

**SMYO**

**Tarım Makinaları Programı**

**ÜRÜN İŞLEME MAKİNALARI**

## Fiziksel Özellikler

Biyolojik malzeme kavramı içerisinde hem hayvansal hem de bitkisel kaynaklı ürünler girmektedir. Bu ürünler işlenmiş ya da işlenmemiş olarak değerlendirilebilmektedir. Her iki durumda da ürünlerin ortak bazı özellikleri bulunmaktadır. Temel olarak biyolojik malzemenin özelliklerini aşağıda belirtilen şekilde sınıflandırmak mümkündür;

- a) Fiziksel Özellikler,
- b) Termik Özellikler,
- c) Optik Özellikler,
- d) Elektriksel Özellikler,
- e) Kimyasal Özellikler,
- f) Biyolojik Özellikler,
- g) Akustik Özellikler.

# Fiziksel Özellikler

## Fiziksel Özellikler

### Temel ölçüler

- Şekil, boyutlar kütle, hacim, yoğunluk, yüzey alanı, yığın özellikleri (doğal yığılma açısı, yığın yoğunluğu, yığın-boşluk oranı vb.)

### Mekanik özellikler

- Statik ve dinamik yük altındaki davranışlar (Kopma direnci, kopma enerjisi, elastisite vb.)
- Akıcılık özelliği (Kohezyon, sıkışabilirlik, sürtünme direnci, akma sınırın vb.)
- Aerodinamik ve hidrodinamik özellikler

### Termik Özellikler

- Özgül Isı, Isı İletkenliği, Isısal Genleşme, Isı Yayınlımı vb. özellikler

### Optik Özellikler

- Renk, Dış Görünüş, Yansıma-Geçirgenlik-Soğurma Özelliği, Elektriksel Özellikler, İletkenlik, Kapasidans, Empedans, Dielektrik Özellikler vb.

### Kimyasal Özellikler

- Asit Miktarı, Şeker Miktarı, Su Miktarı, Öz Miktarı, PH Değeri

### Biyolojik Özellikler

- Olgunlaşma Derecesi, Mum Tabakası, Doku Özellikleri, Asimilasyon, Solunum, Doku, Tat, Biyokimyasal Maddelere Karşı Davranış

### Akustik Özellikler

# Fiziksel Özellikler

- Biyolojik malzemenin şekil, hacim, yüzey alanı, yüzey pürüzlülüğü gibi özelliklerinden yararlanarak ürün temizleme ve sınıflandırma makinalarının yanı sıra ekim makinalarındaki ekici düzenlerin tasarımına esas oluşturacak parametreler elde edilmesinde,
- Ürünlerin bükülme, çekme dayanımı, kopma dayanımı, elastikiyet modülü, darbe dayanımı, sürtünme dirençleri gibi özellikleri ortaya konarak hasattan tüketiciye gidinceye kadar geçen süre içerisinde ürünleri sağlıklı bir şekilde korunmasında,
- Sıkışabilirlik elastik toparlanma, iç sürtünme açısı gibi karakteristik özellikler sıkıştırarak ambalajlama yapan makinaların imalatında,
- Ürünlerin fiziksel özelliklerine dikkat edilmeden yapılan çalışmalar büyük ölçüde ürün kaybına neden olmaktadır.
- Örneğin, tohumda meydana gelen kırılma hasat sırasında biçerdöverin elevatöründe meydana gelebilir. Kırılma, kısmen elavatorün yapısından kaynaklansa bile, bu zararın büyüklüğü, ürünün hasat edildiği zamandaki nemi ve yük ile orantılıdır.
- Tarımsal materyalin aerodinamik ve hidrodinamik özelliklerinden, bu materyallerin hidrolik ve pnömatik olarak taşınmasında,

# Fiziksel Özellikler

- Bitkisel ve hayvansal ürünlerin ısıtılması, soğutulması, kurutulması ve dondurulmasında termik özelliklerin bilinmesi gerekir. Örneğin, ürünlerin depolanmasında her ürün için belirlenen kritik sıcaklık vardır. Bu sıcaklığın altında ve üstündeki derecelerde üründe bozulmalar meydana gelmektedir.
- Tarımsal materyallerin optik özellikleri, bu ürünlerin kalite kontrolünde, sınıflandırma ve ayırma işlemlerini gerçekleştiren makinaların tasarımına büyük ölçüde destek olmaktadır. Bugün gelişmiş ülkeler ürünün olgunluğunun ve kalitesinin belirlenmesinde üründe deformasyona sebep olmayacak bu tip ölçüm yöntemlerini tercih etmektedirler. Örneğin, meyve ve sebzelerin hasadında robotik hasat makinalarını kullanmaktadırlar. Olgun meyveler optik yöntemle belirlenip hasadı yapılmaktadır.
- Biyolojik malzemenin elektriksel özelliklerinden yararlanarak tahıllardaki nem içeriği, pamuk elyafının uzunluğu, tahıllar ile yabancı maddelerin ayrılması gibi konularda kesin sonuç alınabilmektedir.
- Akustik yöntemlerde, ses titreşiminin tarımsal ürünler ve yabancı maddeler tarafından farklı değerlerde emilmesi ürünün olgunluk düzeyi ve kalitesini belirlemede esas oluşturabilmektedir. Bu yöntemle, meyve ve sebzelerin robotik olarak hasadı yapılabilmektedir. Ses dalgalarının bitki kabuğundan ya da pulluk tabanından olan yankısı ile tarladaki makinaların otomatik olarak uzaktan kontrolünde (hassas-akıllı tarım) yararlanılabilmektedir.

# Tarımsal Ürünlerin Taşınması İlkeleri ve Ekipmanları

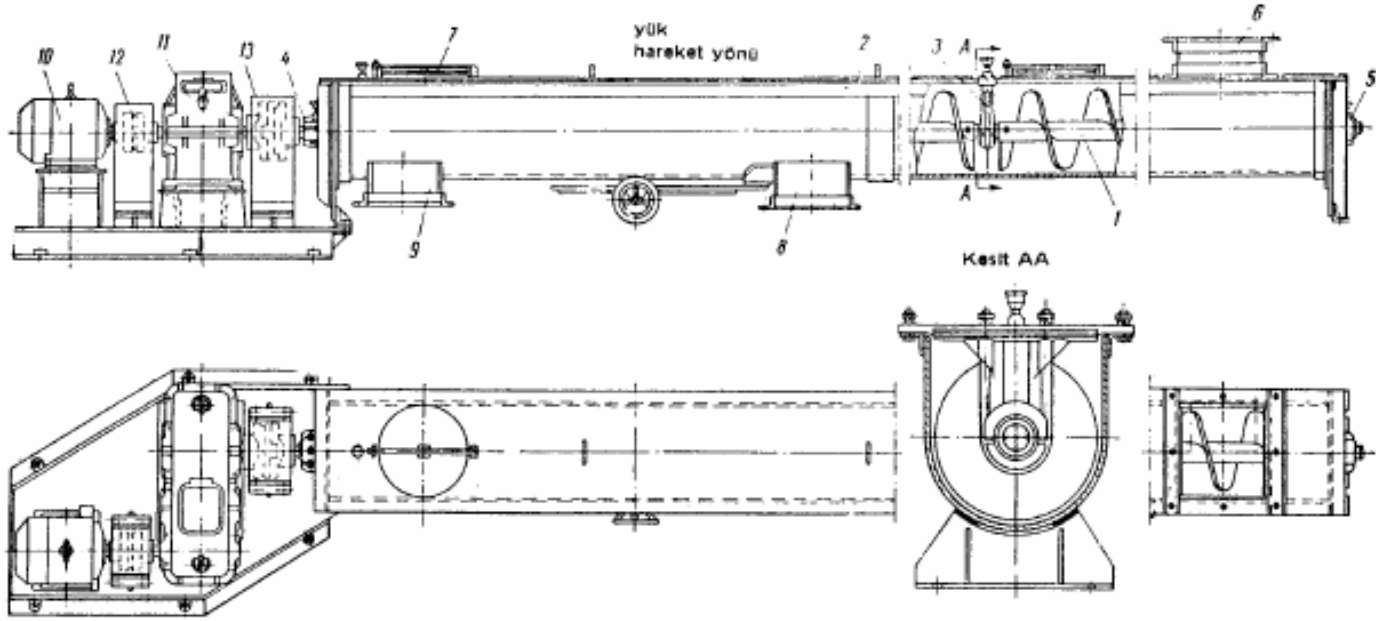
Tarımsal ürünlerin taşınması genelde;

- Mekanik,
- Atalet,
- Pnömatik,
- Yerçekimi kuvvetlerinin karışımı ile gerçekleşir.

Mekanik kuvvetin bulunduğu taşıyıcılara helezonlu ve zincirli götürücülere örnek verilebilir.

# Tarımsal Ürünlerin Taşınması İlkeleri ve Ekipmanları

## 1. Helezonlu Götürücüler



Helezon konveyörler, alçak ve orta kapasiteler ( $100 \text{ [m}^3/\text{saat]})$  ve kısa taşıma uzaklıkları için kullanılırlar.

Genellikle 30 - 40 [m] ve seyrek olarak 50 - 60 [m] uzunluğunda imal edilirler.

# Tarımsal Ürünlerin Taşınması İlkeleri ve Ekipmanları

Bu tip konveyörler;

- Büyük parçalı,
- Kolay kırılır,
- Aşındırıcı,
- Sıkışabilir
- Yapışkan malzemelerin taşınmasında kullanılmazlar;

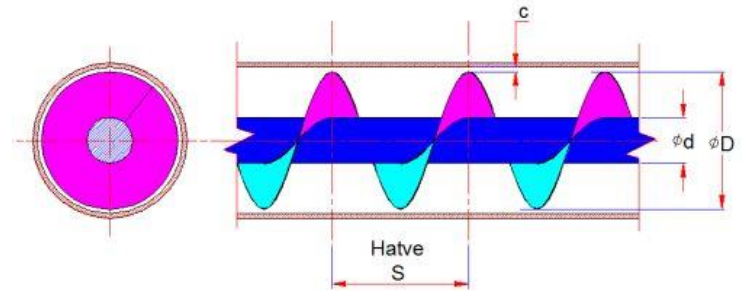
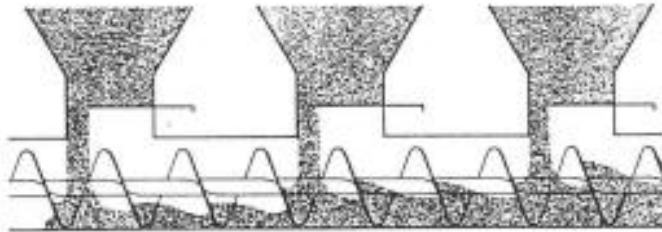
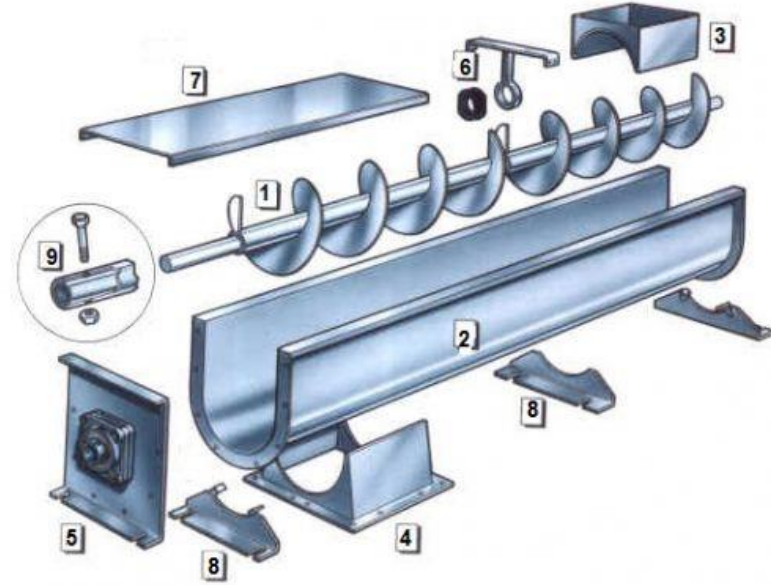
Yalnızca;

- Düzenli bir beslemede etkindirler.

Ayrıca;

- Aşırı yüklemeler,
- Ara yataklar yakınında dar boğazlar yaratarak milin dönmesini engeller ve konveyörü durdurur.

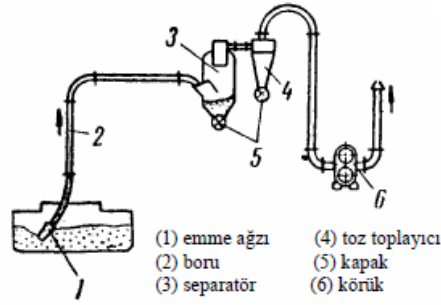
# Tarımsal Ürünlerin Taşınması İlkeleri ve Ekipmanları



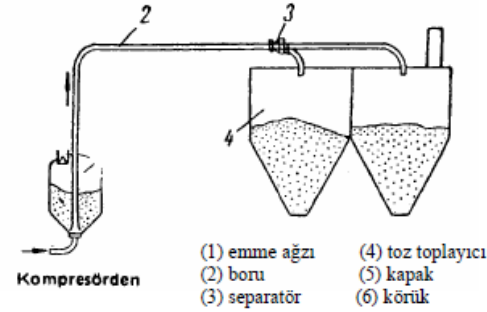
# Tarımsal Ürünlerin Taşınması İlkeleri ve Ekipmanları

## 2. Pnömatik Götürücüler

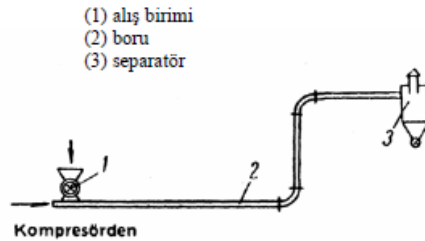
Tarımsal ürünlerin belirli bir noktaya itici bir hava akımı (vantilasyon) veya bir hava emişi (aspirasyon) sağlanarak iletilmesinde kullanılan götürücülerdir.



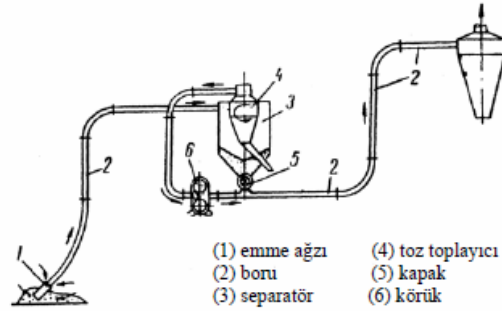
(a)



(b)



(c)

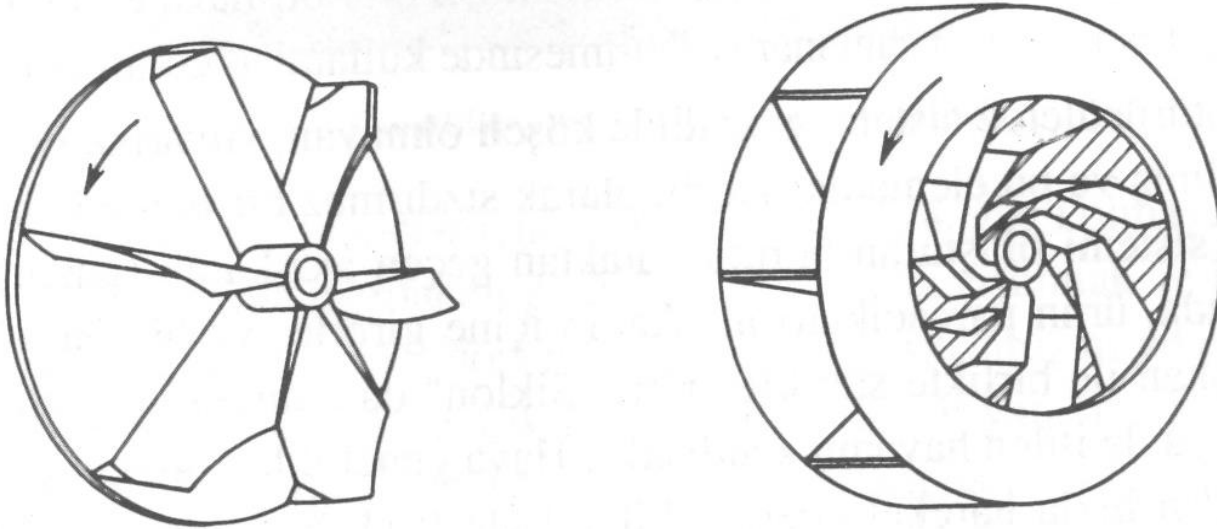


(d)

# Tarımsal Ürünlerin Taşınması İlkeleri ve Ekipmanları

Pnömatik götürücü sistemlerde genellikle havanın itilmesini sağlamak için **vantilatörler ve üfleyiciler**, emilmesini sağlamak için de **aspiratör veya vakum pompaları** kullanılır.

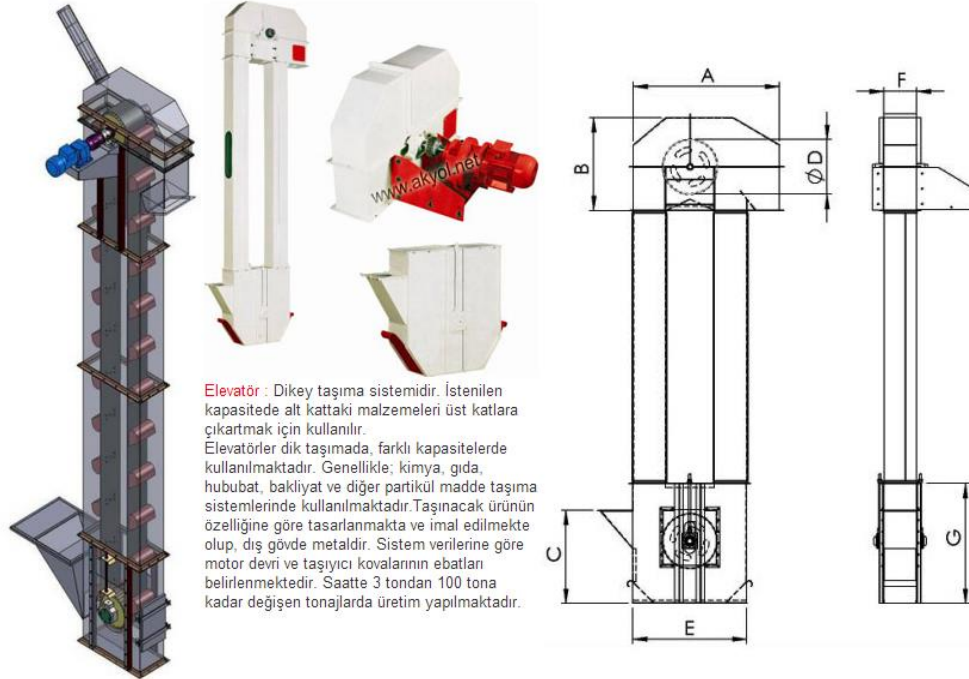
Vantilatörlerin büyük tipleri santrifüj pompalara benzer. Çalışma ilkeleri aynıdır. Pervane, hafif metalden yapılmış ve saçtan bir gövde içerisine yerleştirilmiştir.



# Tarımsal Ürünlerin Taşınması İlkeleri ve Ekipmanları

## 3. Kovalı Götürücüler

- Kovalı elevatör malzemenin bir noktadan istenilen hedefe dikey olarak taşınmasında kullanılan mekanik taşıma ekipmanıdır.
- Özellikle ağır ve yüksek miktarda dikey taşınması gereken toz ve granül gibi yığın malzemelerin taşınmasında çok kullanışlı mekanik taşıma ekipmanlarıdır.
- Kovalı elevatörler verimlilikte ve çok değişik türde malzemelerin dikey taşınmasında günümüz dünyasında en popüler dikey taşıma sistemidir.



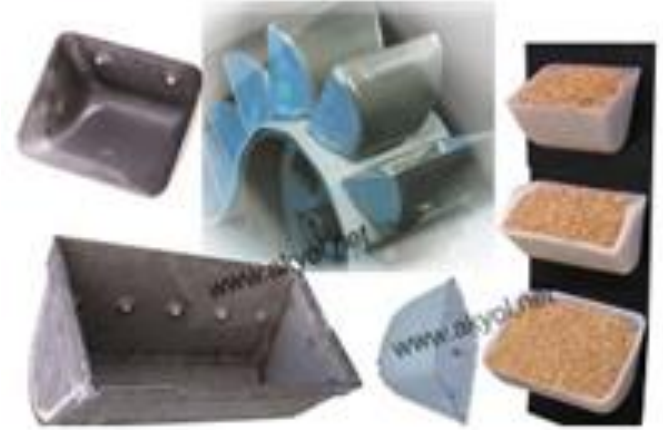
# Tarımsal Ürünlerin Taşınması İlkeleri ve Ekipmanları

Üretimini yaptığımız kovalı elevatör tiplerini şu şekilde sınıflandırabiliriz;

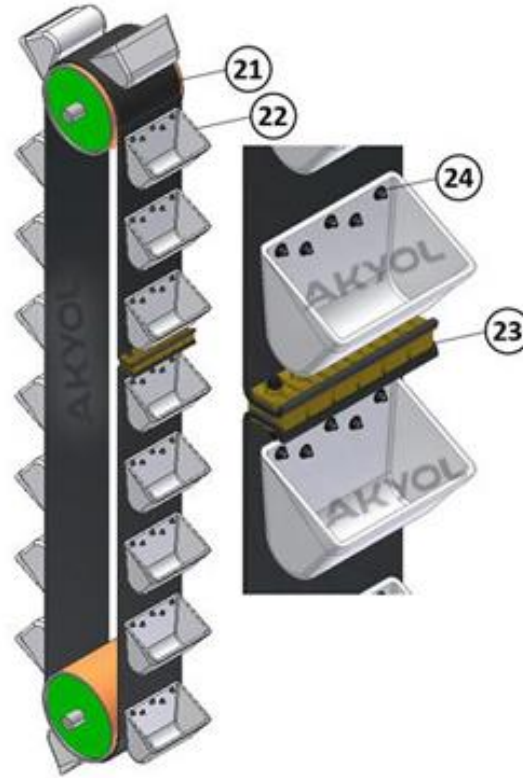
- Zincirli tip kovalı elevatör,
- Bantlı tip kovalı elevatör,
- Sıcaklığa dayanıklı tip kovalı elevatör,
- Gıda normlarına uygun kovalı elevatör,

Götürücü Kapasitesi;

- Her bir kovanın kapasitesi
- Kovalar arası mesafe,
- Zincir hızı,



# Tarımsal Ürünlerin Taşınması İlkeleri ve Ekipmanları



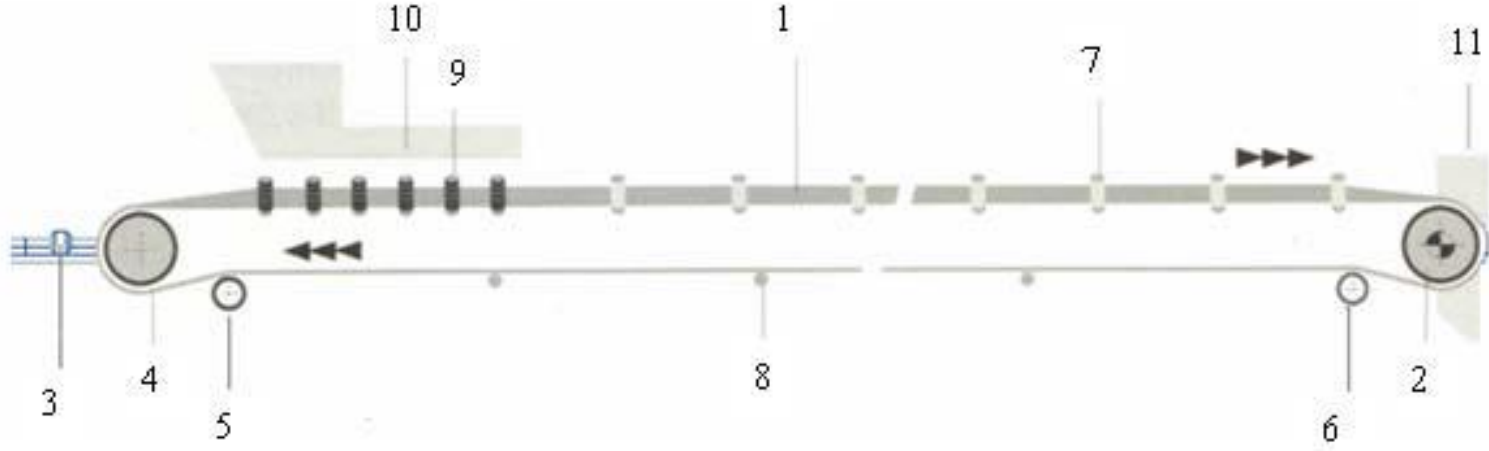
# Tarımsal Ürünlerin Taşınması İlkeleri ve Ekipmanları

## 4. Bantlı Götürücüler

- İlke olarak bantlı götürücü, bir ucundaki kasnaktan tahrik edilir. Tahrik kaynağı genellikle bir elektrik motorudur.
- Tahrik edilen kasnağın devir sayısı, istenildiği gibi değiştirilebilir.
- Yük taşıyan avara merdaneler en az sürtünmeli dönüş yapacak şekilde yataklanmıştır.
- Bantın diğer ucundaki kasnak ayarlanabilir. Bunun için “gergi” vidası kullanılır.
- Düz ve lastik kayışlar, keten dokuma veya lastikle kaplanmış keten dokuma kayışlar, metal elemanların oluşturduğu mafsallı, paslanmaz çelikten veya plastikten yapılmış hasır-örgü veya zincirler kullanılır.



# Tarımsal Ürünlerin Taşınması İlkeleri ve Ekipmanları



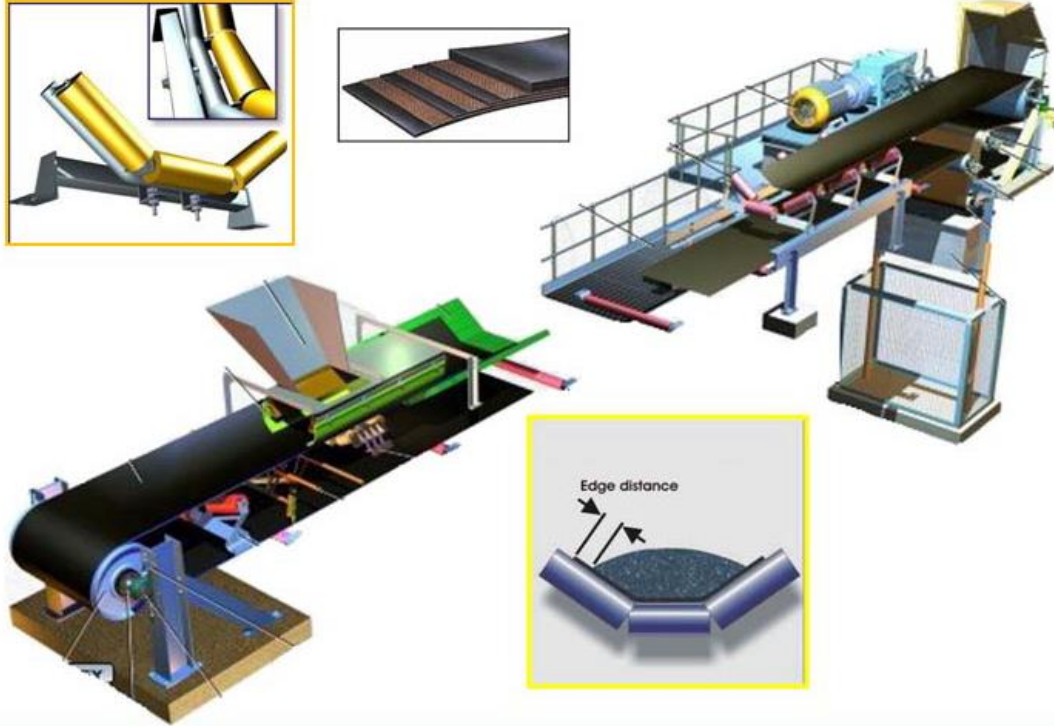
- 1- İletim bandı
- 2- Tahrik tamburu
- 3- Gerdime istasyonu
- 4- Kuyruk tamburu
- 5- Kuyruk Saptırma Tamburu
- 6- Tahrik Saptırma Tamburu

- 7- Taşıyıcı makaralar
- 8- Dönüş makaralar
- 9- Darbeli makaralar
- 10- Besleme Teknesi
- 11- Döküş Şutu

**Kapasite;** bant hızına, bant genişliğine ve yükleme şekline bağlıdır.

# Tarımsal Ürünlerin Taşınması İlkeleri ve Ekipmanları

- Bant kenarından **dökülebilir nitelikteki** ürünlerde ürün kaybını önlemek için taşıyıcı ana merdanenin iki yanına eğimli olarak konumlandırılmış iki merdane daha eklenmiştir.
- Taşınan ürünün hafif, dökülüp saçılmayan veya ambalajlı nitelikte olması halinde de ana bantın iki yanına dikey koruyucu klavuzlar konulmuştur.



# Tarımsal Ürünlerin Taşınması İlkeleri ve Ekipmanları



## Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makinaları

Hasat edilen ürünlerin işlenmeden önce geçirdikleri ilk değerlendirme; taş, toprak ve yabancı maddelerden arındırılmasıdır, örneğin; taneli ürünlerin, yumruların, köklerin, sebze ve medyaların hasattan sonra tarım işletmesinde temizlenmesi gerekir. Temizlemeden sonraki aşamada ise, ürünün kullanım amacına göre sınıflandırılması yapılır. Sınıflandırma işi, ürünün özelliğine uygun çeşitli yöntemlere göre gerçekleştirilebilir.

Bu bölümde küçük taneli ürünlerin (hububat vb.) ve medyaların temizlenme-sınıflandırılma yöntemleri incelenecektir.

# Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makinaları

## Küçük Taneli Ürünlerin Temizlenmesi ve Sınıflandırılması

Çeşitli hasat-harman makinaları ile elde edilen taneli ürünler, çoğu kez doğrudan değerlendirilemez. Tüketim amacına uygun şekilde arındırılmaları ve sınıflandırılmaları gerekir, örneğin; buğday, eğer ekmeklik olarak değerlendirilecekse, öğütmeden önce içindeki taş, toprak, saman vb. yabancı maddeler ile ekmeklik kalitesini etkileyen öteki tohumlardan ve zararlılardan arındırılır.

Yeni hasat-harman edilmiş bir taneli ürünün bileşimindeki maddeler üç ana grupta toplanır:

- **Ana bitki tohumları;** Ana bitkinin sağlam taneleri yanında, gelişmemiş taneler, kavuzlu taneler ve kırık taneler de bulunur.
- **Yabancı tohumlar;** Bu grupta, başka tohumluk taneleri ile yabancı ot tohumları bulunur.
- **Yabancı maddeler;** Bunlar, kavuz, saman kesmik vb. gibi organik yabancı maddeler ile taş, toprak ve toz gibi inorganik yabancı maddelerdir.

# Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makinaları

Küçük taneli ürünlerin temizlenmesi ve sınıflandırılması, farklı fiziko-mekanik özelliklerine göre gerçekleştirilebilir. Bu özellikler şöyle sıralanabilir:

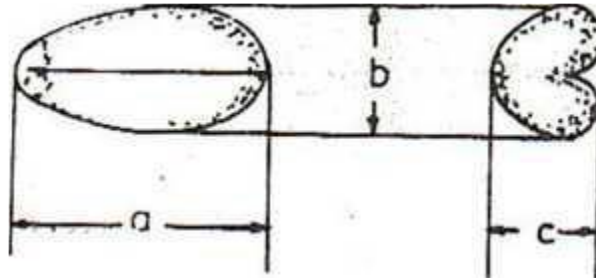
- Boyut özellikleri,
- Aerodinamik özellikleri,
- Yüzey özellikleri,
- Şekil özellikleri,
- Esneklik özellikleri,
- Mekanik direnç özellikleri,
- Özgül ağırlıkları,
- Elektriksel özellikleri.



# Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makinaları

## Boyut özelliklerine Göre Sınıflandırma

Doğal karışım halindeki tanelerin boyutlarına göre sınıflandırılması en çok kullanılan yöntemdir. Birbirinden ayrılması istenen tanelerin ve yabancı maddelerin üç boyutu vardır. Bunlar; en büyük boyut olan uzunluk, en küçük olan kalınlık ve ortanca boyut da genişliktir. Bu boyutlara göre, değerleri farklı olan taneler birbirinden kolayca ayrılabilir.



Tane boyutları a) uzunluk, b. Genişlik, c) kalınlık

## Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makinaları

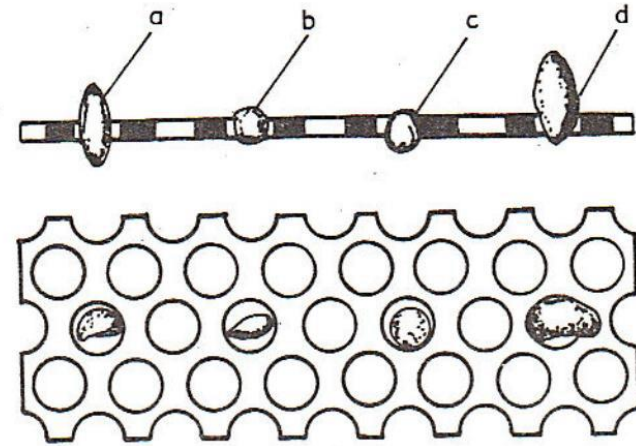
Boyutlarına göre sınıflandırmada, istenilen büyüklükteki tanelerin "elek üstünde kalmasını sağlayacak delik ölçülerine sahip çeşitli eleklerden yararlanır. Tanelerin eleklerde ayrılma hızı, elek yüzey alanı, ürün içindeki küçük tane miktarı ve yükleme katsayısı ile doğru orantılıdır. Öte yandan, sınıflandırma işi sırasında eleklerin hareket şekli de ayırma hızım önemli şekilde etkiler. Eleklerin hareket şekli şöyle sıralanabilir:

- Yatayla belirli bir eğim açısı yapacak şekilde dairesel dönü hareketi (örneğin, triyör).
- Eğimli ya da yatay konumda eleğin düşey yönde titreşimi.
- Yatay konumdaki eleğin yatay düzlemde dairesel titreşimi.

Genel olarak, belirli bir elek hızında, eleme (sınıflandırma) hızı da en yüksek değere ulaşır. Elek hızının bu değerden küçük ya da büyük olması, eleme hızının düşmesine neden olur.

## Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makinaları

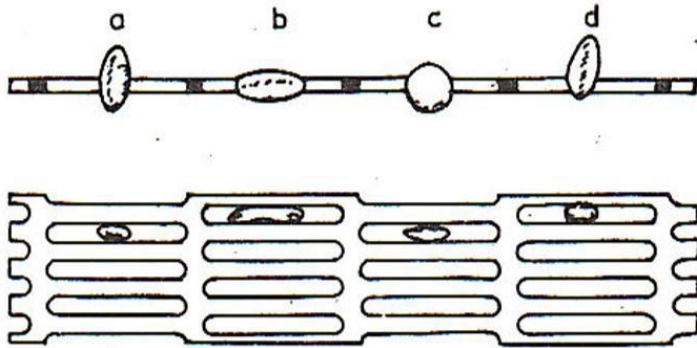
Tanelerin genişliklerine göre ayrılmasında yuvarlak delikli eleklerden yararlanır. Burada, uzunluk ve kalınlık değerleri önemli değildir. Ne var ki, elek delik çapından daha küçük değerde olan tanenin elek altına geçebilmesi için, tane uzunluk ekseninin elek düzlemine dik konumda olması gerekir. Bunun için, elek düşey yönde titreştirilir. Ancak, uzunlukları genişliklerinden çok fazla olmayan tanelerin (nohut, darı, tırfil, yonca vb.) ayrılmasında eleğin yatay şahmını da yeterlidir.



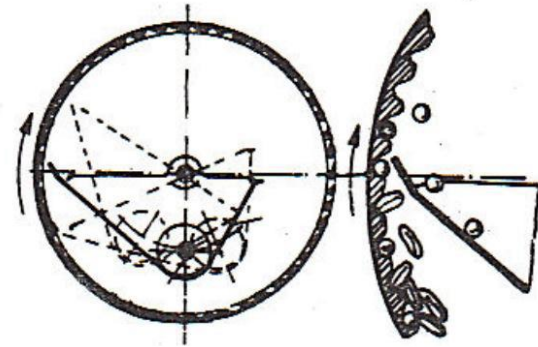
## Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makinaları

Tanelerin kalınlığına göre ayrılması için ise, oblong (uzun) delikli elekler kullanılır. Bu eleklerden, yalnız kalınlıkları delik genişliğinden küçük olan ince taneler geçebilir. Ayırma işinde eleğin yatay salınım yapması yeterlidir.

Uzunluk boyutuna göre tanelerin ayrılması ise, döner hareketli yuvak yüzeyler ile (triyör) sağlanır. Şekilde görüldüğü gibi dönme hareketi yapan yuvak yüzeydeki uzun taneler, eğim açısı belirli bir düzeye gelince dengelerini kaybederek düşerler. Buna karşın yuvalara iyice oturmuş olan küçük ve kısa taneler daha yukarı çıkarak, merkezdeki oluk üzerine düşerek ayrılırlar.



Oblong delikli elek



Triyör

# Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makinaları

## Aerodinamik Özelliğe Göre Sınıflandırma

Bu yöntemle göre ayırmada, hava akımı içinde tanelerin farklı bağıl hızlarından yararlanır. Hava akımına tutulan taneler, sürtünme dirençlerine ve ağırlıklarına göre farklı hızlarda hareket ederler. Ağır ve fazla dirence sahip tanelerin hızı, hafif ve düşük dirençli tanelerin hızından düşüktür. Buna göre, hava akımı ile tanelerin taşınma hızları farkından yararlanarak sınıflandırılmaları sağlanır. Sürtünme direnci  $R$  olan,  $W$  ağırlığındaki bir tanenin hava akımı içinde üç hareketi söz konusudur;

- $W > R$  ise tane hareket etmez.
- $W = R$  ise tane havada askıda kalır (yüzme hızı) ve,  $W < R$  ise tane hava ile taşınır (pnomatik iletim).
- $W = R$  olduğunda, tanenin bağıl hızı, havanın hızına eşit olup, bu hıza aynı zamanda, kritik hız da denir ve değeri;

$$V_k = \sqrt{\frac{G \cdot g}{k \cdot \varphi \cdot F}}$$

# Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makinaları

$$V_k = \sqrt{\frac{G \cdot g}{k \cdot \varphi \cdot F}}$$

Burada;

$V_k$  : Yüzme hızı (kritik hız), m/s,

$G$  : Tanenin ağırlığı, kg,

$g$  : Yerçekim ivmesi, m/s<sup>2</sup>,

$k$  : Tanenin şekline bağlı aerodinamik direnç katsayısı,

$\varphi$  : Havanın yoğunluğu, ~ 1,29 kg/m<sup>3</sup> ve

$F$  : Tanenin hareket yönüne dik kesit alanıdır, m<sup>2</sup>.

## Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makinaları

Gerek ( $k$ ) aerodinamik direnç katsayısı, gerekse ( $F$ ) tanenin kesit alanı, hava akımı içinde tanenin hareketli olması nedeniyle sürekli değişir örneğin, küre şeklindeki bir tane için bu değişme çok az etkili olup, tanenin hareketi düzgün olur. Öte yandan, bir buğday tanesi ise devamlı sıçrama hareketi yapacak şekilde hareket eder (kesit değişmesi).

Aerodinamik özelliğe göre taneleri sınıflandırmada, dik ya da yatay kanallar kullanılır. Dik kanalda, kanal kesiti giderek büyür. Kesit arttıkça hava hızı da azalır ve böylece ağır olan taneler ayrılır. Yatay yönde hava akımının ayırma etkisi, taşıma süresinin kısa olmasından dolayı, daha azdır. Bu nedenle dikey kanallı tipleri yaygındır.

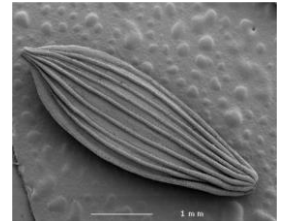
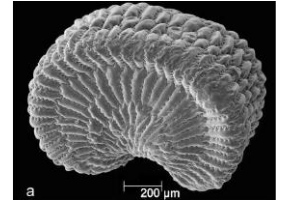
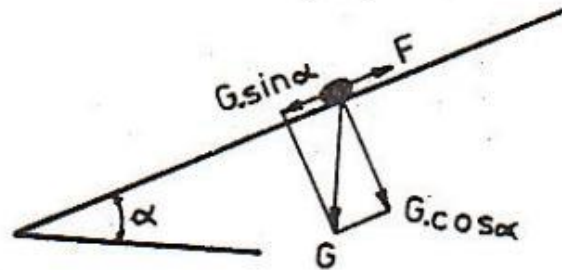
# Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makinaları

## Yüzey özelliğine Göre Sınıflandırma

Küçük taneli ürünler ve içindeki yabancı maddelerin yüzey yapıları farklıdır. Bazı taneler düz parlak yüzeye sahiptirler. Bazılarının yüzeyi ise, tüylü, pürüzlü ve girintili çıkıntılıdır. Eğik bir yüzey boyunca serbest bırakılan taneler, tane ile yüzey arasındaki sürtünme katsayısına göre hareket ederler. Yani, sürtünme katsayısı küçükse tane daha kolay kayar.

Eğik bir yüzeyde, tanenin hareketine karşı koyan direnç, sürtünme kuvvetidir ve değeri:

$$F = f \cdot N \text{ ya da } G \cdot \sin \alpha = f \cdot G \cdot \cos \alpha$$



# Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makinaları

## Şekil Özelliğine Göre Sınıflandırma

Birbirinden ayrılacak taneler şekil bakımından da farklı yapıda olabilirler. Yuvarlak ve oval taneler ile yassı ve muntazam olmayan taneler eğik bir yüzeye konulduğunda hareketleri farklıdır. Çünkü; yuvarlak taneler için yuvarlanma sürtünmesi, öteki taneler için de kayma sürtünmesi söz konusudur. Yuvarlanma sürtünme katsayısı, kayma sürtünme katsayısından daha küçük olduğundan, şekil özelliğine göre sınıflandırma, yüzey özelliğine göre (sadece kayma sürtünmesi) sınıflandırmadan daha etkindir.



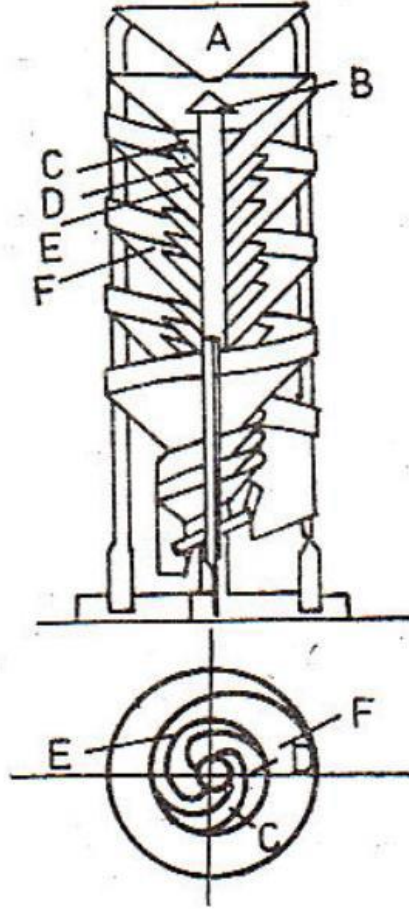
## Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makinaları

Şekil özelliğine göre sınıflandırma yönteminde, bez bantlı eğik yüzeyler ile spiral triyörler kullanılır.

Bez bant eğik yüzey üzerine bırakılan tanelerden, yuvarlak olanlar, yuvarlanarak bandın alt kısmından toplanırken, öteki taneler bantla beraber yukarı taşınarak ayrılırlar

Spiral triyörlerde ise, yuvarlanma özelliğine göre tanelerin kazandıkları santrifüj kuvvetlerin etkisiyle ayırma işi gerçekleştirilir. Örneğin; bezelye ve nohut gibi yuvarlak taneli ürünlerin, taneleri uzunca olan buğday, yulaf ve öteki hububat ürünlerinden vb. kolayca ayrılması spiral triyörlerle, enerji tüketmeden gerçekleştirilir. Burada, triyörün üst ağzından verilen taneli ürün kendi ağırlığı ile helezon şeklinde kıvrılmış oluklardan aşağı kayarak ve yuvarlanarak, kazandıkları santrifüj kuvvete göre eğik yüzeylerde farklı şekilde yükselirler. Böylece, en hızlı dönen ve büyük santrifüj kuvvete sahip olan yuvarlak taneler en dıştan ayrılırlar. Az hareketli taneler ise merkeze yakın yerden alınır.

# Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makinaları



Spiral triyör

- A: besleme hunisi,
- B: Ayırıcı,
- C: D, E: Küçük helezonlar,
- F: Büyük helezonlar

# Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makinaları

## Esneklik Özelliğine Göre Sınıflandırma

Esneklik, cisimlerin deformasyondan sonra tekrar eski şekillerini alabilme yeteneğidir. Esneklik, esneklik derecesi ( $e$ ) ile belirtilir ve tanımı, bir cismin zıplama hızının ( $V_2$ ) zıpladığı zemine düştüğü ilk hıza ( $V_1$ ) oranıdır:

$$e = \frac{V_2}{V_1} \cong \sqrt{\frac{h}{H}}$$

Burada;

H : Cismin zıplama yüzeyine düşme yükseldiği, m,

h : Cismin zıplama yüksekliğidir, m.

Taneli cisimler; nem, olgunluk derecesi vb. özellikleri ile farklı esneklik derecelerine sahiptirler. Genel olarak, tanelerin nem içeriklerine göre, esneklik yöntemiyle ayrılmaları sağlanır. Bu amaçla, çeşitli nem içeriğine sahip taneler belirli bir yükseklikten, yatayla belirli bir açı yapan ( $\sim 22,5^\circ$ ) eğik bir yüzeye düşürülür. Burada, daha esnek olan taneler uzağa, az esnek olanlar da yakına düşer.

Tanelerin esneklik derecesine göre sınıflandırıldığı başka bir uygulamada, sarsıntılı masa ile gerçekleştirilmektedir.

# Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makinaları

## Mekanik Direnç Özelliklerine Göre Sınıflandırma

Mekanik dirence göre ayırma, daha çok yumuşak ve sert kısımların ayrılmasında uygulanır. Örneğin, ufalanabilen toprak taneleri ile hastalıklı taneler, sağlam tanelerden bu yöntemle göre ayrılır, öyle ki, temizlenecek ürün, birbirine ters yönde dönen ve temas eden iki kauçuk silindir arasında geçirilir. Bu sırada toprak parçalan ve hasta taneler parçalanırken, sağlam taneler, kauçuk silindiri esneterek geçerler.

# Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makinaları

## Özgül Ağırlıklarına Göre Sınıflandırma

Taneli ürünler; cins, tür, nem içeriği ve olgunluk derecelerine göre farklı özgül ağırlığa sahiptirler. Özgül ağırlığı sabit bir akışkan içine bırakılan tanelerin, özgül ağırlığı akışkanınkinden büyükse taneler dibe doğru batar. Tersine, tanelerin özgül ağırlığı akışkanınkinden küçükse, taneler yüzer. Özgül ağırlıklar eşitse, taneler sıvı içinde herhangi bir konumda dengede kalırlar.

Tane karışımının herhangi bir hareketli ya da durgun akışkan içinde özgül ağırlığına göre sınıflandırılabilmesi için; akışkanın özgül ağırlığı, birbirinden ayrılması istenilen tanelerden birinin özgül ağırlığından büyük, öteki gruptakinden ise küçük olmalıdır. Bu yöntemle sınıflandırma, küçük taneli ürünler dışında meyvelerin sınıflandırılmasında da uygulanmaktadır.

# Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makinaları

## Meyvelerin Temizlenmesi ve Sınıflandırılması

Gerek taze ürün olarak gerekse işlenmiş ürün olarak meyve ve sebzelerin değerlendirilmesinde temizleme ve sınıflama ile hem akıcı hem de satıcı desteklenir. Taze tüketim için ya da soğukta muhafaza edilmeleri sırasında, temiz ve belirli ölçülere sahip ürünlerdeki kayıplar en azdır.

Öte yandan, gıda sanayinde kaliteli ve steril gıda ürünlerinin üretimi, temizleme ve sınıflandırmayla sağlanabilir, örneğin, temizleme ve sınıflandırma olmaksızın meyve suyu yapımında, az miktarda bozuk, çürük meyve bile, üretilecek tüm meyve suyunun kalitesini bozabilir. Bu durumun sonradan düzeltilmesi olanaksızdır.



# Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makinaları

## Temizleme

Hasat edilen meyve ve sebzelerde, değerlendirme işleminden önce; ezik, bozuk, çürük vb. hatalı olanları kabaca ayıklanır. Ürünün değerlendirilmesi ise, yaprak, toz, toprak, tarımsal savaş ilacı artıkları vb. yabancı maddelerden arındırılmasıyla, yani üst yüzey temizliği ile başlar. Temizleme işi, yıkama ya da fırçalama ile gerçekleştirilebilir. Ne var ki, temizlemede, ürün içindeki besin ve aroma maddelerinin kaybolmamasına özen gösterilmelidir.

Elma, domates vb. ürünlerin temizlenmesinde yüzdürme yıkama yöntemi uygulanır. Kanal içinde hareket eden yıkama suyunun hızı 0,2-0,4 m/s kadardır.

Çekirdekli ve kabuklu meyvelerin temizlenmesinde ise girdap hareketli su akımından yararlanır. Burada, yıkama işi, genellikle karşı akım prensibine göre gerçekleştirilir. Temizleme etkinliğini artırabilmek için, yıkama suyu sıcaklığı 30-35°C olmalıdır.

Yumuşak etli meyvelerin (çilek vb.) temizlenmesinde de girdap hareketli su akımlı yıkayıcılar kullanılabilir. Ancak bu durumda, temizlenecek meyveler kafes yapılı sepetler içine konur

# Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makinaları

## Sınıflandırma

Sınıflandırmanın amacı, temizlenmiş ürünü cinslerine, boyutlarına ve kalitelerine göre ayırarak, belirli standart özelliklere uygunluğunu sağlamaktır. Standart ürünün fiyat ve satış üstünlüğü olduğu gibi, aynı özellikteki (sınıftaki) ürünlerin depolanmaları ve işlenmeleri daha kolaydır. Yine, aynı kalite ve özellikteki gıda maddesi (konserve, meyve suyu vb.) üretimi, ilk aşamada amaca uygun bir sınıflandırma uygulamasına bağlıdır.

Meyve standartına etkili unsurlar kalite, boyut ve ağırlık olup, buna bağlı olarak sınıflandırma yöntemleri de;

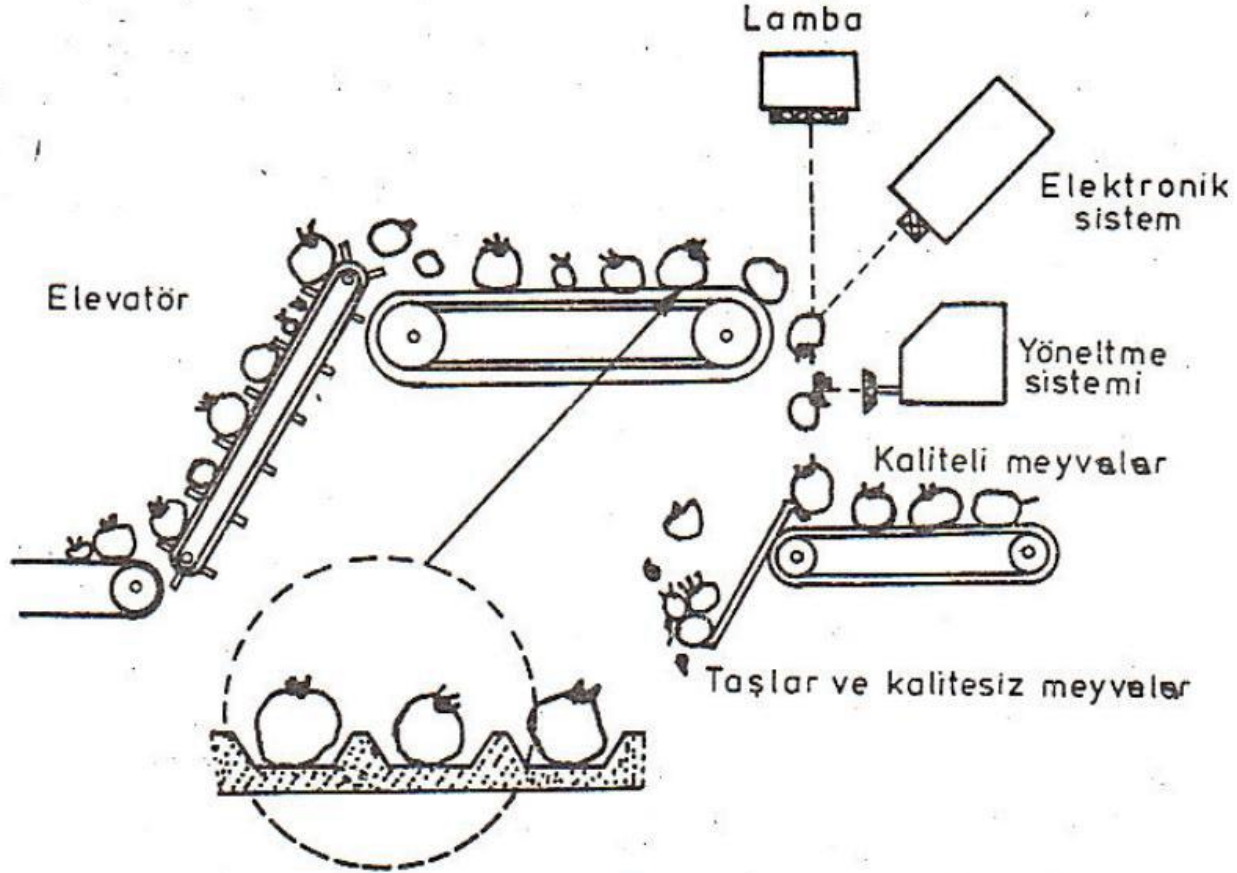
- Kaliteye göre sınıflandırma,
- Boyutlara göre sınıflandırma ve
- Ağırlığa göre sınıflandırma olarak incelenir.

## Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makinaları

Kaliteye göre sınıflandırmada, meyvenin rengi, şekli ve olgunluğu gibi özellikleri dikkate alınır. Bu uygulama hasat ile beraber başlayıp, işletmede sürer. Bu yöntem, meyvelerin yapışma göre (dokunmaya hassas, kolay zedelenen) farklı şekillerde uygulanır. Günümüzde kaliteye göre sınıflandırma yapan özel makineler bulunmasına rağmen, el ile sınıflandırmadan vazgeçmek olanaksızdır, örneğin, yumuşak meyvelerin kalitelerine göre ayrılmasında, bantlı seçme masalarında, düşük kaliteli meyvelerin el ile ayrımı yapılır. Öteki, yani kaliteli meyvelere ise el sürülmez.

Renk ve parlaklıklarına göre sınıflandırmada fotosel düzeninden yararlanır. Bu yöntemle sınıflandırmada, olgunluk rengine ya da parlaklığa sahip ürünler ötekilerden ayrılır. Örneğin; kiraz, domates, bezelye, kahve, fasulye, fıstık, fındık, limon gibi ürünler renk ve parlaklık esasına göre sınıflanırlar. Çeşitli mekanizmalar yardımıyla, sınıflandırılacak ürün bir fotosel (ışınli okuyucu) düzeni önünden geçirilir. Burada, renkli ürünün rengine bağılı ışın dalga boyundan ya da ışık yansıtma (parlaklık) özelliğinden yararlanarak, istenilen renk (kırmızı, beyaz, koyu yeşil, açık yeşil vb.) ya da parlaklık (beyazi, kurşuni) durumuna göre taneler tek tek algılanarak ayrılırlar.

# Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makinaları



Renk ve parlaklığa göre sınıflandırma yapan tesisin çalışma ilkesi.

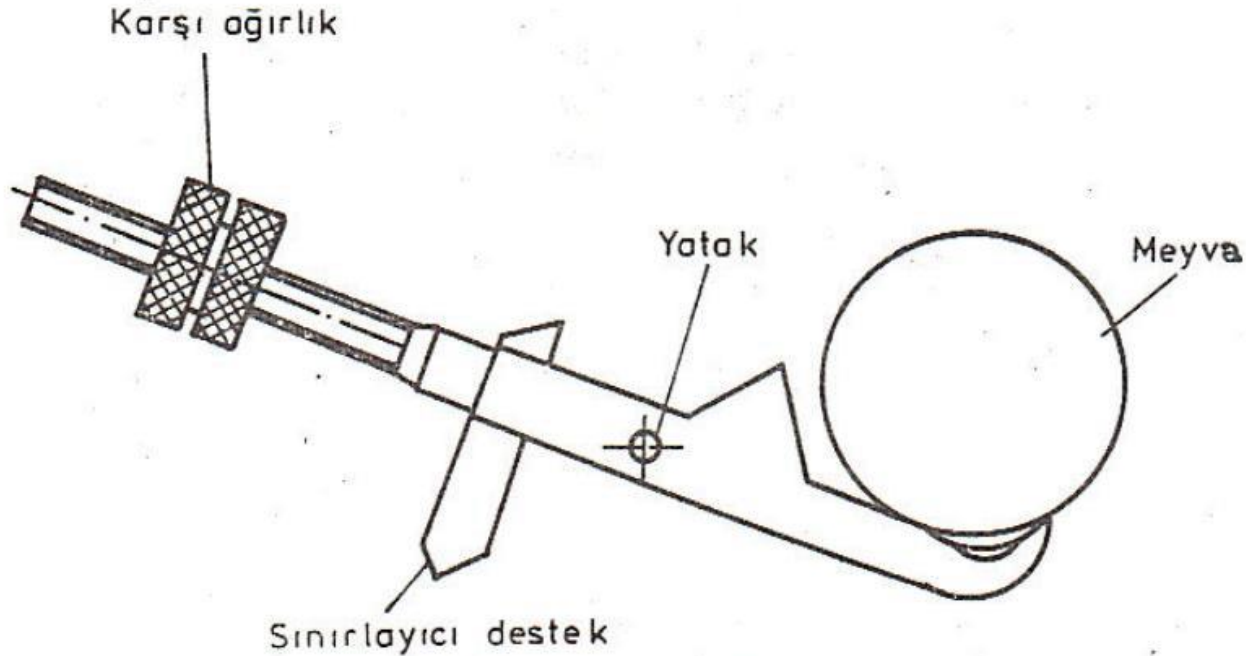
## Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makinaları

Ürünlerin elektrostatik yüklenme özelliğine göre de sınıflandırılması yapılabilir. Burada, elektrostatik yüklenme elektrodu önünden geçirilen tanelerden, olgun olmayan ya da bozuk taneler daha çok yüklenerek karşı elektrot tarafından çekilerek ayırma kanalına düşürülür. İyi ve olgun taneler ise, hemen hemen doğrusal hareket ederek toplama kabına düşerler.

Meyvelerin ağırlık ve boyutlarına göre sınıflandırılması, ya el ile ya da makine ile gerçekleştirilebilir. Ancak, taze meyveler çarpma ve vurmalara karşı çok duyarlı olduğundan, sınıflandırmada kullanılacak makinelerin meyve ile temas eden kısımları meyveye zarar vermeyecek materyalden yapılmalıdır (plastik, kauçuk vb.). Ayrıca, sınıflandırma hızının seçiminde de bu nokta unutulmamalıdır.

## Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makinaları

Ağırlığına göre sınıflandırma yapan makineler hassas tartı düzenlerine sahiptir. Düzgün şekilli meyveler ağırlık esasına göre daha hassas olarak sınıflandırılırlar. Çünkü meyvenin ağırlığı çapının küpü ile doğru orantılı değişmektedir. Ne var ki, düzgün olmayan şekildeki meyvelerin bu yöntem ile sınıflandırılmaları uygun değildir.



Meyve tartma elemanı

## Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makinaları

Bu yöntemle göre çalışan makinelerde, meyveler, bantlı götürücüler ile tartı düzenine iletilirler. Meyveler, kendi ağırlığına uygun karşı ağırlığı ya da direnci yendiği anda ait olduğu ağırlık sınıfının ayırma kanalına düşerler. Burada, sınıflara ayırma, ağırdan hafife doğru olacak şekilde gerçekleştirilir.

Ağırlık esasına göre sınıflandırma yapan makinelerin verimleri 2000 kg/h den fazladır. Meyvelerin tartma ve ayrılma sırasında zedelenmesi çok az olup, özellikle elma ve portakal gibi ürünlerin sınıflandırılmasında çok kullanılırlar.

Meyvelerin boyutlarına (genellikle çaplarına) göre sınıflandırılması, önceleri göz kararı ile yapılmaktaydı. Daha sonraki aşamalarda, değişik çaplı çemberler ya da master görevini yapan delikli tahta tablolar gibi el aletlerinden yararlanılmıştır. Şekilde meyveleri boyutlarına göre sınıflandırmada kullanılan basit el aletleri verilmiştir. Bu aletlerle, bir kişi saatte 100-200 kg meyve sınıflandırabilmektedir.

Daha sonraki gelişme aşamalarında, meyveleri boyutlarına göre sınıflandıran çok çeşitli makineler geliştirilmiştir. Ancak, büyük kapasiteli meyve sınıflandırma makinelerinin rasyonel kullanılabilmesi için, aynı cinsten yeterli miktarda ve yüksek değerli ürünün bulunması gereklidir.

## Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makinaları

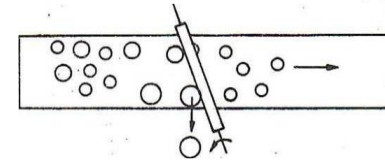
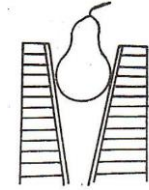
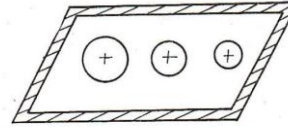
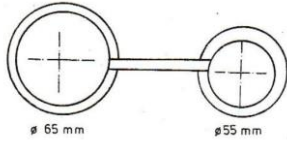
Sınıflama hassaslığı, Meyvelerin şekline, yapısına vb. özelliklerine bağlıdır. Buna göre, her meyve türü için tek amaçlı sınıflandırma makinesi kullanılmalıdır. Ancak, birbirine yakın özellikteki meyveler için (elma, armut) çok amaçlı tipler de seçilebilir. Öte yandan, sınıflandırma makinesinin seçiminde, bölge ve iklim koşullarına göre değişen, ürün hassasiyeti de dikkate alınmalıdır, örneğin, sıcak iklim bölgelerinde yetişen meyveler genellikle kalın kabuklu ve hassas olmayan yapıdadırlar.

Uygulamada, boyutlarına göre sınıflandırmada kullanılan çok çeşidi tip ve kapasitede sınıflandırma makineleri vardır. Bunlar beş ana grupta toplanabilir:

- Ayırıcı silindirli bandı götürücü tip,
- Elek sistemli tip,
- Yatay silindirli tip,
- Aralıkları değişen, bant, kayış ya da konik silindirli tip,
- Delik çapları değişen (orifisli) tip.

# Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makinaları

Ayırıcı silindirlere sahip bantı götürücü tip sınıflandırma makinelerinde, ayırma işini yapacak silindirler, meyilli olarak, bant ile belirli bir aralık bırakacak şekilde yerleştirilirler. Buna göre, eksenini etrafında dönen silindirler ile bant arasındaki açıklıktan geçemeyen meyveler, büyükten küçüğe doğru sınıflanarak banttandırılır (sıyırılırlar).



Elek sistemli sınıflandırma makineleri, hemen tüm meyveler için kullanılabilir. Ancak, sürtünmeye hassas ürünler zedelenebilir. Bunun yanında, uzun yapılı meyvelerde ayırma hassasiyeti iyi değildir. Zedelenebilen için elek yüzeyleri yumuşak materyal ile kaplanabilir. Burada, küçük taneli ürünlerin sınıflandırılmasında olduğu gibi, meyveler arka arkaya sıralanmış 5...6 elekten büyükten küçüğe doğru sınıflandırılırlar.

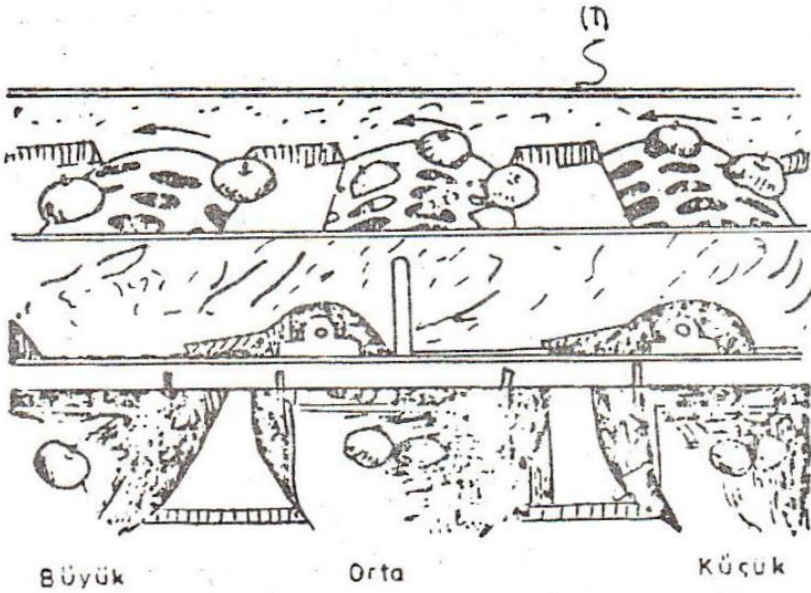
## Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makinaları

Yatay silindirli tip sınıflandırma makineleri iki alt gruba ayrılır. Birinci gruptaki makinelerde, çapları ~ 25 cm kadar olan her biri belirli sayıda ve çapta deliklere sahip 2...6 silindir vardır. Doldurma kafesi üzerine bırakılan meyveler döner hareketli delikli silindirler üzerinden geçirilir. Küçükten büyüğe doğru silindir deliklerinden düşen meyveler, silindir içindeki toplama kaplarından alınır. Meyvelerin düşme yüksekliği küçük olduğundan zedelenmeleri söz konusu değildir. Elma ve domates için saatlik sınıflandırma kapasitesi 1000 ... 2000 kg kadardır.

İkinci grup yatay silindirli sınıflandırma makinelerinde, tambur şeklindeki döner silindir üzerinde, aralık açıklığı ayarlanabilir boydan boya uzayan silindircikler vardır. Şekil 3.12'e böyle bir makinenin yandan görünüşü verilmiştir. Burada, küçük meyveler silindirler arasındaki açıklıktan geçerek alttan alınırlar. Büyük boyutlu meyveler ise, tamburun dönü hareketi yönünde taşınarak yandan alınır.

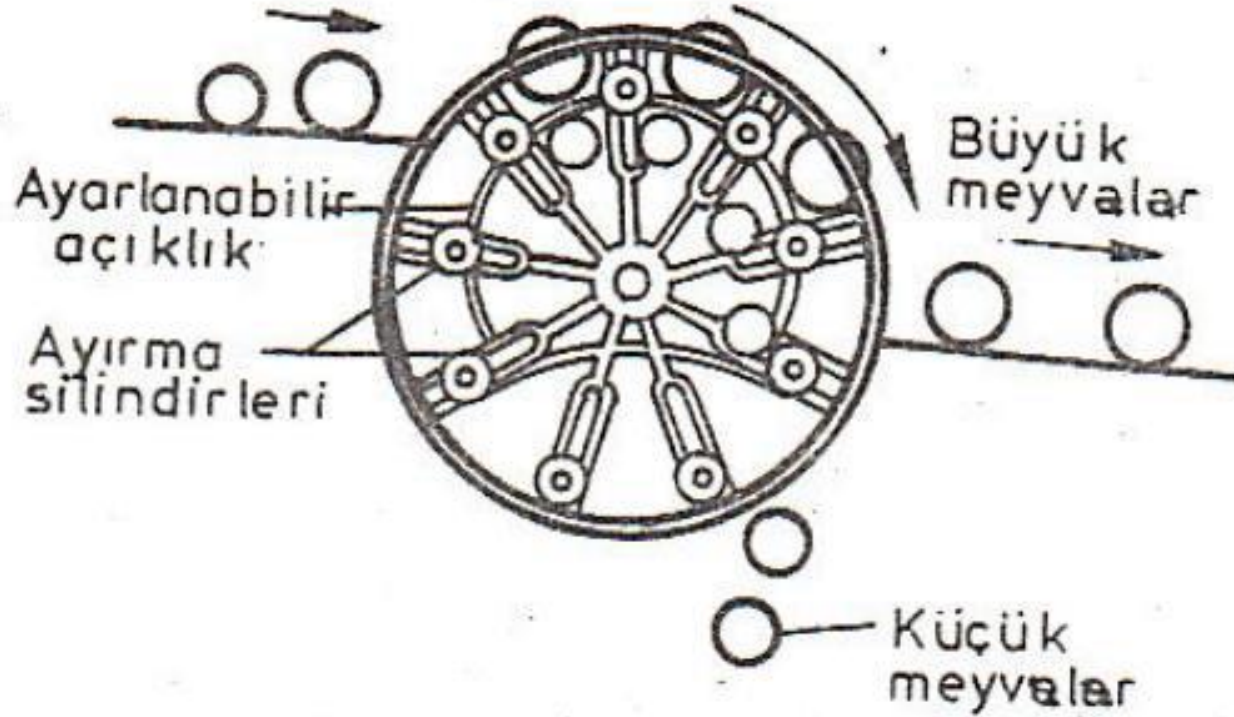
Çok amaçlı kullanım yeteneğine sahip meyve sınıflandırma makine- nelerinde, çeşitli tip ve büyüklükteki meyvelerin sınıflandırılabilmesi için aralık açıldığı değişen bantlı konik silindirli tip ayırma düzenleri kullanılır. Bunun yanında, ayırıcı delik çaplarının değiştirilebildiği orifisli ayırma düzenine sahip makinelerde mevcuttur.

# Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makinaları



Yatay silindirli meyve sınıflandırma makinesi.

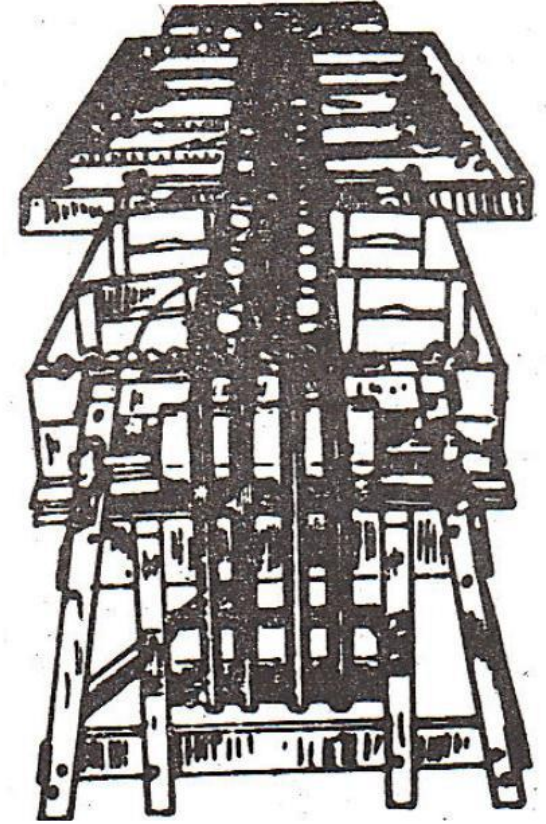
# Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makinaları



Açıklıkları ayarlanabilen yatay silindirli meyve sınıflandırma makinesi

# Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makinaları

Bant aralığı ayarlanabilir tip makinelerde, aralarında 2...3m mesafe olacak şekilde iki mil bulunmaktadır. Bu miller üzerine, bantın geçtiği özel yuvalan olan karşılıklı 2...6 kasnak ya da makara konulmuştur. Yan yana iki kayış arasındaki açıklık giderek büyüyecek şekilde kasnak arası mesafeler ayarlanır. Meyve cinsine ve sınıflama derecesine göre, bant aralık mesafesi ayarlanarak, çift bant arasında dönme yönünde iletilen meyveler, kendi boyutundan sonraki aralıkta, bantlar arasında kayarak ayrılır.



# Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makinaları

Bu tip makinelerde, bant aralığı kolayca ayarlanabildiği için çeşitli meyvelerin sınıflandırılmasında kullanılır. Örneğin; erik, kayısı, armut, konserve zeytin, uzun cins elma vb. meyvelerin sınıflanmasında uygundur. Ancak, meyvelerin ayrılarak düşmelerinde, zedelemelerinin önlenmesi için düşme mesafelerinin kısaltılması (meyilli yüzey) gerekir.

Aralık açıklığı ayarlanabilen konik helezon silindirik sınıflandırma makinelerinde, karşılıklı dönen silindirler üzerine verilen meyveler, küçükten büyüğe doğru ayrılarak sınıflanır. Bu tip sınıflandırma makinelerinin en önemli özelliği, silindirlerin dönmesi ile iletilen meyvelerin tüm yüzeyleri görülebildiğinden, kalitesiz meyvelerin ayrılması da sağlanabilir. Bunların saatlik sınıflandırma kapasiteleri 600...800 kg kadardır.

- Delik çapları ayarlanabilir, orifisli tip sınıflandırma makineleri:
- Yuvarlak tablalı orifisli ve
- Sıravari orifisli makineler olarak ayrılırlar.

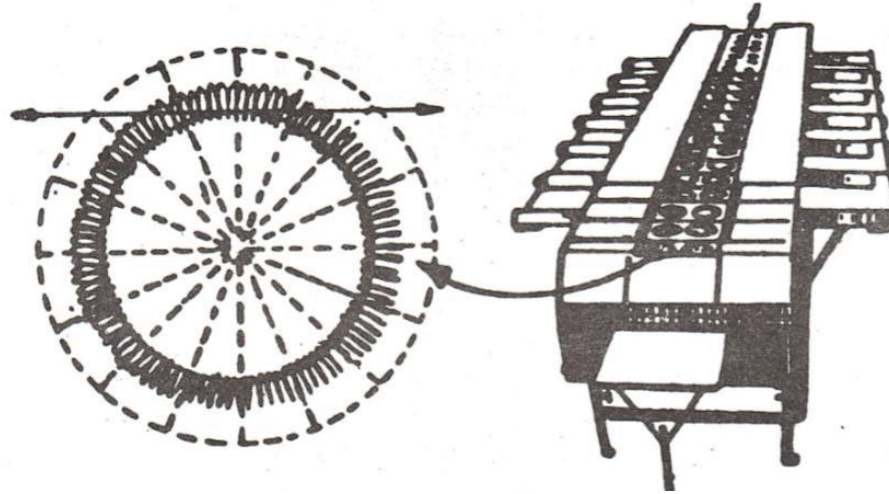


Aralık açıklığı ayarlanabilen konik helezon silindirik meyve sınıflandırma makinesi.

## Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makinaları

Yuvarlak tablalı tiplerde, yatay olarak yerleştirilmiş 1,5...2 m çapında döner hareketli konik bir disk vardır. Bu diskin dış kenarı üzerinde ayarlanabilir delikler bulunur. Konik diskin dönme hareketine göre delik açıklıkları (çaplan) değişmektedir. Ayrıca, konik taşıma diski, santrifüj kuvvet etkisiyle, meyvelerin dikey çapları yönünde orifislere girmesini sağlar. Kapasiteleri 1200...1600 kg/h kadardır.

Sıravari orifisli tiplerde de, düz hat boyunca çapları değişebilen delikler (orifisler) mevcuttur. Bunların kapasitesi delik hattı sayısına göre değişerek; 2 hatlıda 1000 kg/h, 6 hatlıda da 3000 kg/h kadardır.



Sıravari orifisli tip meyve sınıflandırma makinesi.

# Öğütme Parçalama Makinaları

Öğütme ve parçalama; materyalin daha küçük parçalara bölünmesiyle hacmini küçültmek için uygulanan bir işlemdir. Bu işlem için gerekli enerji dünya ortalaması olarak tüm enerji tüketiminin %5 gibi büyük bir paya sahiptir (bunun içinde çimento sanayi %1,5).

Öğütme yöntemleri, parçalanacak materyalin fiziksel özelliğine, öğütülmüş üründen istenilen özelliklere (yapısal, kalite vb.) ve öğütme işinde etkili kuvvetlere bağlı olarak iki ana grupta incelenir:

- Sert öğütme-parçalama yöntemi ve
- Yumuşak öğütme-parçalama yöntemi.

**Sert öğütme-parçalama yöntemi**, sert ve kırılğan materyalin işlenmesinde uygulanır, örneğin; taş, cevher vb.

**Yumuşak öğütme-parçalama yöntemi ise** daha çok elastik, lifli materyalin örneğin, odun, gıda maddeleri, yapay maddeler vb. işlenmesinde geçerlidir. Bu nedenle, **burada yumuşak öğütme-parçalama yöntemi incelenecektir.**

Birbirine sürtülen iki materyalden, çizen, çizilen materyale göre daha serttir. Öğütme-parçalama tekniğinde materyalin sertlik derecesinin belirtilmesinde 10 dereceyi içeren MOHS sertlik skalasından yararlanır.

# Öğütme Parçalama Makinaları

Örneğin, insan tırnağının MOHS sertlik derecesi 2, pencere camının ise 5'dir. Gıda teknolojisini ilgilendiren maddelerin sertlik dereceleri de en çok 4 kadardır. Kuru ya da düşük bağıl nem içerikli ürünlerin yumuşak öğütme-parçalanmasında, işlenen üründen elde edilecek parça büyüklüğü yönünden üç durum söz konusudur. Bunlar:

- Kaba öğütme: Parça büyüklüğü 2...20mm
- İnce öğütme: Parça büyüklüğü 0,1...2mm ve
- Çok ince öğütme: Parça büyüklüğü <0,1mmdir.

## MOHS sertlik skalası.

Sertlik derecesi	Materyal
1	Talk, grafit
2	Jips, kaya tuzu
3	Kalsit (kireç taşı)
4	Florit
5	Apatit
6	Ortoz
7	Kuars
8	Topaz
9	Korendon
10	Elmas

## Öğütme Parçalama Makinaları

Öğütme-parçalama işinde gerekli enerjinin hesaplanabilmesi için çeşitli eşitlikler geliştirilmiştir. Bu eşitlikler de temel değerler olarak; parçalanmadan önceki ve sonraki tane büyüklükleri ile öğütme-parçalama makinesinin iyilik derecesini içeren bir katsayıdan yararlanılmaktadır. İşlenecek materyalin mekanik özelliğine ve elde edilecek öğütme hassasiyetine göre kullanılacak eşitlikler farklıdır.

Elastik olmayan, kırılğan materyalin ince ve çok ince öğütme-parçalanmasında enerji gereksiniminin hesaplanması için RITTINGER ve BOND eşitliklerinden yararlanılır. Bunlar;

$$A_R = k_R \left( \frac{1}{D_s} - \frac{1}{D_{\ddot{o}}} \right)$$

$$A_B = k_B \left( \frac{1}{\sqrt{D_s}} - \frac{1}{\sqrt{D_{\ddot{o}}}} \right)$$

# Öğütme Parçalama Makinaları

Elastik özellikteki materyallerin kaba öğütülmesinde ise KICK eşitliği geçerlidir:

$$A_K = k_K \log \frac{D_{\ddot{o}}}{D_S}$$

Bu eşitliklerde;

- $A_R, A_B$  ve  $A_K$  : Özgül enerji gereksinimi, kJ/kg  
 $k_R$  : RITTINGER'e göre orantı sabiti,  
 $k_B$  : BOND'a göre orantı sabiti,  
 $k_K$  : KICK'e göre orantı sabiti,  
 $D_S$  : Öğütme sonunda elde edilen ortalama tane çapı, m  
 $D_{\ddot{o}}$  : Öğütmeden önce ortalama tane çapı, m

Örneğin; RITTINGER'e göre, çimentonun (sert ve kırılğan) çeşitli öğütme kademelerinde gerekli enerji miktarları şöyle bulunmuştur;

Öğütme kademesi (tane büyüklüğü) mm	100-10	10-1	1-0.1	0.1-0.01
Özgül enerji gereksinimi, kWh/t	0.6	1.6	10	~100

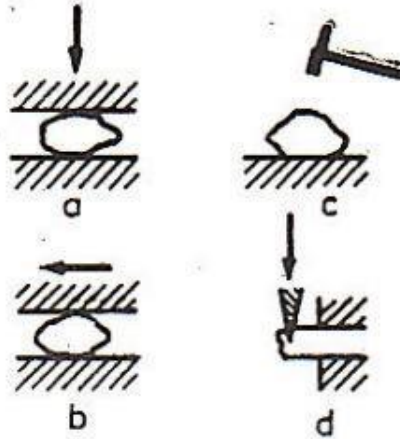
Gıda maddelerinin öğütme-parçalama işlemindeki enerji gereksinimi için de bu eşitliklerden yararlanılabilir. Ne var ki, bu durumda, öğütme hassasiyeti yanında ürünün besin özelliğinin bozulmaması için geçerli koşullara- uygun, özel öğütme-parçalama makineleri gereklidir.

# Öğütme Parçalama Makinaları

## Öğütme-Parçalama İlkeleri

Öğütme-parçalama işi 4 farklı ilkeye göre gerçekleştirilir:

- Sıkıştırma (a)
- Ovalama (b)
- Vurma (c)
- Kesme (d)



Öğütme-parçalama ilkeleri (a. sıkıştırma, b. ovalama, c. vurma, d. kesme)

## Öğütme Parçalama Makinaları

Parçalama işinin en basit ilkesi, ürünün iki yüzey arasında sıkıştırılmasıdır. İkinci olarak, hareketli yüzeyler arasında sürtünme, ovalama etkisiyle de öğütme sağlanır. Uygulamada, sıkıştırma ve ovalama etkisi çoğunlukla birlikte oluşturulur. Üçüncü parçalama ilkesi ise vurarak parçalamadır. Burada, ya ürün sabit bir yüzey üzerindeyken üzerine hareketli bir yüzeyle vurulur (vurma hızı birkaç m/s dir), yada parçalanacak ürün yüksek bir hız ile sabit yüzey üzerine ve kendi aralarında çarpıtılarak parçalanma sağlanır (vurma hızı  $\sim 100$  m /s dir). Yumuşak öğütme parçalama yönteminde en çok geçerli parçalama ilkesi ise kesmedir.

Burada, ürün, bıçak şeklindeki biri sabit öteki hareketli iki yüzey arasında kesilerek parçalanır.

# Öğütme Parçalama Makinaları

## Yumuşak Öğütme-Parçalama Makinaları

Parçalama ilkelerinin çeşitli bileşimlerinden yararlanılarak öğütme parçalamanın sağlandığı gıda sanayine ilişkin parçalama makinaları (kısaca değirmenler) şu şekilde sıralanabilir:

- Sıkıştırma ve ovalama etkili değirmenler (taş değirmenler, plakalı, valsli değirmenler).
- Vurma etkili değirmenler (çekiçli, parmaklı, bilyalı, huzmeli değirmenler)
- Kesme etkili değirmenler.

# Öğütme Parçalama Makinaları

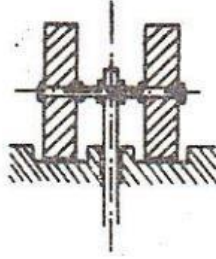
## Sıkıştırma ve Ovalama Etkili Değirmenler

Bu gruptaki değirmenler 3 alt grupta incelenebilir:

- Taş değirmenler,
- Plakalı değirmenler ve,
- Valsli değirmenler.

Taneli ürünlerin (hububat vb.) üretilmeye başlanmasıyla birlikte, bunların öğütülerek daha kolay ve değişik gıda maddeleri yapılabilmesi için, çeşitli öğütme düzenleri geliştirilmiştir. Tahrik için canlı kuvvet kaynağı yerine giderek su, rüzgâr ve öteki kuvvet kaynaklarından yararlanılmıştır. Günümüzde modern tahrik ünitelerine sahip taş değirmenler çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır. Örneğin, iki düşey silindirik taş diske sahip değirmende, diskler, içine öğütülecek ürünün konulduğu bir pist üzerinde dairesel olarak dönerler. Bu değirmenler, gıda sanayinde, parçalama işinin çok uzun sürdüğü maddelerin ön hazırlanmasında kullanılırlar. Bunlarda kesintili çalışma söz konusudur.

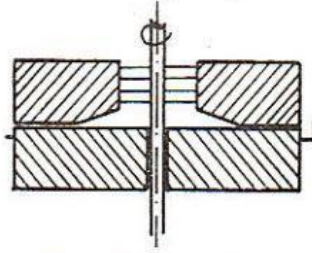
# Öğütme Parçalama Makinaları



Düşey silindirli taş değirmen.

Taş değirmenler ile 20...50 gibi çok yüksek parçalanma derecesi elde edilebilir. Parçalama derecesi, tanenin ilk çapının ( $D_0$ ) öğütmeden sonraki ortalama tane çapına ( $D_s$ ) oranıdır.

Yatay diskli taş değirmenlerde, alttaki sabit üstteki hareketli iki değirmen taşı üst üste çalışır.



Yatay diskli taş değirmen

## Öğütme Parçalama Makinaları

Değirmen taşlarının kalınlığı 300...350 mm ve çapları 1000...1500 mm olup tane ile temas eden yüzeyleri dişli yapıdadır. Üst taşın merkezinden verilen taneler, parçalandıktan sonra taş çevresinden alınırlar. Öğütme aşamalarında, taşın merkezinden itibaren ilk 1/3 lük kısmı taneleri parçalamak üzere kenarlara iletir. İkinci 1 /3 lük kısımda kırılan taneler, son 1/3 lük kısımda ince öğütülürler.

Taş değirmenin devir sayısı 100...200 d/dak ve çevre hızı da en çok 9 m/s kadardır. Aşın ısınma ile tanelerin yanmasını önlemek amacıyla öğütücü yüzeylerinde bava kanalları bulunur.

Taş değirmenin öğütme kapasitesi ve güç gereksinimi şu eşitliklerden bulunabilir:

$$Q = 100. E. D^3$$

$$N = 0.736. E_1. D^3$$

Eşitlikte;

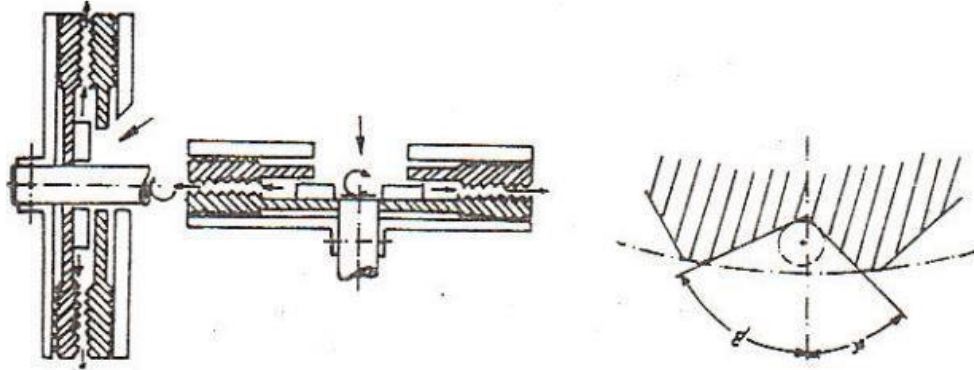
- Q : öğütme kapasitesi, kg/h
- E : öğütme katsayısı (kaba öğütmede 4 ve ince öğütmede 2.5 alınır),
- N : güç gereksinimi, kW
- E<sub>1</sub> : güç katsayısı (kaba öğütmede 4 ve ince öğütmede 5.5 alınır)
- D : Taş çapı, m

## Öğütme Parçalama Makinaları

Plakalı değirmenlerde, çaplan 10...150 cm arasında değişen dökme demir ya da çelikten yapılmış plakalar kullanılır. İki plakalı tiplerde plakaların biri sabit öteki hareketlidir. Üç plakalı değirmenlerde ise ortadaki plaka hareketli olmak üzere her iki yandaki plakalar sabittir. Hareketli plakaların devir sayısı 400...1800 d/dak arasında değişmektedir.

Kaba öğütme işlerinde (tarımsal amaçlı yem kırma vb.) düşey plakalı değirmenler kullanılmasına karşın, ince öğütmede yatay plakalı değirmenler yaygındır.

Plakaların ürün ile temas eden yüzeyleri, taş değirmenlerde olduğu gibi, öğütme işinin sağlanabilmesi için yivli yapıdadır.



Plakalı değirmenler

## Öğütme Parçalama Makinaları

Plakalar arası mesafe değiştirilerek ayarlanabilen öğütme hassasiyeti: plakaların yapısına, ürünün cinsi ile nem içeriğine ve beslenme miktarına da bağlıdır. Öte yandan, belirli bir incelikte öğütme kapasitesi ise plaka devir sayısı ile ilişkilidir.

Plakalı değirmenlerin tahriki için gerekli güç, plaka devir sayısı ile ters orantılıdır. Yani, devir sayısı arttıkça belirli bir incelikte öğütmede gereksinilen güç azalmaktadır. Ne var ki, devir sayısının artması plaka aşınmasını da hızlandırmaktadır.

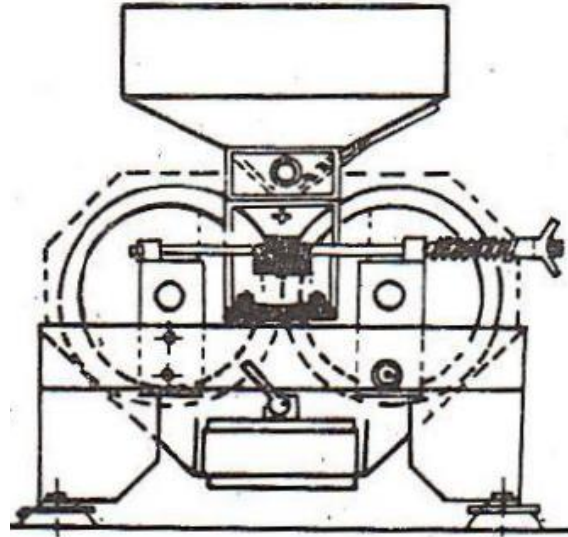
Valsli değirmenler esas olarak birbirine zıt yönde dönen iki valsten (merdane) oluşur. Valsler arasından geçirilen materyal, sıkıştırma ve ovalama ile parçalanır. Vals malzemesi olarak sert dökme çelik kullanılır.

Valslerin dönme eksenleri yatay düzleme paralel ve genellikle farklı yüksekliktedir. Karşılıklı çalışan valslerin çapı eşit yada farklı büyüklükte olabilir. Uygulamada yaygın olan valsli değirmenlerde vals çapları 15...35 cm ve uzunlukları da 60...150 cm arasında değişmektedir. Buğday öğütmede kullanılan vals çapı 25 cm, çavdar da ise 35 cm'dir.

# Öğütme Parçalama Makinaları

İnce öğütmede yararlanılan valslerin üst yüzeyleri düzdür. Kaba öğütme yada kırma işi için ise dişli (yivli) valsler kullanılır.

Valsli değirmenlerde, genel olarak, daha yüksek konumdaki valsın devir sayısı daha büyük olup 350...600 d/dak arasında değişir. Valsler arasındaki hız oranı; düz valslerde 1/1, 25 ... 1/1,5 ve dişli valslerde de 1/2,5 kadardır, öte yandan, öğütme hassasiyetine bağlı olarak ayarlanan valsler arasındaki açıklık çalışma süresince sabit kalmalıdır. Bunu sağlamak için yararlanılan baskı düzeninin baskı kuvveti, beher metre vals uzunluğuna 5000 N kadardır. Düz valslerde, aralık açıldığı, yapışkan olmayan ürünlerin öğütülmesinde sıfır da olabilir. Ancak, bu durumda valslerin paralel olmasına özen gösterilmelidir.



Valsli değirmen

## Öğütme Parçalama Makinaları

Öğütülecek ürünün düzgün beslenmesi, valse yapışan ürünün sıyrılması gibi düzenler yanında, vals yüzeylerinin korunması için emniyet düzeni de bulunabilir. Ayrıca, valslerin sürtünme yüzeylerinin soğutulması için de beher metre vals uzunluğuna 1 ... 2 m<sup>3</sup>/s hava akımı verecek bir vantilatörden yararlanılabilir.

Valsli değirmenler, öğütülmüş üründen istenilen özellikleri en iyi şekilde sağlamaları nedeniyle hassas uygulamalarda yaygın kullanılmaktadır (un). Ne var ki, bu değirmenlerin parçalama derecesi (Dö/Ds) 4'den küçük olup, öğütme işi, kaba öğütmeden ince öğütmeye dek kademeli olarak gerçekleştirilebilir. Bu nedenle, farklı aralık açıklığına sahip değirmenler seri olarak çalıştırılır. Ürün ilkin, kırma valslerinden geçirilir.

Kırılan taneler elenerek kepek kısmı ayrılır. Kırma işi, istenilen tane büyüklüğüne erişilene dek tekrarlanır. Kırma sayısı, ürünün cinsine (sert, yumuşak) kalitesine ve nem içeriğine göre değişir. Yumuşak ve nemli üründe kırma sayısı daha fazladır. Örneğin, %72 randımanlı buğdayda 4 kez kırma yeterlidir. (Randıman derecesi, 100 kg temiz üründen alınan un miktarıdır. Ülkemizde 72/74 ve 80/82 randımanlı olarak sınıflandırmıştır.)

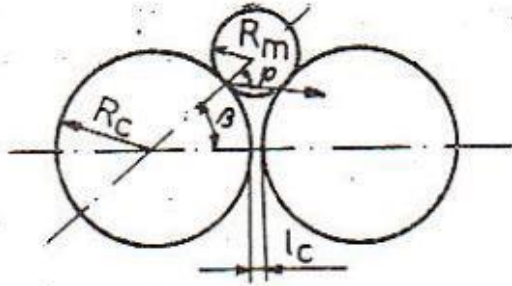
# Öğütme Parçalama Makinaları

Daha sonraki kademelerde, kırılmış ırmık şeklindeki ürün, düz yüzeyli öğütme valslerine sevk edilir. Yine her defasında valslerden geçirilen ürün elenerek, istenilen son inceliğe dek öğütülür (10... 12 kez).

Valsli değirmenlerin kapasitesi, birinci kırma valsinin beher dm uzunluğuna göre verilebilir. Ürünün hektolitreye ağırlığı da dikkate alınarak;

- 72 ... 75 kg/hl buğdayın öğütülmesinde kapasite: 100 kg/dm. h
- 75 ... 78 kg/hl buğdayın öğütülmesinde kapasite : 125 kg/dm.h
- 78 ... 80 kg/hl buğdayın öğütülmesinde kapasite : 150 kg/dm.h olmaktadır.

Valsli değirmenin parçalama işini yapabilmesi için; vals yarıçapı, parçalanacak tanenin yarıçapı ve parçalama derecesi arasında belirli bir ilişki vardır.  $R_0$  yarıçaplı valse temas eden  $R_m$  yarıçaplı taneye etkili bileşke kuvvet, tane merkezi ile vals merkezini birleştiren doğru ile belirli bir  $\varphi$  açısı yapar. Bu durumda sürtünme katsayısının değeri  $\text{tg } \varphi$  ye eşittir.



valsli değirmende parçalama koşulu

# Öğütme Parçalama Makinaları

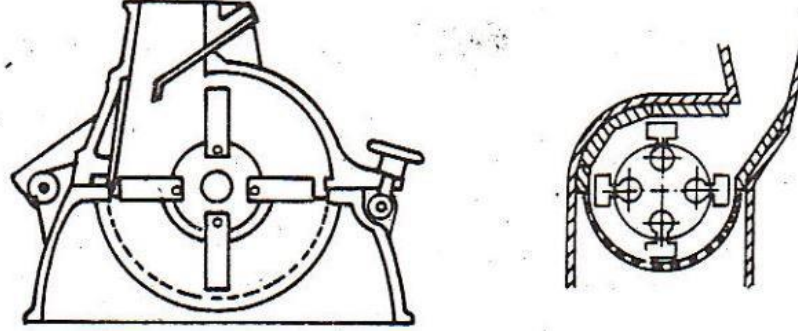
## Vurma Etkili Değirmenler

Her çeşit ve büyüklükteki taneli ürünün vurma etkisiyle parçalandığı değirmenler şu şekilde sıralanabilir:

- Çekiçli (parmaklı) değirmenler,
- Bilyalı değirmenler,
- Huzmeli değirmenler.

Çekiçli değirmenler, hem sert, hem de yumuşak parçalama öğütme işlerinde, kaba öğütme yapan değirmenlerdir. Bir mil etrafına sabit yada oynak şekilde bağlanan çekiç şeklindeki vurma elemanları, yüksek devirde (büyük hızla) parçalanacak ürüne çarptırılır. Devir sayısı 1500...4000 d/dak dır. Taneler, değirmen gövdesindeki delikli plakadan (elek) geçene dek parçalanırlar. Delikli plaka değiştirilerek parçalama derecesi ayarlanabilir.

# Öğütme Parçalama Makinaları



Çekiçli değirmenler

Orta ve ince öğütmede çok yaygın kullanılan çekiçli değirmenlerin üstün özellikleri şöyle sıralanabilir:

- Yapıları basittir.
- Çok değişik ürünler için (tahıllar, elastik materyaller, plastikler vb.) universal kullanılabilir.
- Götürücü vantilatör adaptasyonu ile pinomatik iletme olanak verirler.
- Ürün içindeki yabancı maddelerin (demir, taş vb.) değirmene girmesi engellenebilir (emişli besleme).
- Boş çalıştırmada çekiçler zarar görmez.
- Otomatik çalışmaya uygundur.
- Yüksek devir sayısını sağlayan elektrik motorlarıyla doğrudan bağlanabilirler.