelerini önlemek için kuluçka makinelerinden çıkan civcivler ana makinelerine konulur.

Civcivlerin sıcaklık isteklerini karşılayan ve bir ısıtıcıdan oluşan ana makineleri aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir;

1-Yapılış şekline göre;

a-Yer tipi ana makineleri,

b-Apartman tipi katlı ana makineleri,

2-Isıtma düzeninin tipine göre;

a-Merkezi ısıtma sistemli ana makineleri,

-Kaloriferli ana makineleri,

-Sıcak havalı ana makineleri,

b-Bireysel ısıtmalı ana makineleri,

-Sıvı yakıt ısıtılanlar,

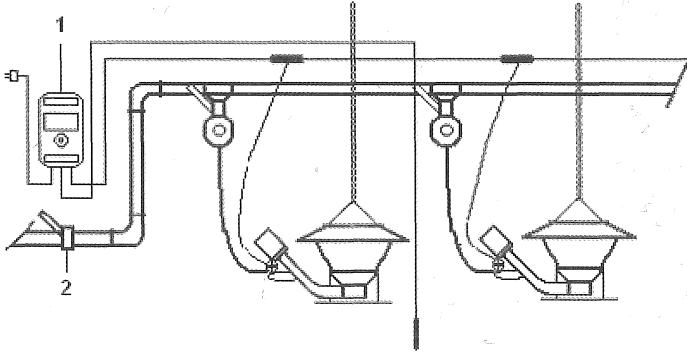
-LPG ile ısıtılanlar,

-Elektrik enerjisiyle ısıtılanlar.

Yer tipi ve merkezi ısıtma sistemli ana makineleri daha çok büyük civciv üretim işletmeleri ve etlik piliç yetiştirme kümeslerinde kullanılır. Kalorifer kazanı kümeslerin dışındaki bir merkezde bulunur. Elde edilen sıcak su, borularla serpantinlere gelir. Serpantinler, üzeri beşik çatı şeklindeki bir plaka ile kapalı olup, yerden yüksekliği 40-50 cm arasında değişir. Sululuk ve yemlikler serpantinlere yakın olarak yerleştirilir. Böylece civcivler sıcak bir ortamda yaşama olanağına kavuşur.

Sıcak havalı ısıtma sistemlerinde kalorifer kazanından üretilen kızgın buhar serpantinlerden geçirilir. Serpantinlerin çevresinde oluşan sıcak hava bir fan ile küme içerisine gönderilir

LPG ile çalışan ana makinelerine radyan adı verilir. Barınak dışındaki depodan borularla gelen LPG, ocaklarda yakılır. Oluşan ısı, ocakların üst taraflarındaki yansıtıcılarla civcivlere doğru yönlendirilir. Şekil 159'de radyanların kümesteki bağlantı şeması, Şekil 160'da ise radyanlarla kümeste bir uygulama verilmiştir.



Şekil 159. LPG'li ısıtıcıların kümeslerdeki bağlantı şeması
(1- termostat, 2- vana)



Şekil 160. Radyanların kümes içerisindeki yerleşimi

Ana makinelerinde ısıtıcı elemanların çevresi 4-6 m çapında, 40-60 cm yüksekliğinde mukavva, saç ya da diğer bir materyal ile daire şeklinde çevrilir. Büyütme ünitesi olarak da adlandırılan bu dairenin içerisine ve ısıtıcı elemanlara yakın noktalara yemlik ve suluklar konulur. Her bir ünite 500-1000 adet civciv kapasitesinde olabilir (Ayık, 1985; Yavuzcan, 1968; Yavuzcan, 1983).

7. Kaynaklar

- 1- ANONYMOUS., 1967. Automatic Feeding Equipment for Livestock and Poultry. United States Department of Agriculture Farmers' Bulletin No: 2198. Superintendent of Documents, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 20402.
- 2- ANONYMOUS., 1971. Mechanized Handling and Feeding of Tower Silage. Short Term Leaflet 126, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Tolcorne Drive, Pinner, Middlesex HA5 2DT.
- 3- ANONYMOUS., 1975. Hay in Round and Conventional Bale Systems. Circular: 216, Agricultural Experiment Station, Auburn University, Auburn, Alabama.
- 4- ANONYMOUS., 1976. FMO, Fundamental of Machine Operation, Hay and Forage Harvesting. John Deere Service Publications, Dept. F., John Deere Road, Moline, Illinois 61265.,
- 5- ASAE, 1983. Ventilation of Agricultural Structures (Edited: Mylo A. Hellickson and John N. Walker). ASAE Monograph, Number:6, St. Joseph, Michigan.
- 6- ASAE, 1994. ASAE EP270. 5: Design of Ventilation Systems for Poultry and Livestock Shelters. 4. th Edition. Standards Engineering Practices Data, P. 501-518.
- 7- AYIK, M., 1985. Hayvancılıkta Mekanizasyon. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 950, Ders Kitabı: 273, Ankara.
- 8- BALAS, A. M., J. E. BAYLOR, 1975. Sperry New Holland Haymaker's Handbook. Speery New Holland, Pennsylvania.
- 9- BİLGİN, H., N. SUNGUR, 1991. Süt Sığırcılığı Semineri (5-8/2/1991), Rasyon, Mekanizasyon, Ahır Planları. T. O. K. İzmir İl Müdürlüğü Türk-Anafi Projesi Yayınları, Yayın No: 1, İzmir.
- 10- BİLGİN, H., N. SUNGUR, 1991. Makinalı Süt Sağımında Uygulama Şekilleri, Sağım Makinalarının Kontrolü ve Bakımı. E. Ü. Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, Bornova-İzmir.

- 11- DMITREWSKI, J., 1982. Agricultural Machines Theory and Construction, Vol. 3, Machines and Equipment for Commerce, National Technical Information Service, Springfield, Virginia 22161.
- 12- DOBIE, J. B., R. G. CURLEY, 1963. Materials Handling for Livestock Feeding. California Agricultural Experiment Station extension Service, Circular 517. University of California, Berkeley 4, California.
- 13- ERKAN, M. 2005. Mersin Yöresindeki Büyükbaş Hayvancılık Tesislerinin Mevcut Durumu ve Bu Tesislerde Ortaya Çıkan Atıkların Yarattığı Çevre Kirliliği Üzerinde Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- 14- EVCİM, Ü., 1989. Hasat Makinaları. (Ders Notları). E. Ü. Ziraat Fakültesi, Tarımsal Mekanizasyon Bölümü, Bornova, İzmir.
- 15- KILIÇ, A., 1986. Silo Yemi (Öğretim, Öğrenim ve Uygulama Örnekleri). Bilgehan Basımevi, Bornova, İzmir.
- 16- NALBANT, M., 1987. Süt Sağım Makinaları. Türkiye Zirai Donatım Kurumu Mesleki Yayınları, Yayın No: 48, Ankara.
- 16- ÖNER, İ., 2001. Adana İli ve Çevresindeki Yumurta Tavukçuluğu İşletmelerinde Amonyak ve Hidrojensülfür Gazlarının Oluşum Düzeylerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- 17- ÖZTEKİN, S., Z.B. BARUT, A. M. BOZDOĞAN, A. BAYAT, M. T. ÖZCAN, E. GÜZEL, A. İNCE, Y. YILDIZ, 2006. Tarım makinaları 2. ISBN: 975-8561-65-0, Adana Nobel Kitabevi, Adnan Kahveci Bulvarı, 31/C, Adana.
- 18- RAYMONT, F., G. SHEPPERSON, R. WALTHAM, 1975. Forage Conservation and Feeding. Farming Press Limited, Fenton House, Wharfedale Road, Ipswich Suffolk.
- 19- ŞENKÖYLÜ, N., 1991. Modern Tavuk Üretimi. Trakya Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Tekirdağ.
- 20- TEZER, E., Y. YILDIZ, İ. K. TUNÇER, 1985. Hayvancılıkta Mekanizasyon. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Ders Notu Yayınları, No: 135, Adana.

- 21- TSE, 1979. Süt Sağıım Makine Tesisleri - Terimler.TS 3441. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- 22- TSE, 1986. Süt Sağıım Makinaları.TS 4798. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- 23-YAVUZCAN, G., 1968. Zirai Elektrifikasyon. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 318, Ankara.
- 24- YAVUZCAN, G., 1983. İçsel Tarım Mekanizasyonu. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 871, Ankara.
- 25- YAVUZCAN, G., M. AYIK, K. ALABAŞ, 1982. Ahırlarda Gübre Temizleme Mekanizasyonu ve Biyogaz Yönünden Önemi. Köyişleri ve Kooperatifler Bakanlığı, Topraksu Genel Müdürlüğü, Ankara.
- 26- YILDIZ, Y., 1993. Karma Yem Mekanizasyonu. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 75, Yardımcı Ders Kitapları No: 5, Adana.
- 27- YILDIZ, Y., 2002. Hayvancılıkta Mekanizasyon. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:84, Ders Kitapları Yayın No: A-20, Adana.
- 28- YILDIZ, Y., 2005. Hayvan Barınaklarında Çevre Denetimi. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri Bölümü, Adana.