

## **7 Hasat Harman Makinaları**

Tarımda hasat tekniği tarla, sebze bahçesi, ve meyveliklerde yetiştirilen ürünlerin, olgunlaşma aşamasında buldukları yerden toplanması ve kısmen işlenmesi işlemlerinin tümünü kapsar. Hasat işleminin amacı; olgunluk devresine gelen ürünleri, kullanma amacına bağlı olarak, herhangi bir yöntemle buldukları yerden zamanında, en az kayıp ve masrafla toplamaktır. Bitkilerden elde edilen ürünler yem bitkilerinde olduğu gibi sap ve yaprak şeklinde, tahıllarda olduğu gibi dane şeklinde ve yumru gövdeli bitkilerde olduğu gibi yumru şeklinde olabilirler. Bu nedenle bitkiler kendi özelliklerine bağlı olarak hasat edilirler. Örneğin yeşil yem bitkileri ve tahıllar biçilerek hasat edilirken, patates, pancar ve yerfıstığı gibi ürünler toprak altında yettiklerinden sökülerek hasat edilirler. Meyvelerin hasadı ise ağaç dallarından toplanarak gerçekleştirilir.

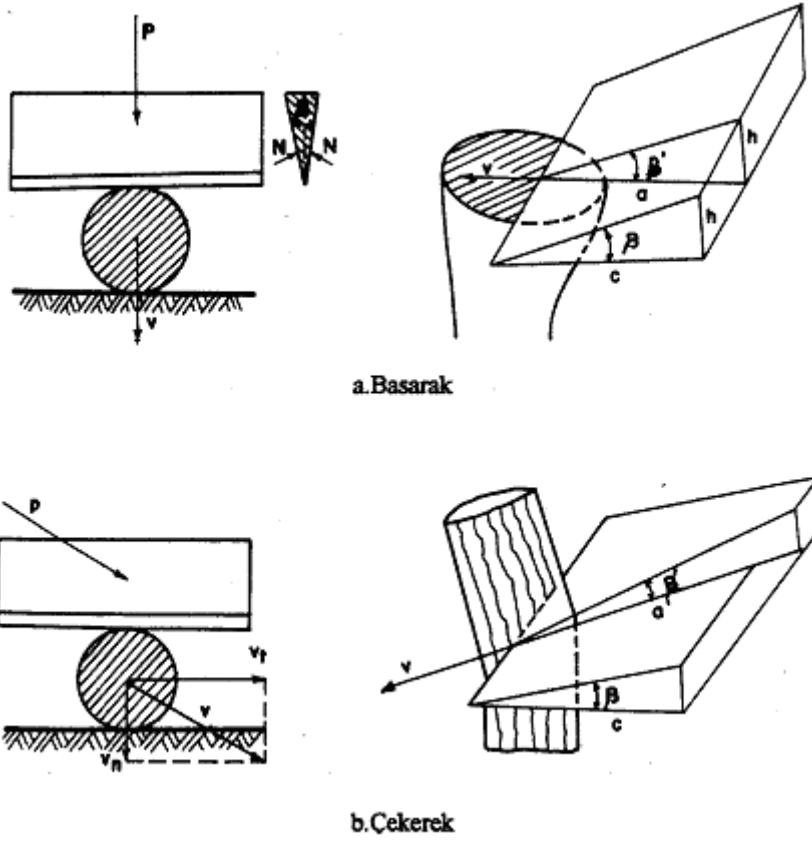
### **7.1 Biçme Tekniği ve Yöntemleri**

Kesme, belirlenen bir düzlemde katı bir maddenin kesme aleti kullanarak mekanik olarak ikiye ayrılmasıdır (Persson, 1987). Bazı durumlarda orijinal bir parçadan farklı amaçlarla kesme yapılabilir. Bu durumda kesme işlemi, kesilen materyale, kesme aletine ve amaca bağlı olarak yukarıdaki tanımlama doğrultusunda, doğrama, biçme, hızla kesme, dilme, yarma, soyma vb. isimleri almaktadır. Biçme ise, çeşitli tarımsal ürünlerin hasadında kullanılan kesme işlemi olarak tanımlanmaktadır (Dinçer, 1971; Ülger ve ark., 1996, Güzel, 1998). Genel olarak biçmede;

- Karşılıksız bıçakla kesme (*Bıçak* yada *Serbest Kesme*)
- Karşılıklı bıçaklarla kesme (*Makas Kesme*)
- Kombine kesme

yöntemleri kullanılır.

*Bıçak kesme* yönteminde esas işlem, katı bir cismin basınç altında kesilmesidir. Kesilecek cisim içerisine daldırılan kama şeklindeki bıçak cisme göre düşey (basarak), eğik yada yatay konumda (çekerek) olabilir (Şekil 7.1)



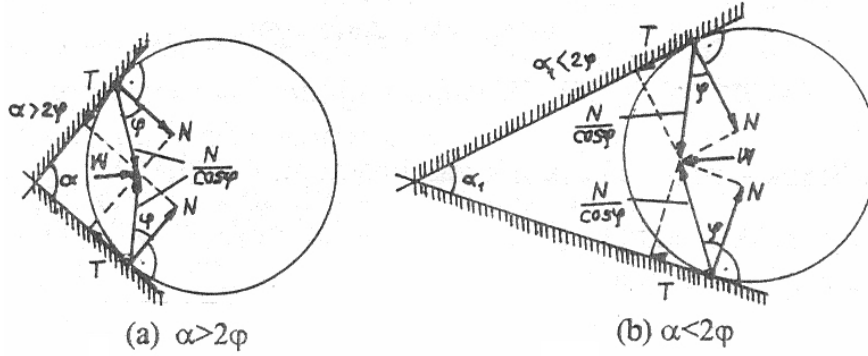
Şekil 7.1. Bıçak kesmede bıçağın materyale dalışı

Bıçakla kesme olayını gerçekleştirebilmek için

1. Bıçağın yapıldığı malzeme, kesilecek maddeden daha sert olmalı,
2. Maddenin tam olarak kesilebilmesi için bıçağın keskin kenarı malzemenin enine kesitini baştan aşağı kat etmeli ve
3. Kesilen materyal bulunduğu yerde yeteri kadar hareketsizleştirilmiş olmalıdır.

Yem bitkileri hasadında tırpan, orak ve benzeri el aletleri ile yapılan biçme işlemleri bıçak kesme yöntemine örnek olarak verilebilir.

*Makaslama kesme* yönteminde, kesilecek materyal iki kesici ağız arasında sıkıştırılarak kesilir. Makaslama kesmede kesici ağızlar arasında bir  $\alpha$  açısının bulunması gerekir. Bu açının değişim durumlarına göre keskin makas ağızlarının bitki sapını kesme etkinliği de değişmektedir (Şekil 7.2).



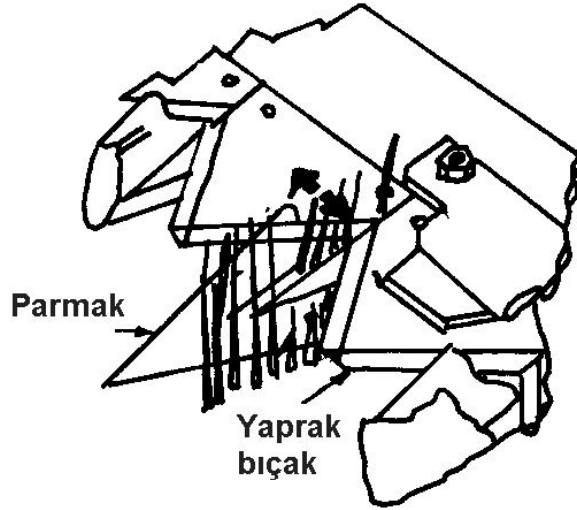
Şekil 7.2 Makaslama kesmede kuvvetler ve açılar: sapın (a) kesilmeme ve (b) kesilme durumları

Burada biçilecek cisim ile kesici ağız arasındaki (T) sürtünme kuvveti ve kesici kenara dik normal kuvvetin (N) oluşturduğu bileşke kuvveti R'nin durumuna bağlı olarak kesme gerçekleşir. Bıçakla kesilecek cisim arasındaki sürtünme açısı  $\phi$  ve R bileşke kuvvetlerinin bileşke kuvveti de W ise, cismin kesilmesi için  $\alpha$  ve  $\phi$  açıları arasında bağıntılar oluşur. Bu bakımdan makaslama kesmede iki ağız arasındaki açının durumuna göre;

- $\alpha > 2\phi$  halinde birbirlerine eşit  $N/\cos \phi$  bileşkeleri sonuçta dışa doğru bir W kuvveti oluşturur. Bu kuvvet kesilecek cismi makas ağzından dışa doğru kaydırır ve kesme gerçekleşmez (Şekil 7.2a).
- $\alpha < 2\phi$  durumunda ise cismin makas arasında tutulması sağlayan W kuvvetinin yönü içe dönüktür ve kesme olayı gerçekleşir (Şekil 7.2b).

*Kombine kesme* yeşil yem bitkileri ile tahıl saplarının kesilmesinde kullanılan bir yöntemdir. Burada bitki sapının kesilmesinde hem bıçak kesme, hem de makaslama kesme yöntemleri birlikte etki eder. Kombine kesme işinde sabit iki bıçak arasında gidip gelme hareketi yapan bir bıçak çalışır (Şekil 7.3). Hareketli bıçağın kesme işlemini tam olarak yerine getirebilmesi için belirli bir hıza sahip olması gerekir. Bıçak ortalama hızı yeşil ot ve çayır gibi yumuşak materyalin kesilmesinde, kuru ve sert materyalin kesilmesine oranla daha yüksek olmalıdır. Çünkü sert materyalin ataleti fazladır, makaslama etkisi altında kolayca makas ağızları arasında sıkışır ve kesilir.

Yumuşak materyal ise makas ağızları arasında kayarak ezilir ve kesilmesi güçleşir.

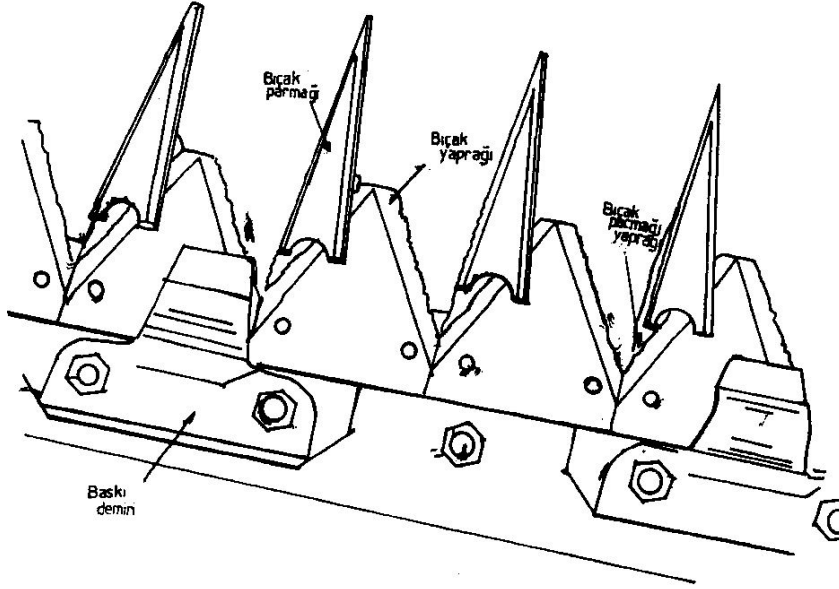


Şekil 7.3. Kombine kesme

Yem bitkileri ve tahıl saplarının biçiminde farklı kesme yöntemlerini içeren çeşitli tip biçme düzenleri kullanılır. Bunların en yaygınları parmaklı ve yaprak bıçaklı biçme düzenleri ile bıçakları dönerek çalışan biçme düzenleridir.

#### **7.1.1 Parmaklı ve Yaprak Bıçaklı Biçme Düzenleri**

Yaprak bıçaklı biçme düzenlerinde (Şekil 7.4) kesme sistemini üçgen şeklindeki yaprak bıçaklar ve parmaklar oluşturur. Bu düzende ana lamaya bağlanmış olan parmak, parmak yaprağı ve bıçak yapraklarını parmak yarığında tutmakta ve bunları korumaktadır. Kesme işlemi, bıçak yapraklarının sabit olarak duran baskı demiri ve parmak yarığının oluşturduğu düzlemde gidip-gelme hızına bağlı olarak makaslama kesme şeklinde olmaktadır. Bu düzende gidip-gelme hareketi yapan bıçak yaprağının hızı değişiktir. Bıçak hızı parmak ekseninde sıfır, parmaklar arasında maksimum değerdedir.



Şekil 7.4. Yaprak bıçaklı biçme düzeninin parçaları

Bıçme düzeninde bir eksantrik mekanizmasına bağlı olarak gidip-gelme hareketi yapan bıçağın ortalama hızı aşağıdaki formülle hesaplanabilir:

$$V_{bort} = \frac{2Sn}{60} = \frac{Sn}{30} \quad 7.1$$

veya  $S=2r$  olduğundan

$$V_{bort} = \frac{rn}{15} \quad 7.2$$

Burada;

$V_{bort}$  : Ortalama bıçak hızı (m/s)

$S$  : Bıçak stroğu (m)

$n$  : Bıçağa hareket veren eksantriğin devir sayısı (d/min)

$r$  : Eksantrik yarıçapı (m)'dir.

Yaprak bıçaklı biçme düzenlerinde yem bitkileri hasadı için ortalama bıçak hızı 2-2.2 m/s, tahıl hasadı için 1.5 m/s olarak alınabilir (Ülger ve ark.,

1996). Hızın daha küçük değerlerde olması halinde yem bitkilerinin saplarının yumuşak olması nedeniyle saplar biçilmeden iki kesici ağız arasında sıkışır ve biçme düzeni tıkanır.

Aynı düzenle biçme yapan makinanın ortalama ilerleme hızı, eksantrik dönme hızına bağlı olarak belirlenebilir:

$$V_m = \frac{Ln}{30} \quad 7.3$$

Burada;

$V_m$  : Makinanın ortalama ilerleme hızı (m/s)

L : Bıçağın bir strokunda makinanın yol aldığı mesafe (m)

n : Eksantrik devir sayısı (d/min)'dir.

Yaprak bıçaklı ve parmaklı biçme düzeninde etkin bir biçmenin olabilmesi için bıçak hızı ile makine hızı arasında belirli bir ilişkinin bulunması gerekir. Bu ilişki aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

$$V_b = V_m k \quad 7.4$$

Burada, k bir katsayı olup çayır biçme makinalarında 1.5, biçerdöverlerde ise 1 olarak alınabilir (Kanafojiski ve Karwowski, 1972, Güzel, 1998). Buna göre çayır biçme makinalarında bıçağın hızına göre makinanın ilerlemesi daha yavaştır. Buna karşılık tahıl hasat makinalarında belirli bir bıçak hızı için makine daha hızlı hareket etmektedir. Bunun nedeni otun yumuşak olması ve kesilmesi için daha yüksek bıçak hızına gerek duymasıdır.

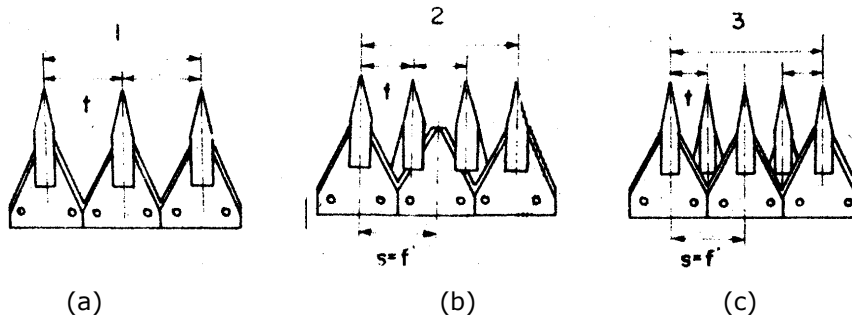
Parmaklı ve yaprak bıçaklı biçme düzeni iki kısımda incelenebilir. Birinci kısım sabit olan bıçak yapraklarının yerleştirildiği parmaklar ve onların bağlı bulunduğu bıçak laması, ikinci kısım ise hareketli bıçak yapraklarının bulunduğu lamadır. Düzendeki baskı demirleri, bıçak ve parmak yapraklarını birbiri üzerine bastırır. Baskı demiri bıçak yaprağı ile parmak yaprağı arasında belirli bir aralık bulunmasını sağlar.

Bıçme düzenlerinde kullanılan parmaklar arasındaki mesafe bıçme işlemine etki eder. Bıçak yaprağı taban genişliği ( $t$ ), Parmaklar arası mesafe ( $t'$ ) ve bıçak stroku ( $S$ ) ile gösterilirse:

*Normal* veya *Standart* tip olarak isimlendirilen düzenlerde  $S=t=t'=76.2$  mm bağıntısı geçerlidir. Bu tip bıçme düzeni sık çayır, taşlı ve köstebek yuvalı tarlalarda tahıl hasadı için uygundur (Şekil 7.5a). Normal tip kesme düzenlerinde anız düzgün değildir. Çünkü parmaklara yakın olan saplar daha kısa, uzak olan saplar ise daha uzun kesilirler.

*Orta Bıçak* tipinde parmaklar arası mesafe ( $t'$ ) 50.8 mm'ye indirilmiştir. Buna göre  $S=t=1.5t'=76.2$  mm bağıntısı geçerlidir (Şekil 7.5b). Bu bıçme düzeni daha çok biçerdöver ve biçer bağarlarda kullanılır.

*Sık Bıçak* tipinde ise standart tipten farklı olarak iki bıçak parmağı arasına bir parmak eklenmiş ve parmaklar arası mesafe 38.1 mm'ye indirilmiştir. Buna göre  $S=t=2t'=76.2$  mm bağıntısı yazılabilir (Şekil 7.5c). Bu tip düzenler seyrek çayırlar için kullanılırlar, tahıl hasadı için uygun değildirler.



Şekil 7.5 Parmaklı ve yaprak bıçaklı bıçme düzenleri

Parmaklı ve yaprak bıçaklı kesme düzenlerinde bıçağın gidip-gelme hareketi bir eksantrik düzeni ile sağlanmaktadır. Bu eksantrik düzeni herhangi bir dış kaynaktan alınan dönme hareketini gidip-gelme hareketine çevirir. Eksantriğin Dönme sayısı genel olarak 540-1000 d/min arasındadır (Ülger ve ark., 1996).

Parmaklı ve yaprak bıçaklı bıçme düzeninde bıçağın yüksek devirle gidip-gelme hareketi yapması nedeni ile ortaya çıkan atalet kuvvetleri dengeleme problemlerini yaratmaktadır. Son yıllarda geliştirilen yeni tiplerin

uygulamalarında koruyucu parmaklar arası 76.2 mm ve stroku 64 mm olan bir kesme kirişi ile dinamik dengelemeyi sağlamak üzere gidip-gelen bir karşı ağırlık kullanılmıştır. Diğer bazı tiplerde de her birinin stroğu 25.4 mm olan yaprak bıçakları 50.8 mm aralıklarla yerleştirilen bir çift gidip-gelen bıçağın oluşturduğu sistemdir. Burada koruyucu parmağı olmayışı nedeniyle sık bitkilerde bile bıçakların tıkanmasına rastlanmaz. Bu sistemde bıçaklar karşılıklı hareket eden bir makasın ağızları gibi çalışırlar. Parmaksız çift bıçaklı biçme düzenlerinin eksantrik sistemine iki ayrı bıçak kolu dengeli bir biçimde, karşılıklı olarak bağlandığından daha az bir titreşim yaratırlar. Her iki bıçakta hareket ettiğinden standart parmaklı bıçaklara kıyasla ortalama bıçak hızı, hızların toplamına eşit olacağından iki katına çıkarılmış olur. Bu biçme düzeninde strok boyu yarıya indirildiğinden dolayı, daha büyük kesme hızları için eksantriğin dönüş hızları arttırılır. Çift bıçaklı biçme düzeni ile biçme hızı arttırılabildiği gibi, bitki saplarının çok alttan kesilme olanağı da sağlanabilmektedir.

### **7.1.2 Döner Bıçaklı Biçme Düzenleri**

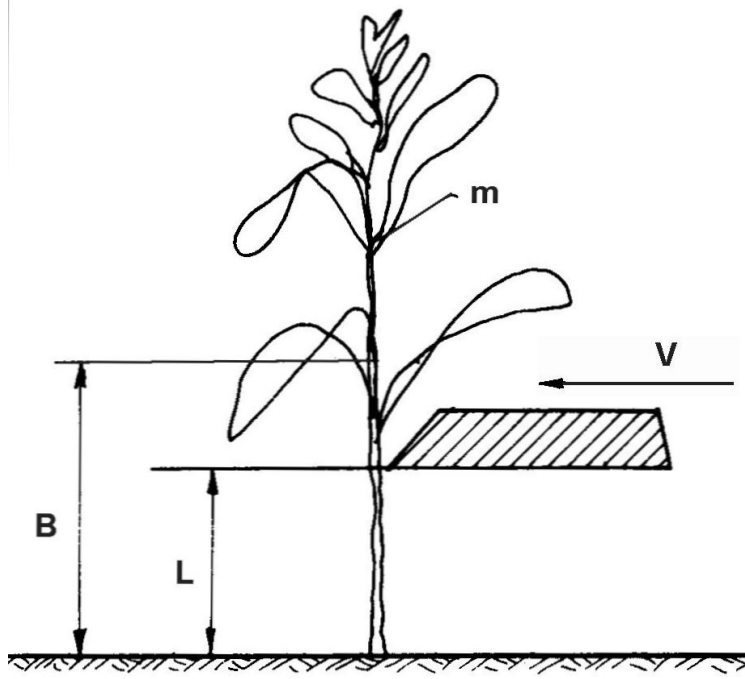
Döner bıçaklı biçme düzenleri, yaprak bıçaklı biçme düzenlerinde ortaya çıkan titreşimleri önlemek ve daha yüksek hızlarda biçme olanağı sağlamak amacıyla geliştirilmiştir. Döner bıçaklı biçme düzenleri çeşitli tiplerde olup günümüz koşullarında kullanılan en yaygın tipleri şunlardır:

1. Yatay düzlemde dengeli çalışan ana lama üzerine bağlanmış disk biçimindeki üniteler üzerine keskin kenarlı özel bıçak yapraklarının bağlanmasıyla oluşan biçme düzenleri
2. Dönme eksenine hareket yönüne dik olarak yerleştirilmiş yatay bir tambur üzerine sabit veya oynak olarak bağlanmış, düşey düzlemde dönerek çalışan bıçaklardan oluşan biçme düzenleri.

Döner bıçaklı kesme düzenlerinde serbest kesme söz konusudur. Serbest kesmede hızla hareket eden bıçak bitkiye çarptığında bitkinin gösterdiği dirençle bıçak bitkiye dalar ve keser. Burada kesme için ön şart bıçağın bitkiye belirli bir hızda çarpmasıdır. Bıçak bitkiye değdiğinde, onu da kendi hızında hareket ettirmek ister, ancak bitki  $\Delta t$  zamanında sıfır hızından  $V$  hızına ulaşırken oluşacak ivme ( $V/\Delta t$ ) ve bitki kütlelerinden ( $m$ ) bir atalet direnci oluşur. Aynı zamanda bitki sapları birer ucu ile toprağa bağlı



olduğundan bıçak tarafından eğilmeye zorlanır. Bitki eğilme direnci ve atalet kuvvetinden dolayı oluşan momentler toplamı, bıçak kesme kuvvetinin oluşturduğu momente eşit veya büyükse bitki kesilir (Şekil 7.6) (Ülger ve ark., 1996, Güzel, 1998).



Şekil 7.6 Serbest kesme konumu

Diğer bir deyimle serbest kesme olayı aşağıdaki eşitliklerle ifade edilebilir.

$$\frac{mV}{\Delta t} B + KR \geq Ph \quad 7.5$$

olmalıdır.  $\Delta t = \frac{d}{V}$  yada  $\Delta t = \frac{d}{1000V}$  alınırsa, Bıçak hızı:

$$V = \sqrt{\frac{(P-K)Ld}{mL}} \quad 7.6$$

olur. Burada;

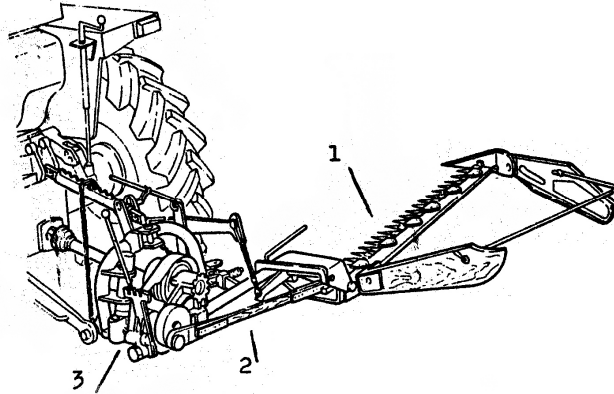
- m : Bitki kütlesi (kg)  
V : Bıçak hızı (m/s)  
 $\Delta t$  : Kesme zamanı (s)  
L : Kesme yüksekliği (m)  
B : Bitki ağırlık merkezinin yerden yüksekliği (m)  
K : Eğilme direnci (N)  
P : Kesme kuvveti (N)  
D : Sap çapı (mm)

### 7.2 Kaba Yem Hasat Makinaları

Kaba yem biçiminde, biçme düzenlerinin özelliklerine göre yapılan makinalar kullanılır. Günümüzde traktör kuyruk milinden hareketli olan biçme makinaları yanında, kendi yürür tipleri de yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Uygulamada en yaygın kullanılan kaba yem hasat makinaları parmaklı ve yaprak bıçaklı biçme düzenli makinalar ve döner bıçaklı makinalardır.

#### 7.2.1 Parmaklı ve Yaprak Bıçaklı Biçme Makinaları

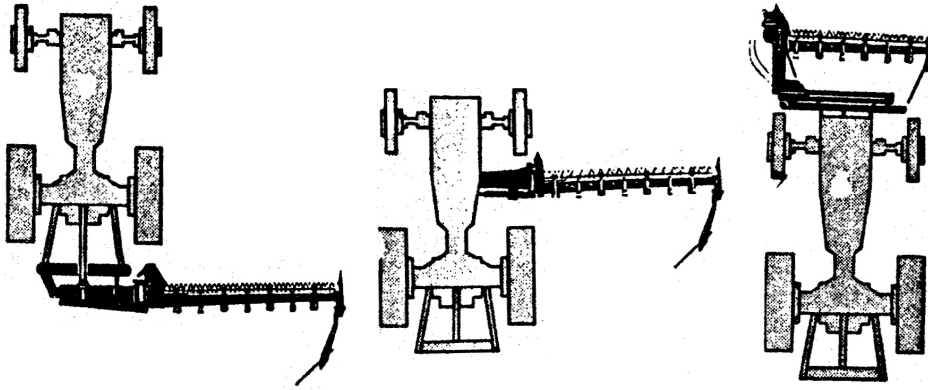
Kaba yem biçme hasadında kullanılan en yaygın makinalar alışılmış tip parmaklı ve yaprak bıçaklı biçme üniteli makinalardır (Şekil 7.7). Bu makinaların traktörle çalıştırılan ve kendi yürürü tipleri bulunmaktadır.



Şekil 7.7. Parmaklı ve yaprak bıçaklı çayır biçme makinası

Traktörle çalıştırılan alışılmış tip kaba yem biçme makinaları traktörün arkasına, önüne ve iki dingil arasına bağlanabilirler (Şekil 7.8). Traktörün

önüne bağlamaya tek akslı traktörlerde ve kendi yürür makinalarda rastlanırken, standart traktörde öne bağlamaya pek rastlanmaz. Biçme düzenin önde oluşunun biçilecek parselde kenar açmaya gerek kalmadan parselle girebilmek ve sürücünün iyi görebilmesi gibi yararları vardır. İki dingil arasına bağlanan makinalarda, biçme düzeni traktörün bir parçası olarak devamlı takılı kalır. Bu durumun yararı, makinanın kullanılmaya her an hazır oluşu ve sürücü tarafından rahatça denetlenebilmesidir. Her üç makine tipinde de hareket genellikle kuyruk milinden sağlanmaktadır. Ancak, traktörün yanına ve önüne bağlanarlarda bu bazen hidrolik sistemli hareket iletim düzeni, bazen de vites kutusu ile sağlanır. Traktör kuyruk milinden alınan hareket bir dişli kutusundan kayış-kasnak ve eksantrik sistem yardımıyla gidip-gelme hareketine dönüştürülerek biçme düzenine iletilir.



Şekil 7.8 Biçme makinalarının traktöre bağlanış şekilleri

Traktörle çalıştırılan yaprak bıçaklı biçme makinalarının kesme kırımları çeşitli parçalardan oluşur. Makinada bıçak yaprağı laması, bıçak parçalarını taşır. Bıçak yaprakları lama üzerine perçinlenerek bağlanır. Lamanın baş kısmında bıçak kolunun bulunduğu bıçak başı bulunur. Yaprak bıçaklar üçgen şeklindedir. Yaprığın keskin kenarları arasındaki açı 60°dir. Keskin kenarlar düz veya dişlenmiş şekildedir. Bıçak yapraklar çelikten yapılır, kesici ağızlarından itibaren 10 mm genişliğinde bir alan özel olarak sertleştirilir.

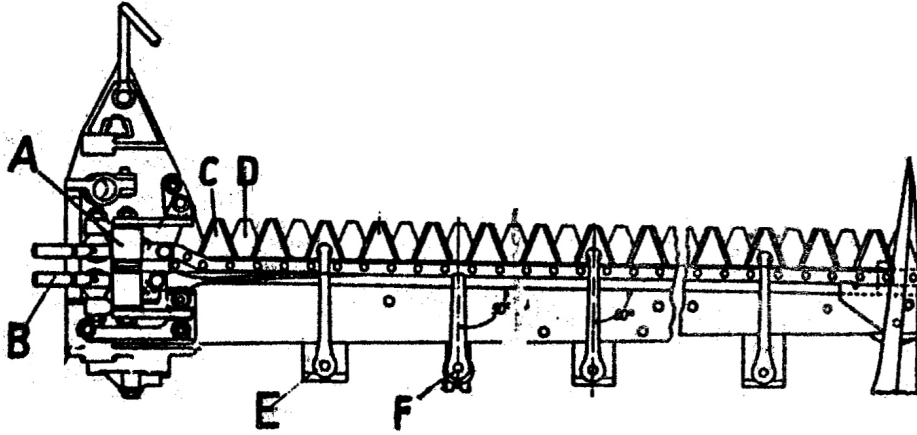
Parmaklar, biçme lamasına civatarla bağlanır ve dökümden yapılır. Parmakların görevi kesilecek saplara destek görevi görmektir ve üzerinde parmak yaprakları bulunur. Baskı demirleri parmak ve bıçak yapraklarının

birbirlerine temas halinde çalışmasını sağlar. İki parça arasında fazla boşluk olursa, bu boşluk kesilen ot ile dolar ve biçme yapılması zorlaşır. İç ve dış pabuçlar dökümden yapılmışlardır ve biçme lamasının toprak üzerinde kaydırılarak taşınmasını sağlar. Pabuçlar altında bulunan kızaklar yardımı ile biçme yüksekliği ayarlanabilir.

Traktörle çalıştırılan biçme makinalarında iyi bir biçimin gerçekleşmesi için bıçak laması yerden 25-50 mm yüksekliğe kadar ineabilmektedir. Makinaların kesme genişlikleri 150-275 cm arasında olup, en yaygın tipleri 215 cm iş genişliğine sahip olanlardır (Kepner ve Berger, 1980; Ülger, 1982)

### **7.2.2 Çift Yaprak Bıçaklı Biçme Makinaları**

Çift yaprak bıçaklı biçme düzenine sahip makinalarda parmaklar çıkartılarak yerine yaprak bıçaklar bağlanmıştır. Bu makinalar tek bıçağı hareketli olduğu gibi çift bıçağı da hareketli olabilir. Her iki elemanı hareketli biçme düzenlerinde her iki bıçak kirişi de birbirine zıt yönde hareketlidir (Şekil 7.9).



Şekil 7.9. Çift bıçağı hareketli biçme düzeni

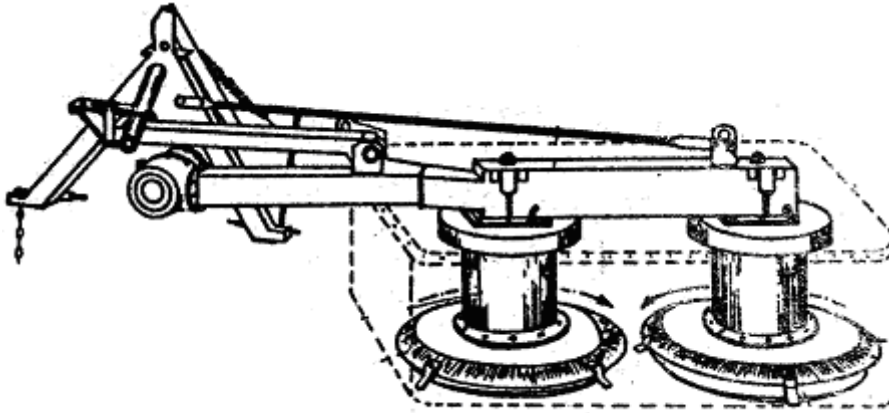
Bu tip biçme düzenlerinde her bir bıçak kirişi için strok 38.1 mm'dir. Her iki bıçak kirişinin hareketli olması nedeniyle bıçak hızını sabit tutup stroku yada stroku sabit tutup bıçak hızını yarıya indirmek olasıdır. Çift bıçağı hareketli biçme düzenlerinin ilerleme hızlarının yüksek olması, bıçaklar

çalışırken kendi kendilerini temizleyip bileyebilmesi, bıçaklar arasına taş vb. girme olasılığının az olması gibi yararları vardır. Buna karşın sistem kompleks ve pahalıdır.

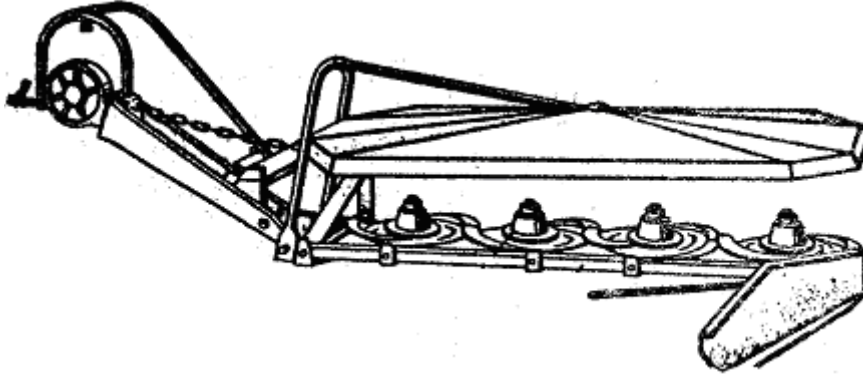
### **7.2.3 Döner Bıçaklı Biçme Makinaları**

Serbest kesme ilkesine göre biçme yapan döner bıçaklı biçme makinaları, genellikle traktör kuyruk milinden hareketli makinalardır. Ancak son yıllarda bu tip makinaların kendi yürür motorlu tipleri de geliştirilmiştir.

Döner bıçaklı biçme makinaları, üstten hareketli tamburlu makinalar, alttan hareketli diskli makinalar, yatay silindirik tamburlu makinalar, motorlu tip düşey düzlemde döner diskli makinalar, döner oval diskli makinalar olarak gruplandırılabilirler. Bunlardan en yaygın kullanılanları üstten hareketli tamburlu tip ve alttan hareketli diskli tip biçme makinalarıdır (Şekil 7.10 ve 7.11).



Şekil 7.10 Tamburlu tip döner bıçaklı biçme makinası



Şekil 7.11 Diskli tip döner bıçaklı biçme makinası

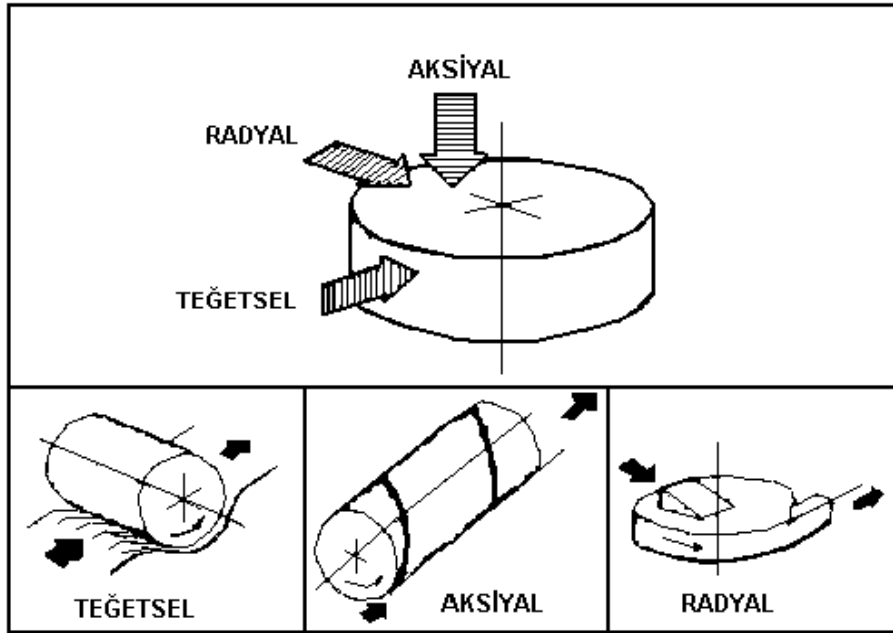
Döner biçme düzenli makinalarda, genellikle bıçakların bağlandığı disklerin etkin genişlikleri 1.0 ile 2.1 m arasında değişir. Birbirlerine zıt yönde dönen ikişerli diskler biçilen bitkileri namlu halinde tarla yüzeyine bırakırlar. Makinalarda alttan veya üstten hareketli 2 ile 6 adet disk bulunmaktadır. Disklerin kesme genişlikleri 0.7 ile 2.1 m arasında değişir. Disklerin etkili bir biçme yapabilmeleri için çevresel hızlarının 50-80 m/s arasında olmalıdır (Persson, 1987; Kanofojiski ve Karwowski, 1972).

## **7.2 Harmanlama Tekniği**

Kültür bitkilerinde hasat işlemi tamamlandıktan sonra özellikle tahıl, mısır, fasulye, soya, yerfıstığı gibi taneli bitkilerin harmanlanarak tanenin başak, koçan, kapsül veya kök gibi içinde bağlı buldukları kısımlardan ayrılması gerekir. Harmanlama, hasat edilen bitki üzerinden bitkinin öncelikle işe yarayan kısmının herhangi bir yöntemle ayırma işlemidir. Bu ayırma işlemi sırasında başak, kapsül veya koçanlar ovalanarak, dövülerek veya sıyrılarak üzerinde bulunan taneler serbest hale getirilir.

Bugünkü harmanlama tekniğinin esasını, 1785'de İskoç Andreas Meikle'nin pervazlı dövücü ve ızgaralı karşı dövücüsü oluşturmaktadır. Bu harmanlama sisteminde günümüze kadar çok fazla değişiklik meydana gelmemiş, ancak etkinliğini iyileştirmek amacıyla farklı düzenlemeler yapılmıştır.

Materyali bir harmanlama ünitesine beslemenin temelde teğetsel, aksiyal ve radyal olmak üzere üç değişik yolu vardır (Şekil 7.12). Bu besleme şekilleri aynı zamanda harmanlama ünitesinin tipini belirler (Quick, 1977).



Şekil 7.12 Materyalin harmanlama sistemine beslenme şekilleri

Teğetsel beslemeli sistemlerde dövücü, materyal akışına dik olarak yerleştirilmiştir. Ürün, dövücü çevresine teğet olarak hareket eder ve aksiyal yönde sağa sola kaymaksızın yoluna devam ederek üniteyi terk eder. Bu tip sistemlerde ürün çok kısa bir yol alır.

Aksiyal beslemeli sistemlerde ise dövücü, materyal akış yönüne paralel yerleştirilmiştir. Bu sistemde, ürünün dövücü çevresindeki teğetsel hareketi, aksiyal bir kuvvet etkisi ile dövücü çevresini dönerek dövücü boyunca ilerleyecek şekilde değiştirilir. Ürün, dövücü üzerinde bir vida açılımı yolda birkaç defa döner. Böylece, ürün daha uzun bir yol almış olur ve bunun sonucu olarak harman dövme etki süresi uzatılmış olur.

Radyal beslemeli sistemlerde dövücü organ döner disk veya kanatlı çark şeklindedir. Sistemin merkezinden verilen ürün açıl olarak çevreye doğru hareket ederek harman edilir.

Geçmişten günümüze birçok harmanlama sistemi geliştirilmiştir. Ancak bunlardan hiçbiri teğetsel sistemler kadar uygulama alanı bulamamıştır.

### **7.2.1 Harmanlama Sistemi Elemanları**

Harmanlama olayı, dönerek çalışan bir dövücü ve onu belirli bir oranda saran sabit bir karşı dövücü arasındaki çarpma, tarama ve ovalama etkileriyle gerçekleşir.

Dövücü pervazlarının çarpma etkisi, ızgaralı karşı dövücünün ovalama etkisi ürünün iyi bir şekilde parçalanmasını sağlar. Parçalanmış materyal arasından serbest tanelerin ayrılması karşı dövücü eleği yardımıyla, sapın dışarı atılması ise dövücünün oluşturduğu merkezkaç kuvveti etkisiyle gerçekleşir.

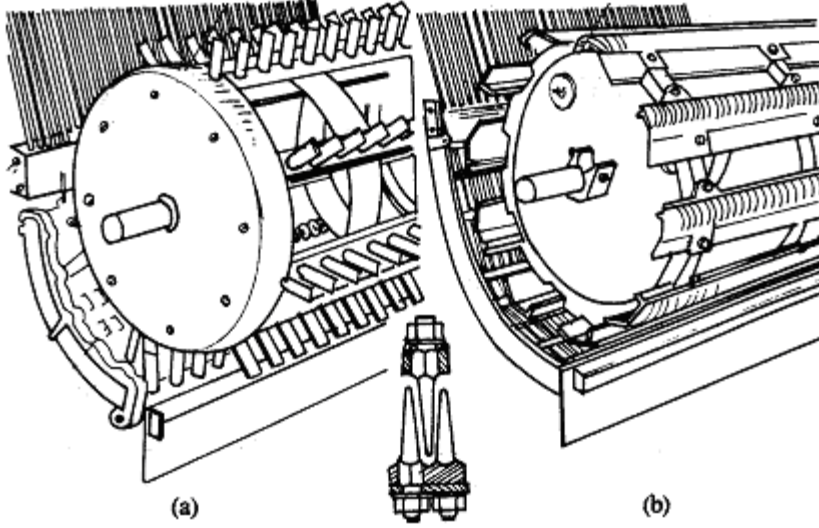
#### **7.2.1.1 Dövücü**

Dövücü silindirik bir çatı etrafına dizilmiş parmaklar yada pervazlardan oluşur. Makinanın büyüklüğü ve yapısına bağlı olarak dövücünün çapı ortalama 50-60 cm ve uzunluğu ise 70-120 cm arasında değişir. Devir ise işlenen ürünün çeşidine göre 500-1200 d/min arasında tutulur (Erol ve Dilmaç, 1982; Ülger ve ark., 1996).

Parmaklı dövücü (Şekil 7.13a); sapa çarpma yoluyla etki eder. Parmaklar dövücü silindiri üzerine spiral olarak dizilmişlerdir. Böylece dövücünün bir devrinde karşı dövücünün iki parmağı arasından daha fazla dövücü parmağı geçerek sapı parçalara ve taneleri ayırır. Bu tip dövücülerde dövücü ve karşı dövücü parmaklarının simetrisi çok önemlidir. Sapı çok parçaladığı için sapın toplandığı bölgelerde sorun yaratır. Bu durum tahılların hasadında daha uygun olan pervazlı dövücüler karşısında parmaklı dövücülerin terk edilmesine neden olmuştur. Parmaklı dövücüler daha çok çeltik hasadında kullanılmaktadır.

Pervazlı dövücüler (Şekil 7.13b); bir silindir çevresine aksenal yönde yerleştirilmiş pervazlardan oluşur. Pervaz sayısı 6, 8 veya 10 adet olabilmektedir. Ürünü ovalama etkisiyle döverler. Pervazlar yapılarında kullanılan malzemeye göre çelik pervazlı ve kauçuk pervazlı olmak üzere iki çeşittir.





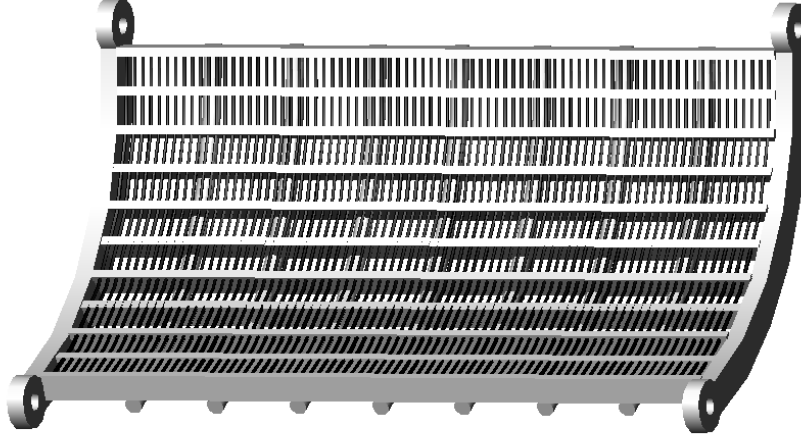
Şekil 7.13. Dövücü tipleri

Çelik pervazlar günümüzde kullanılan en yaygın tiptir. Dövücü mili üzerine kama ile bağlı en az iki disk üzerine tespit edilen kirişlere civatalanmış yivli çelik pervazlardan yapılmıştır. Bu yivler sağa ve sola meyilli olup birbirini takip eden pervazların yivleri ters yöndedir. Bu pervazlar, karşı dövücü pervazları karşısında başakları ovalarlar.

Kauçuk pervazlı dövücülerde pervazın bir yüzü kauçukla kaplanmıştır. Pervazlar genellikle eksene paralel değildirler. Çoğunlukla büyük adımlı bir spiral gibi yerleştirilmişlerdir. Bu dövücülerin karşı dövücüleri de kauçuklu pervazlardan yapılmıştır. Bu nedenle dövme esnasında sap en az düzeyde zarar görür. Kauçuk yüzeyler, tanenin kırılma tehlikesini azalttığından bazı baklagiller gibi iri taneli ve zedelenmeye karşı duyarlı dirençsiz ürünlerin harmanlanmasında kullanılırlar.

#### 7.2.1.2 Karşı Dövücü

Dövücü tiplerine uygun şekilde yerleştirilmiş pervaz yada parmakların bulunduğu şasinin iç bükey bir şekilde dövücüye uydurulmasından oluşmuş bir ızgaradır (Şekil 7.14). Karşı dövücü aralıkları tanelerin % 80-90'ı ile kesmişin ve bir kısım sapın altına geçmesine müsaade edecek kadardır. Delik aralıkları harmanlanan ürünün cinsine göre değişiklik gösterir.



Şekil 7.14 Karşıdövecü

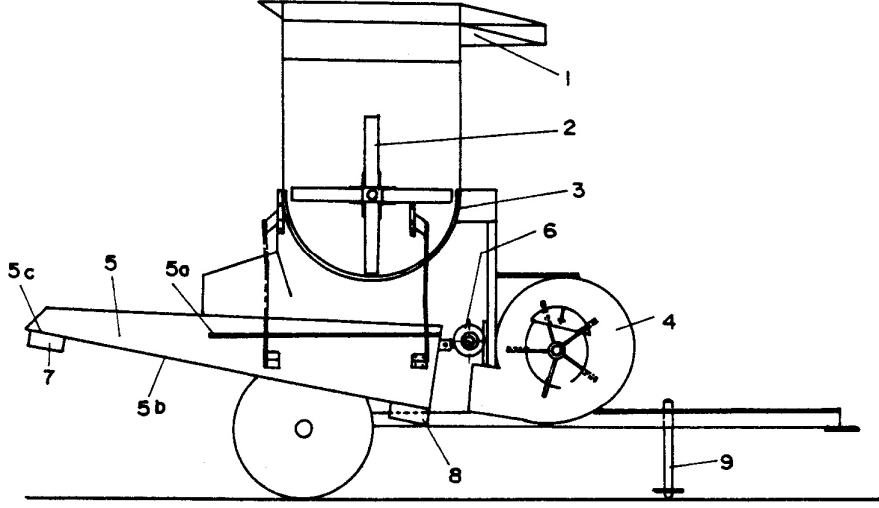
### **7.2.2 Harmanlama Makinaları (Sap döverler)**

Başlangıçta harmanlama tekniği sadece tanelerin başak, kapsül veya koçandan ayrılması işlemini kapsamakta iken, bugün harmanlama işleminde elde edilen ürünlerin temizlenmesi ve sınıflandırılması ile ilgili işlemler de kapsamaktadır.

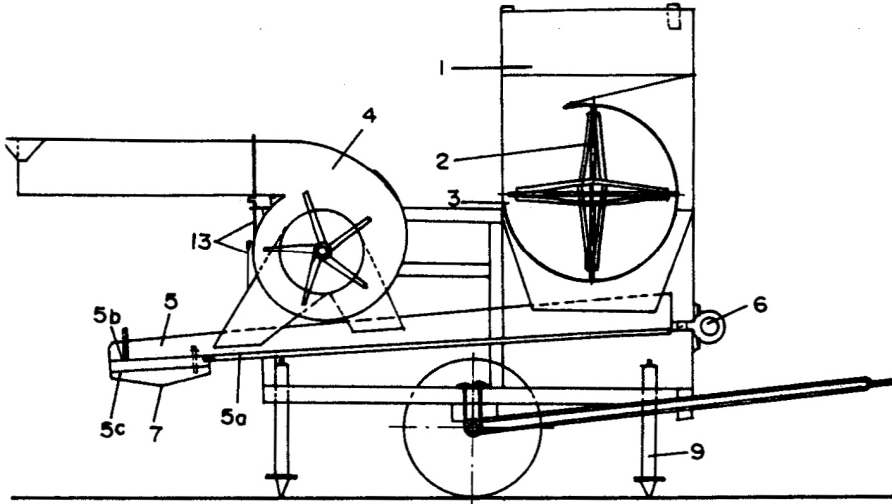
Ülkemizde ürünlerin harmanlanmasından sonra kalan sap artıklarının hayvan yemi olarak kullanılması, bu sapların saman haline getirilmesi zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır. Özellikle tahıl sapının saman haline getirilmesi amacıyla sap döver makinalar geliştirilmiştir. Zaman içerisinde bu makinalara birer temizleme düzeni eklenerek tamamen yurdumuz koşullarına uygun yerli tip sap döver makinaları geliştirilmiştir.

Sap döver harman makinaları, başaklı sapları harman ederek tanelerini ayıran ve sapı dövücü çevresinde saman haline getiren tarım makinalarıdır. Bu makinalar aynı zamanda temizleme organlarıyla saman, kesmik ve diğer yabancı maddeleri de taneden ayırabilmektedirler. Ülkemizde 3 değişik harman makinası kullanılmaktadır (Kuşhan, 1975; Güzel, 1998).

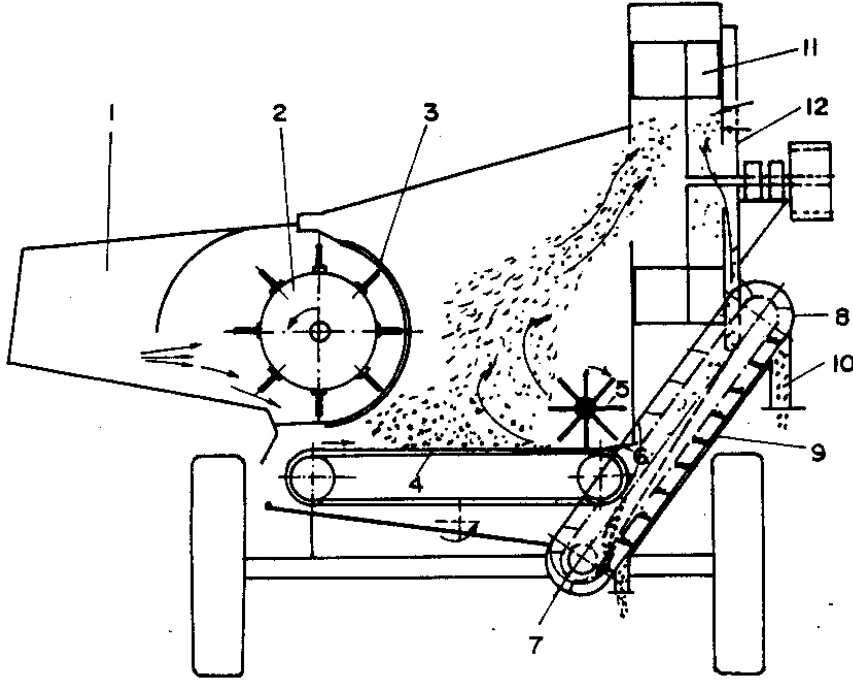
- Savurmalı tip (vantilasyon etkili) harman makinaları (Şekil 7.15)
- Emişli tip (aspirasyon etkili) harman makinaları (Şekil 7.16)
- Bantlı kapalı tip (aspirasyon etkili) harman makinaları (Şekil 7.17)



Şekil 7.15 Savurmalı tip harman makinası



Şekil 7.16 Emişli tip harman makinası



Şekil 7.17 Bantlı kapalı tip harman makinası

Sap döver harman makinasında en önemli organ olan dövücü, parmaklı yapıda; karşı dövücü görevini gören organ ise delikli plaka şeklindedir. Dövücü çapları 640-1000 mm, uzunlukları ise 850-1000 mm arasında değişmektedir. Dövücü üzerindeki parmak sayısı 22-30 arasında olup, parmakların çevresel hızı 33-56 m/s arasında değişmektedir. Bu makinaların iş verimleri, başaklı sap olarak 1000-3000 kg/h arasında tane olarak da 400-750 kg/h arasında değişmektedir (Ülger ve ark., 1996).

### 7.3 Tahıl Hasadı

Tahıllar ve taneli bitkilerin tam olgunluk devresinde hasat edilmesi işleminde günümüze kadar çeşitli uygulamalar yapılmıştır. Tahılların orak veya tırpan gibi el aletleri kullanarak kesme, hayvanlara çiğneterek veya sopalarla tokmaklayarak dövme, dövülmüş tahılı elle tirmiklayarak, eleyerek ve rüzgarla savurarak ot ve samandan ayırma, yüzyıllarca tahıl hasat yöntemi olarak uygulanmıştır.

Taneli bitkilerin hasadında ilk uygulamalar 17. Yüzyılda başlamıştır. Daha sonra 1776-1800 döneminde tahılların tarlada biçilmesini, yığın halinde tarla yüzeyine bırakılmasını birlikte yapan, atla çekilir dolaplı orak makinaları üzerinde çalışılmıştır. Biçilen tahıl saplarını demet haline getiren biçer bağlar ise 1800'lü yılların sonlarına doğru kullanılmaya başlanmıştır. Motorlu tip veya traktör kuyruk milinden hareketli hasat makinaları 1920 yılından itibaren yaygınlaşmaya başlamıştır. Birinci Dünya savaşını takip eden yıllarda ise biçerdöverler üzerinde etkin gelişmeler sağlanmıştır.

Tahıl ve diğer taneli bitkilerin hasat edilmesinde;

- Doğrudan doğruya biçme ve dövme,
- Sıra yığınının toplama ve dövme,
- Önce biçerek demet yapma veya başak kesme ve yığma ve sabit bir makinada harmanlama,
- Sıraya yığma, sıra yığınlarını toplama ve sabit bir makinada harmanlama,
- Tarlada biçme ve harmanlama,
- Tarlada sadece başakları harman etme yöntemleri uygulanmaktadır.

Tahıl ve diğer taneli ürünlerin tarlada önceden biçilerek demet yapma ve başak kesme ve yığma, bundan sonra sabit bir makine ile harmanlanması yönteminde biçme işlemi çayır biçme makinası, dolaplı orak makinası, kanatlı orak makinası ve biçer bağlar makinası gibi makinalarla yapılır. Sabit dövücülerle harmanlama işlemi, günümüz koşullarında özellikle samana ihtiyaç duyulan ve biçerdöverlerin kullanılmasının uygun ve ekonomik olmadığı bölgelerde yaygındır. Sıraya yığılmış saplar kurutulduktan sonra tarladan toplanır ve bir vagona yüklenir. Sonra bir mekanik boşaltma düzeni yardımı ile saplar, vagonun doğruca sabit dövücünün içerisine beslenir ve burada harmanlanan ürünün taneleri ve samanı ayrılarak ayrı bölmelerde toplanır. Tahıl ve diğer taneli ürünlerin tarlada doğrudan biçilerek harmanlama işlemlerinde ise biçerdöverler kullanılır.

### **7.3.1 Biçerdöverler**

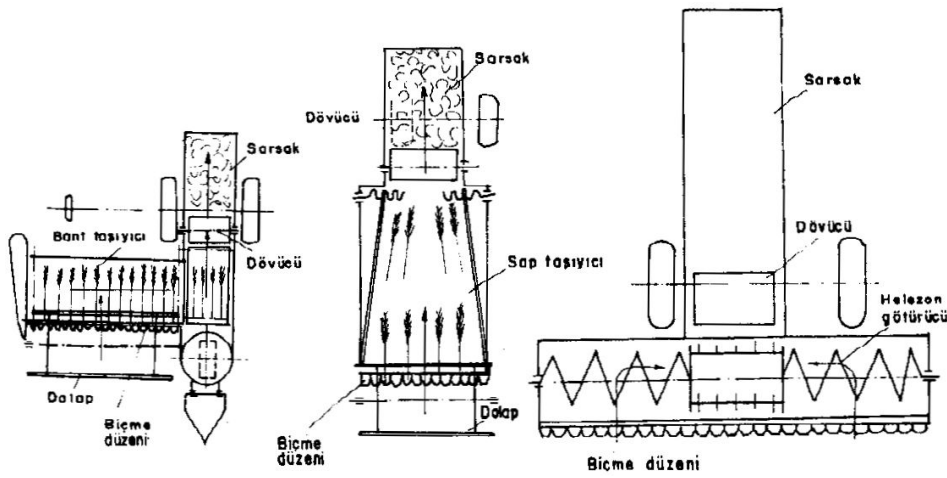
Biçerdöverlerde ilk uygulamalar 1828 yılında başlamışsa da biçme, harmanlama ve temizleme işlemini aynı anda yapabilen biçerdöver özelliğindeki makinaların ilk patent işlemi 1835’de gerçekleşmiştir. Buharlı traktörle çekilen ilk biçerdöver 1890’da yapılmıştır. Daha sonra biçerdöverlerdeki etkin gelişmeler I. Dünya Savaşını takip eden yıllarda sağlanmıştır. Traktörle çekilen biçerdöver 1919’da imal edilmiştir. Kendi yürür motorlu tip biçerdöverler ise 1938 yılında uygulamaya girmiştir (Quick ve Buchele, 1978)

Günümüzde ileri tarım uygulamalarında hasat işleminde kullanılan en modern makinalar, biçerdöverlerdir. Biçerdöver, hasat ve harman işlemlerini aynı zamanda kesintisiz olarak yapabilen, hareketli kombine bir tarım makinasıdır. Her ne kadar biçerdöverlerin en geniş uygulaması tahılların hasat edilmesi için ise de bu makinalarda bazı ünite değişiklikleri ve ayarlamalar yapılarak yonca tohumu, ayçiçeği, mısır ve baklagillerin bazılarının da hasat edilmesi mümkündür. Biçerdöver Fransızca “MOÏSSONNEUSE-Batteuse” kelimesinin tam olarak karşılığıdır (Kadayıfçılar, 1991).

Günümüz koşullarında biçerdöverler birçok alt grup altında toplayarak sınıflandırmak olasıdır. Ancak bunlardan en yaygın olanları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Güç kaynağına göre
  - Çekilir tip
  - Traktöre bindirilir tip
  - Kendi yürür tip
- Başlık konumuna göre
  - L tipi (Şekil 7.18a)
  - I tipi (Şekil 7.18b)
  - T tipi (Şekil 7.18c)
- Çalıştığı arazi konumuna göre
  - Ova tipi
  - Bayır tipi
- Ürünün harmanlama ünitesine beslenme şekline göre
  - Teğetsel akışlı

- Tek kademeli dövücüye sahip
- Çok kademeli dövücüye sahip
- Aksiyal akışlı
  - Tek silindri
  - Çift silindri



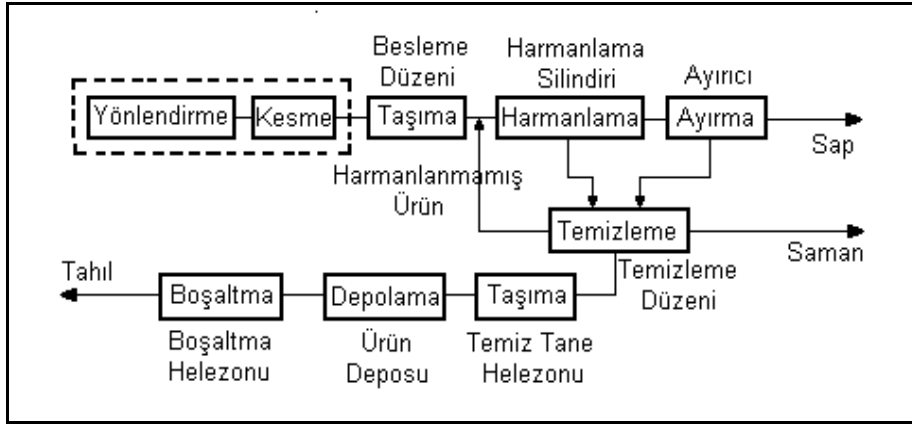
Şekil 7.18. Başlık konumuna göre biçerdöver çeşitleri

### 7.3.1.1 Biçerdöverin İşleyişi

Tahıl hasadında kullanılan teğetsel akışlı bir biçerdöverin işleyişi şu şekilde özetlenebilir:

Ayırıcılar tarafından tablaya yöneltilen ürün, dolap tarafından biçme düzeni önüne yatırılır ve bıçak tarafından kesilir. Tabla helezonu biçilmiş başaklı sapları ortada toplar ve yedirici parmaklar yardımı ile besleme elevatörüne iletir. Ürün buradan harmanlama sistemine gelir. Dövücü ve karşıdövücü taneleri vurma ve ovalama etkisi ile başaktan ayırır. Tanelerin çoğu karşıdövücü ızgaralarından ilerletme eleği üzerine düşer. Sap, sap yayıcı yardımı ile dövüçüden uzaklaştırılarak sarsaklar üzerine fırlatılır. Tane tutucu perde fırlatılan materyalin sarsağın ilk kısmına düşmesini sağlar. Sarsaklar, üzerindeki materyali sıçratarak tanelerin saptan ayrılmasını sağlar ve sapı dışarı atar. Sarsaklardan ve karşıdövüçüden gelen tane ve saman karışımı ilerletme eleği tarafından temizleme ünitesine iletilir. Önce saman ve kırıntılar vantilatörün sağladığı hava akımı ile dışarı atılır. Üst elekten geçerek alt eleğe

gelen temiz taneler alta geçerek tane helezonu yardımı ile depoya gönderilir. Kavuzlu taneler ise alt elek boyunca hareket ederek kesmik helezonuna gelir ve yeniden harmanlanmak üzere harmanlama ünitesine gönderilir. Biçerdöver içerisindeki materyal akış şeması Şekil 7.19'da verilmiştir.



Şekil 7.19 Teğetsel biçerdöverlerde materyal akış şeması

Bir biçerdöverin iş başarısını etkileyen en önemli faktör makine içerisine giren sap miktarıdır. Sap miktarı hasat edilen ürünün tane/sap (d/s) oranı ile ilişkilidir. Bu nedenle bir biçerdöverin projelenmesinde iş kapasitesi önceden seçilir ve biçerdöver işlevsel organları buna göre tasarılır. Biçerdöverin gerçek iş kapasitesi aşağıdaki formülle hesaplanabilir (Güzel, 1998):

$$q = \frac{QV_m B}{3.6 \times 10^4 \vartheta} \quad 7.7$$

Burada:

- q : Biçerdöverin iş kapasitesi (kg/s)
- Q : Hektar başına düşen tane verimi (kg/ha)
- $V_m$  : Biçerdöver ilerleme hızı (km/h)
- B : İş genişliği (m)
- $\vartheta$  : Tane katsayısı ( $\vartheta = d/(d+s)$ )



### **7.3.1.2 Biçerdöverlerin Organları**

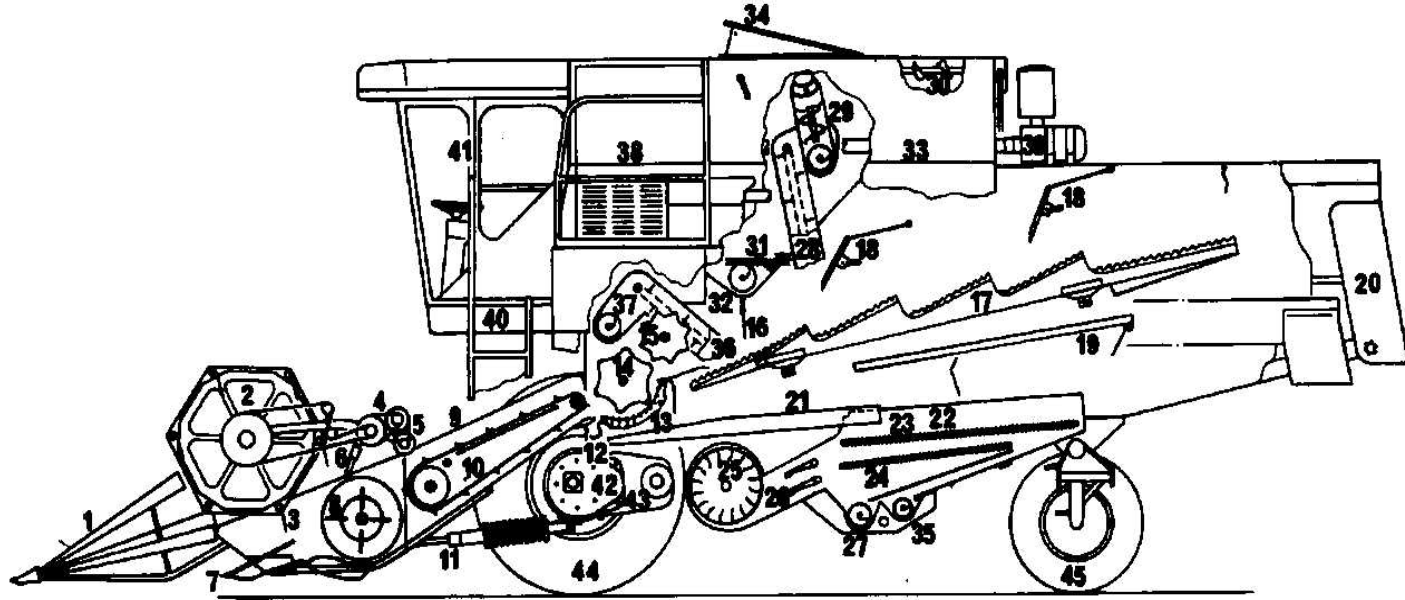
Genel anlamda bir biçerdöver biçen ve döven organlardan oluşmaktadır. Bunlar özelleştirilirse; (Erol ve Dilmaç, 1982):

- Hasat düzeni ve toplama düzeni (namludan harman için): Ayırıcılar, dolap, kesme düzeni, tabla helezonu ve yedirici parmaklar,
- Ürünü harmanlama düzenine götüren besleme elevatörü,
- Harmanlama düzeni: Dövücü, karşıdövücü,
- Ayırma düzeni: Sarsaklar, döner ayırıcılar,
- Temizleme düzeni: İlerletme eleği, alt ve üst elek, vantilatör,
- İletim düzeni: Helezon götürücüler, kovalı yada paletli zincirler,
- Boşaltma düzeni: Depo ve helezon götürücü,
- Güç kaynağı ve hareket düzeni: Motor, hız varyatörü, vites kutusu, diferansiyel ve redüktör.

Son yıllarda gelişen teknolojiye bağlı olarak biçerdöverler yapı ve donanım açısından farklı şekilde piyasaya sunulmasına rağmen teğetsel akışlı biçerdöverler en yaygın olarak kullanılanlardır. Teğetsel akışlı bir biçerdöverin genel görünüşü ve kısımları Şekil 8.20'de verilmiştir.

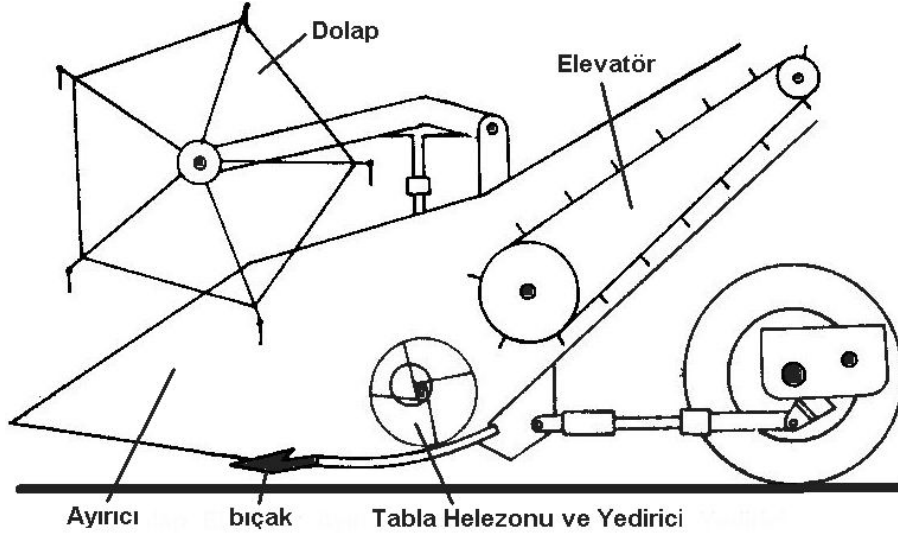
#### **7.3.1.2.1 Biçme Organları**

Biçerdöverlerin biçme organlarına tabla yada başlık adı verilir. Tabla üzerinde kesme ünitesi (bıçaklar), ayırıcılar, dolap ve tabla helezonu bulunur (Şekil 8.21). Biçerdöverlerde çoğunlukla normal (standart) kesme yapan parmaklı tip kesme üniteleri kullanılmaktadır. Bazı durumlarda iki parmak aralığı 50.8 mm olan kesme üniteleri de kullanılmaktadır. Genellikle parmakların 2-3 tanesi bir arada olacak şekilde döküm olarak yapılırlar ve bıçak lamasına perçinle tutturulurlar. Bıçak yapraklarının kenarları dişli olup, bilinmeye gereksinim duymazlar. Biçme sırasında ortalama hızları, eksantriğin dakikada 400 ile 550 devir sırasında 1.05 ile 1.40 m/s arasında değişmektedir (Klenin ve ark., 1986)



Şekil 7.20 Teğetsel akışlı bir biçerdöverin şematik görünüşü

1- 3 parçalı sap ayırıcı, 2- Dolap, 3-Parmak, 4- Hareket düzeni, 5- Devir değiştirme kasnakları, 6- Dolap kaldırma silindiri, 7-Başak kaldıncı, 8- Tabla helezonu, 9- Sap taşıma kanalı, 10- Sap taşıyıcı, 11- Tabla silindir pistonu, 12- Taş tuzakı, 13- Karşıdövcü 14- Dövcü, 15- Sap dağıtıcı tambur, 16- Tane tutma perdesi, 17- Sarsak, 18- Sap gevşetici mil ve yayları, 19- Sarsak geri dönüş kanalı, 20- Sap dökme boşluğu, 21- Sağır elek, 22- Elek sandığı, 23- Üst elek, 24- Alt elek, 25- Temizleme fanı, 26- Rüzgar yönlendirme sacı, 27- Tane helezonu, 28- Tane elevatörü 29- Tane doldurma helezonu, 30- Tane dağıtma helezonu, 31- Besleme helezonu (üst modeller için), 32- Tane boşaltma helezonu, 33- Tane deposu, 34- Tane depo kapağı, 35- Kesmik helezonu, 36- Kesmik elevatörü, 37- Kesmik dağıtma helezonu, 38- Motor, 39- Hava filtresi, 40- Sürücü koltuğu, 41- Kabin, 42- Yan tahrik, 43- Dişli kutusu, 44- Yürüyüş tekeri, 45- Dümenleme tekeri



Şekil 7.21 Biçerdöver tablası

Biçme düzenin her iki tarafına yerleştirilmiş olan ayırıcıların kullanılmalarındaki amaç, biçilecek ürünü diğerlerinden ayırmaktır. Gerçekte maksimum biçme genişliğini belirleyen organlardır. Maksimum yüksekte çalışıldığında ayırıcılara tablayı taşıyan ve toprak üzerinde kayan kızaklar takılmıştır. Bazılarının toprağa ve makinanın ilerleme yönünü göre eğim açıları ayarlanabilmektedir.

Tabla üzerinde askı kolları ile radyal olarak takılmış dört ile sekiz lamadan oluşmuş ve tel parmaklarla donatılmış bir dolap bulunmaktadır. Dolabın görevi, biçilecek sapları iterek bıçak ağzına yatırmak ve biçilmiş sapları tabla helezonu önüne ileterek toprağa düşmelerini engellemektir. Biçerdöverin biçme düzeninde biçmenin uygun bir şekilde gerçekleşebilmesi için dolap ayarlarının iyi bir şekilde yapılması gerekmektedir. Dolap üzerinde dört değişik ayar yapılıır:

- Dönü hızı ayarı
- Yükseklik ayarı
- Durum (İleri-geri) ayarı
- Parmakların eğim ayarı

Dolapların dönme hızı sapların dökülmesini ve zamansız harmanlamasını önlemek için ayarlanır. Çalışma sırasında dolap makina ile birlikte ilerler ve kendi eksenini etrafında döner. Dolabın hız ayarı, biçerdöverin ilerleme hızına göre yapılır. Kuramsal olarak dolabın sapa çarparak bıçak ağzına yatırabilmesi için dolap çevre hızının biçerdöver ilerleme hızından en az % 25-50 daha fazla olması gerekir. Eğer dönme hızı çok yavaş olursa, başakların toprağa doğru itilmesi tehlikesi ortaya çıkar. Eğer çok hızlı olursa, üründe tane dökülmesine ve kesilen başaklı sapların dolap pervazlarına sarılarak dışarı taşınmasına neden olur. Yüksek ve dik bir ürün için dolabın hızı daha yavaş, yatık bir ürün için daha hızlı olmalıdır. Bununla birlikte; dolap çevre hızı için izin verilen en yüksek hız 2.7 m/s'dir. Dolap hızının biçerdöver ilerleme hızı ile ilişkisi (Kanafojiski ve Karwowski, 1972; Srivastava ve ark., 1993, Güzel, 1998):

$$V_d = (1.2...1.5)V_m \quad 7.8$$

sınırları içinde kalmalıdır.

Dolabın çevre hızı, dolap çapı ve dönme sayısına bağlı olarak hesaplanabilir. Dolabın çevre hız sınırları yukarıdaki bağıntıda belirlenen değerler arasında kalmak kaydıyla, dolap devir sayısı;

Sık ve dökülme tehlikesi olan tahıllarda:

$$n = 8 \frac{V_m}{D} \quad 7.9$$

Orta derecede sık tahıllarda:

$$n = 9 \frac{V_m}{D} \quad 7.9$$

Seyrek tahıllarda ve hızlı biçimlerde:

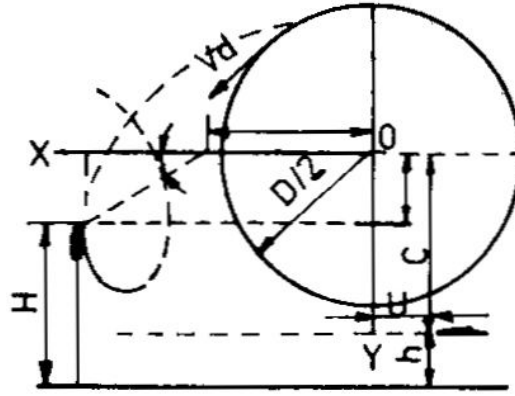
$$n = 10 \frac{V_m}{D} \quad 7.10$$

Burada:

- n : Dolabın devir sayısı (d/min)  
V<sub>m</sub> : Biçerdöverin ilerleme hızı (km/h)  
D : Dolap çapı (m)

Dolap yükseklik ayarı biçilmekte olan sapaın yüksekliğine göre yapılan ayardır. Dolap kanadı, dik duran sapa öyle bir noktadan çarpmalıdır ki onu

bıçak ağzına yatırabilisin. Bu noktada denemelerle başaktan itibaren 30 cm olarak saptanmıştır (Şekil 78.22). Bu duruma göre bıçak seviyesinden dolap merkezine kadar olan düşey dolap yüksekliği (Dilmaç, 1982):



Şekil 7.22 Dolap yükseklik ayarı

$$C = (L - h) + \frac{D}{2} \frac{V_m}{V_d} \quad 7.12$$

Burada:

- C : Bıçak seviyesinden dolap merkezine olan düşey yükseklik (cm)
- L : Ortalama sap yükseklik (cm)
- D : Dolap çapı (cm)
- h : Anız yüksekliği (cm)
- $V_m$  : Bıçardöverin ilerleme hızı (m/s)
- $V_d$  : Dolabın çevre hızı (m/s)

Hasadı yapılan tarlada sap yüksekliği genelde homojen olmaz. Ayrıca tarlada bulunan engeller nedeniyle biçme yüksekliği de sık sık değişebileceğinden, bu iki etkene bağlı olarak dolap yüksekliğinin kolay ve hızlı bir şekilde ayarlanması gerekir.

Dolabın durum ayarı, dolap ekseninin bıçak ağzından olan uzaklığı demektir. Tarlada yatık konumda bulunan ürünün biçiminde dolap kanatlarının önden sapa çarparak kaldırması için dolabın ileri ve dik konumda bulunan ürünü biçiminde ise dolabın normal ayarlanması gerekir. Tarlada bulunan ürünün özellik ve konumuna göre dolap eksenini bıçak ağzından 230-

300 mm önde olmalıdır. Yatık konumlu ürünlerde dolap öne alınmakla beraber biçme yüksekliği de azaltılır.

Parmakların eğim ayarı, ürünün durumuna göre dolapların uyarlanmasını amaçlar. Dolabın yükseklik ve durum ayarı belirlendiğinde parmakların eğimi; dik tahıllar için düşey olarak, kısa ve yatık tahıllar için ise arkaya doğru eğilmiş olarak ayarlanmalıdır.

Dolap tarafından biçme düzenine yönlendirilen saplar, biçildikten sonra, tabla helezonu önüne yatırılır. Tabla helezonu sapları iki yandan olmak üzere ortaya doğru toplar. Toplanan saplar tablayı dövücüye birleştiren boğaz içindeki sonsuz bant şeklinde çalışan zincirli pervazlı bir götürücüyle harmanlama ünitesine taşınır ve dövücüye yedirilir.

#### **7.3.1.2.2 Harmanlama Organları**

Tahıl ve diğer taneli bitkilerin tanelerinin başaklardan veya kapçıklardan dışarı çıkarılması, normal olarak dövme etkisi bulunan ve çarpma ilkesine göre çalışan dövücü adı verilen tamburlarla gerçekleşir. genellikle 18-33 m/s gibi yüksek hızla dönen dövücüye yedirilen ürünün, burada oluşan çarpmanın etkisi ile başakları ve kapçıkları parçalanır ve önemli miktarda tane saptan ayrılır. Parçalanan saplar ivmelendirilirken, dövücü ve karşı dövücü arasındaki sınırlı hacimden geçerken sürtünme etkisiyle daha fazla dövme ve ayırma oluşur (Kanafojiski ve Karwowski, 1972; Güzel, 1998).

Tahılların harmanlanmasında çok çeşitli dövme ilkelerine sahip organlar kullanılmasına rağmen, biçerdöverlerde en yaygın kullanılan pervazlı ve parmaklı dövücülü harmanlama organlarıdır.

Pervazlı dövücülü harmanlama organında, dövücü üzerinde 6-8 veya 10 adet üzeri yivlenmiş pervaz bulunur. Bu pervazlar silindir veya altıgen şeklindeki tambur çevresine aksel yönde yerleştirilmiştir. Karşıdövücü ise pervazların akseline paralel yönde yerleştirilmiş karşıdövücü pervazları arasındaki aralık, çubuklardan şekillendirilmiş iç bükey bir ızgaradan oluşmuştur. Harmanlama ünitesine yedirilen ürün pervazlar ve karşıdövücü üzerindeki çubuklu ızgaralar arasında ovalanarak dövülür. Böylece dövülen sapın bir kısmı karşıdövücü ızgarasından aşağı, bir kısmı da sarsaklara gönderilir.

Parmaklı dövücü sapa çarpma yoluyla etki eder. Parmaklar dövücü tamburu üzerine ve karşıdövücü üzerine helisel şekilde sıralar halinde dizilmiştir. Dövücü üzerindeki parmakların oluşturduğu helis sayısı 10 ve karşıdövücü üzerinde oluşturduğu helezon sayısı 4 olabilir. Böylece dövücünün bir devrinde karşıdövücü parmakları arasından en az 2 veya 3 adet dövücü parmağının geçmesi sağlanarak bir tarama etkisi oluşturulur.

Ürünlerin iyi bir şekilde harman edilebilmesi açısından dövücülerin çevre hızları önemli bir etkidir. Çevre hızı az olduğunda, başaklar yeteri kadar harman edilemez. Buna karşılık hız fazla olursa taneler kırılabilir. Dövücü çevre hızı, dövücü çapı ve devrine bağlı olarak aşağıdaki eşitlik yardımıyla saptanabilir:

$$V_d = \frac{\pi D n}{60} \quad 7.13$$

Burada:

$V_d$  : Dövücü çevre hızı (m/s)

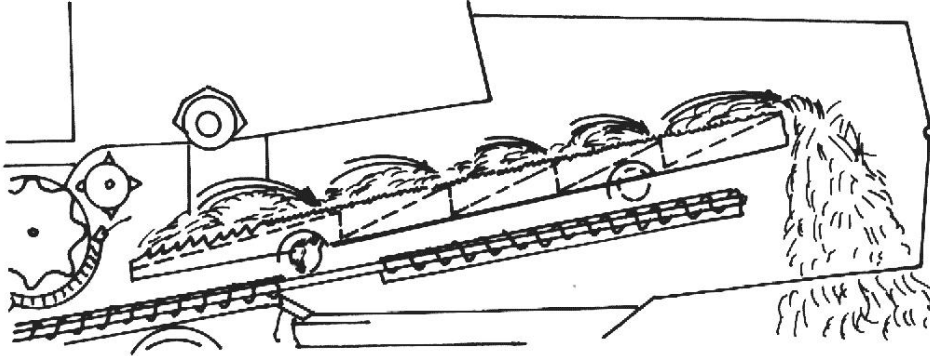
$D$  : Dövücü çapı (m)

$n$  : Dövücü devri (d/min)

Harmanlamanın beklenen düzeyde gerçekleşebilmesi için pervazlı dövücülerde çevre hızı tahıllar için ortalama 28-33 m/s, parmaklı dövücüde ise 25-30 m/s olmalıdır. Harman edilecek ürünün cinsine ve nem oranına göre dövücünün hızı da değişmektedir. Bunların yanı sıra dövücünün hızı, dövücü-karşıdövücü aralığı, dövücü üzerindeki pervaz sayısı ve ürünün dövücüye besleme yoğunluğu da etkili olmaktadır. Genellikle yüksek dövücü hızları ve dar dövücü-karşıdövücü aralığı harmanlamanın etkinliğini arttırmaktadır. Harmanlama organlarında ürünün sisteme girişindeki aralık, çıkış aralığından daha büyüktür. Genellikle çıkış aralığı giriş aralığının yarısı kadardır. Günümüzde kullanılan biçerdöverlerde dövücü çapı 450-610 mm arasında olup, uzunluğu ise 685-1525 mm arasında değişmektedir (Anonim, 1991).

### **7.3.1.2.3 Ayırma Organları**

Harmanlama organında dövülen ürün içerisindeki tanelerin %85-90'ına yakını karşıdövcü ızgaralarından aşağı düşer. Kalan serbest taneler, harmanlanmamış başaklar ve sap sarsaklar üzerine gönderilir. Son ayrılma sapların sarsaklar üzerinden geçişi ile tamamlanır. Sarsaklar bir veya iki krank üzerine yerleştirilmiş, üst kısımlarında tanenin ve samanın alt tarafa geçmesini sağlayan yarıklar bulunan, sayıları biçerdöver boyutuna göre değişen uzun kanallardır. Krankın hareketlenmesi ile eliptik veya dairesel bir yörünge izleyen kanallar üzerindeki materyali alttan vurarak silkeleme yoluyla, kanal kenarlarının testere dişli tasarımı yardımı ile de biçerdöverin arka kısmına doğru taşır ve arkadaki davlumbazdan dışarı atarlar. Genişlikleri 20-30 cm arasında değişen kanallar dakikada yaklaşık 200 devirle çalışmaktadırlar (Şekil 7.23) (Srivastava ve ark., 1993; İnce, 2002).



Şekil 8.23. Sarsakların genel görünüşü (Anonim, 1991)

Sarsaklar, parçalı, platform ve dönel sarsaklar olmak üzere sınıflandırılırlar. Biçerdöverlerde genellikle parçalı tip sarsaklar kullanılır. Sarsak krankının hızı ve sarsağın aşağı yukarı hareket ivmesi, sapın serbest düşme ivmesinden büyük olacak şekilde düzenlenir. Böylece saplar yukarı fırlatıldıktan sonra henüz aşağı düşmeden sarsaklar yeniden saplara çarparak ayırma işlemini kolaylaştırır. Sarsakların bu hareketi, ortalama değeri 2.5 olan ve sarsağın santrifüj ivmesinin yerçekimi ivmesine oranı ile karakterize edilen bir katsayı ile ifade edilebilir (Klenin ve ark., 1985; Güzel, 1998):

$$k = \frac{w^2 r}{g} \quad 7.13$$

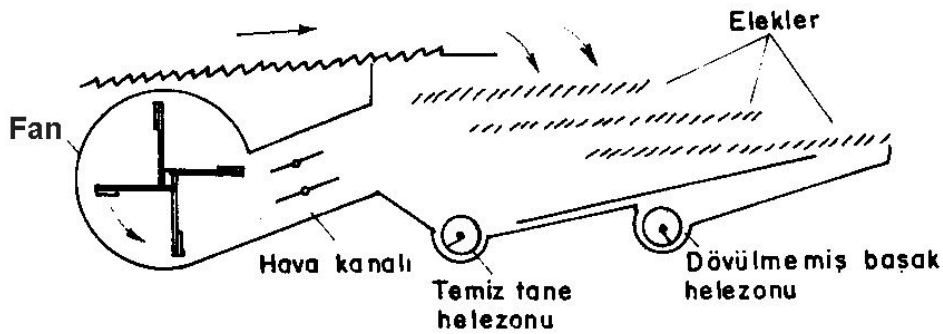


Sarsak üzerindeki materyalin hızı, serbest tanenin sap tabakası içinden ayrılma olayını önemli derecede etkiler. Yüksek krank devirlerinde sap tabakasının hızı artar ve tabaka kalınlığı azalır, ancak diğer yandan materyalin sarsak üzerinde kalma süresi azalır. Düşük krank devrinde ise hem tabaka kalınlığı hem de materyalin sarsak üzerinde kalma süresi artar (Klenin ve ark., 1986). Bununla birlikte sarsak üzerine gönderilen materyalin iyi bir şekilde elenmesinde, sapın sarsak üzerinde kalma süresi, sapın sarsak üzerinden geçtiği süredeki sıçrama sayısı ve sarsak üzerinden geçen materyalin kalınlığı etkili olmaktadır (Kepner ve Berger, 1980; Ülger ve ark.,1996).

#### **7.3.1.2.4 Temizleme Organları**

Biçerdöverlerde karşı dövücünün altına geçen materyal içerisinde oldukça çok miktarda saman kırıntısı ve küçük yabancı maddeler vardır. Temizleme ünitesinin görevleri, taneleri ince saman ve tozlardan ayırmak ve temizlemek, kısmen harmanlanmamış başakları dövücüye geri göndermek ve kalan artıkları dışarı atmaktır.

Temizleme ünitesinin esas organları iki veya üç adet titreşimli elek, bir fan, üst eleğin gerisinde saman kırıntısı için uzantı ve artıklarla temiz tohumları yükselticilerle taşıyan helezondan oluşmaktadır (Şekil 7.24).



Şekil 7.24 Biçerdöverlerde temizleme organı

Fanın sağladığı hava akımı eleklerin arasından yukarıya ve arkaya doğru yönelir. Burada temizlenecek materyal geriye doğru giderken, bu hava tohumların ayrılmasına yardımcı olmak üzere saman kırıntısı eleği adı verilen

üst elekteki karışımı yüzdürür. Tohumlar önce üst eleğin geniş aralıklarından ve sonra taban eleğinin daha küçük aralıklarından aşağıya düşerken, alttan gelen kuvvetli hava akımı, hafif olan saman ve toz gibi materyali dışarıya üfler. Üst elekten geçen fakat alt eleğin aralıklarından aşağıya düşmeyen harmanlanmamış başaklar, başak helezonu yardımı ile tekrar dövücüye iletilir.

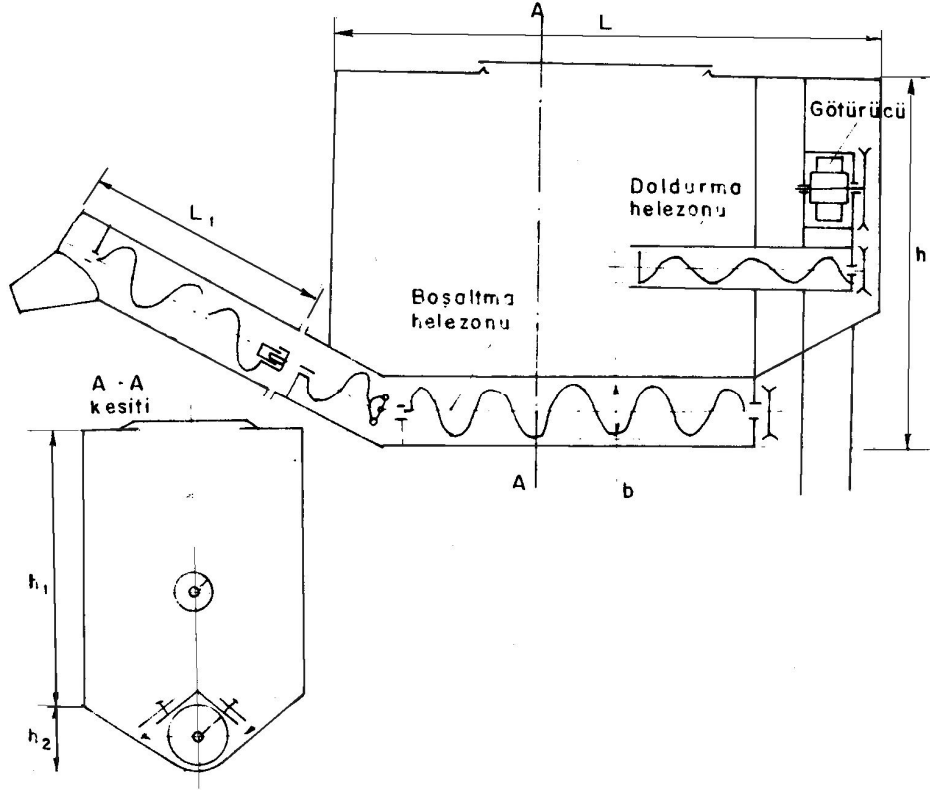
#### **7.3.1.2.5 Tane Deposu ve Boşaltma Organları**

Biçerdöverlerde temizleme organları tarafından temizlenen ürün tane elevatörü yardımıyla depoya taşınır. Tane depoları biçerdöverin üst kısmında ve hemen sürücünün arkasında bulunur. Depolar genellikle tanelerin kolayca dolup boşaltılabilmesi için ya silindirik yada dikdörtgenler prizması şeklindedir. Deponun üst kısmına gelen tane doldurma helezonu ile depoya boşaltılır. Dolan depolar, depo altındaki boşaltma helezonu yardımıyla biçerdöverin yan tarafında bulunan bir olukla dışarı alınır (Şekil 7.25). Günümüz biçerdöverlerinde depo hacimleri 5000-7500 litre arasında değişmektedir (Anonim, 2000).

#### **7.3.1.2.6 Hareket Organları**

Kendi yürür biçerdöverlerde, motorun hareketi biçerdöverin yürüme düzeni ile işlevsel organları arasında dağılır. Sistemde belli bir motor hızında, biçerdöver ilerleme hızı belirli değerler arasında kademesiz olarak düzenlenirken diğer hasat harman organlarının dönme hızı sabit tutulabilmelidir. Motor genellikle üst tarafta tane deposunun arkasında bulunur.

Biçerdöverlerde motordan alınan hareket bir kademesiz hız değiştiren kayış-kasnak düzeni (varyatör) ile vites kutusuna, buradan da diferansiyel ve redüksiyon dişlileri yardımıyla tekerleklere iletilir. Genellikle hidrolik olarak kumanda edilen bu varyatör sisteminde bir çift V kayışı vardır. Hareket veren ile hareket alan kasnaklar arasındaki hız oranı, yük altında kademesiz olarak değiştirilebilir.



Şekil 7.25 Biçerdöverlerde tane deposu ve boşaltma organları

### 8.3.1.2.7 Kontrol ve Kumanda Organları

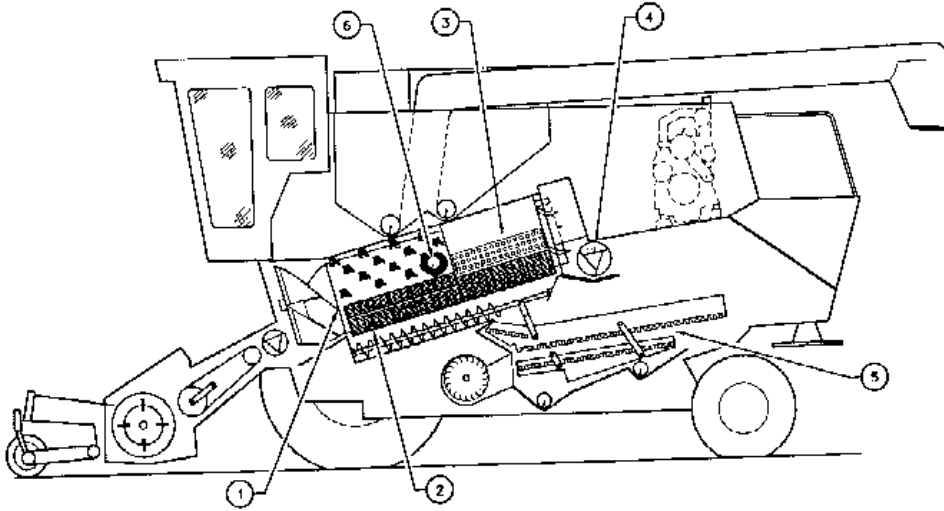
Biçerdöverlerde kontrol ve kumanda organları sürücü kabininde toplanmıştır. Kendi yürür biçerdöverlerde sürücü tüm biçme tablasını etkin bir şekilde kontrol edebilir. Modern biçerdöverlerde kontrollerin çoğu hidrolik sistemlerle sağlanmaktadır. Biçme tablasının yüksekliği, dolabın hareketleri, dövücü hızı, dövücü-karşidövücü çalışma aralığı, ayırma ve temizleme organlarının hemen hemen bütün ayarları sürücü kabininden ayarlanır.

Çoğu kontrol elemanları elektro-hidrolik yada elektronik sistemlerden oluşmuştur. Bazı biçerdöverlerde monitör sistemler mevcuttur. Çoğu organların hızları monitörde ses alarmı ile uyarılır. Tane kayıp monitörleri ile de çalışma anında harmanlama, ayırma ve temizleme sırasında meydana gelen kayıplar kontrol edilir.

### **8.3.1.3 Biçerdöverlerdeki Yapısal Değişiklikler**

Biçerdöverler ilk kullanılmaya başladıklarından bu yana, daha yüksek kapasite ve daha az kayıpla hasat yapabilmek için köklü yapısal değişikliklere uğramışlardır. Böylece teğetsel akışlı biçerdöverlerin yanında özellikle son yıllarda yaygın olarak kullanılmaya başlayan aksiyal akışlı, kademeli dövücülü, yolucu başlıklı, helezonlu tip harmanlama düzenli biçerdöverler uygulamada yer bulmuştur.

Son yıllarda teğetsel akışlı biçerdöverlere seçenek olarak geliştirilen aksiyal tip biçerdöverlerin yapıları oldukça farklıdır (Şekil 7.26). Bu tip biçerdöverlerde harmanlama ünitesi materyal akış yönüne paralel olarak yerleştirilmiş bir rotor ve onu saran bir karşıdövcüden meydana gelmiştir.

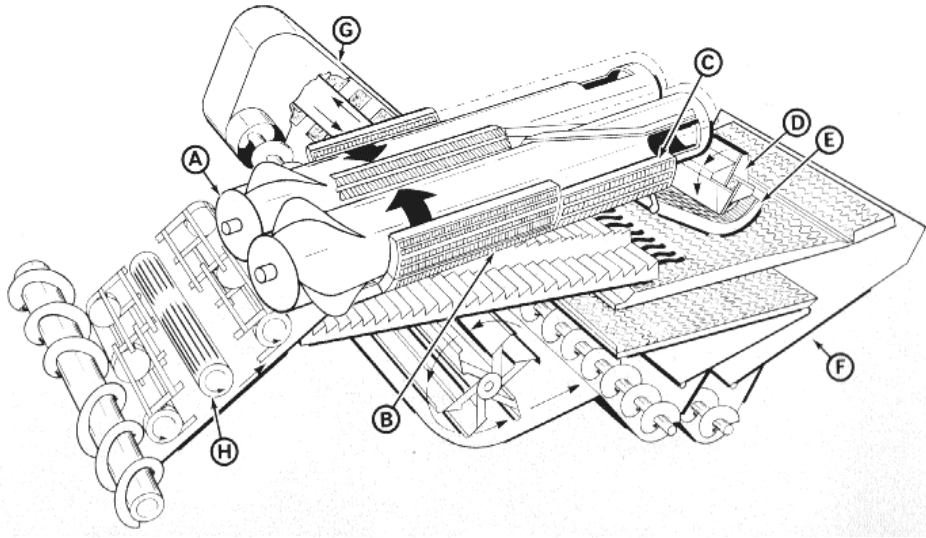


Şekil 7.26 Aksiyal akışlı tek rotorlu bir biçerdöverin şematik görünüşü (1. Rotor, 2. Harmanlama kısmı, 3. Ayırma kısmı, 4. Boşaltma tamburu, 5. Elek takımı, 6. Dönüş helezonu) (Anonim, 1994)

Burada amaç materyali rotor ve karşıdövcü arasında olabildiğince uzun bir süre tutmaktır. Harmanlama ve ayırma işlemleri aynı ünite tarafından gerçekleştirildiğinden sarsaklar kaldırılmıştır. Bu tip ünitelerde harmanlama pervazların vurma etkisinden çok rotor ve karşı dövücünün ovalama etkisi ile gerçekleşmektedir. Genellikle rotorun ön kısmı harmanlama işini gerçekleştirirken, arka kısımda serbest tanelerin saptan ayrılma olayı tamamlanmaktadır. Her iki kısmın karşıdövcü ızgaraları farklı yapıdadır.

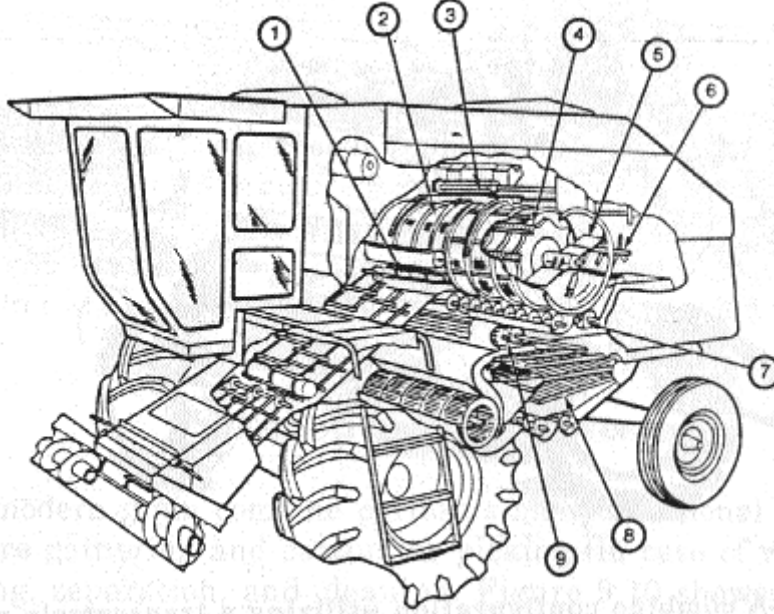
Karşıldövcü altına geçen taneler bir helezon götürücü yardımı ile elek takımı üzerine taşınmaktadır.

Aksiyal biçerdöverlerin bazı tiplerinde, kapasite artışı sağlamak için, tek rotor yerine çift rotor kullanılmaktadır (Şekil 7.27.). Ancak bu durumda içeriye gönderilen materyalin her iki rotora eşit olarak dağıtımının sorun yarattığı bildirilmektedir.



Şekil 7.27. Çift rotorlu aksiyal akışlı biçerdöver (A. Rotorlar, B. Harmanlama ızgarası, C. Ayırma ızgarası, D. Fırlatıcı, E. Fırlatıcı ızgarası, F. Elek takımı, H. Taş girişini önleyici tambur) (Anonim,1982)

Diğer bir çeşit aksiyal biçerdöverlerde rotor enine yerleştirilmiştir. Rotorun bir tarafından içeri giren materyal radyal bir hareketle rotor boyunca ilerleyerek sondaki fırlatıcı kanatlar yardımı ile saplar dışarı atılır (Şekil 7.28).



Şekil 7.28 Çapraz akışlı biçerdöver (1. Karşidövcü, 2. Kafes, 3. Kafes silkeleyicisi, 4. Rotor, 5. Boşaltma kanatları, 6. Sap kıyıcı, 7. Dağıtma helezonu, 8. Elek takımı, 9. İvmelendirici vals ) (Srivastava ve ark., 1993).

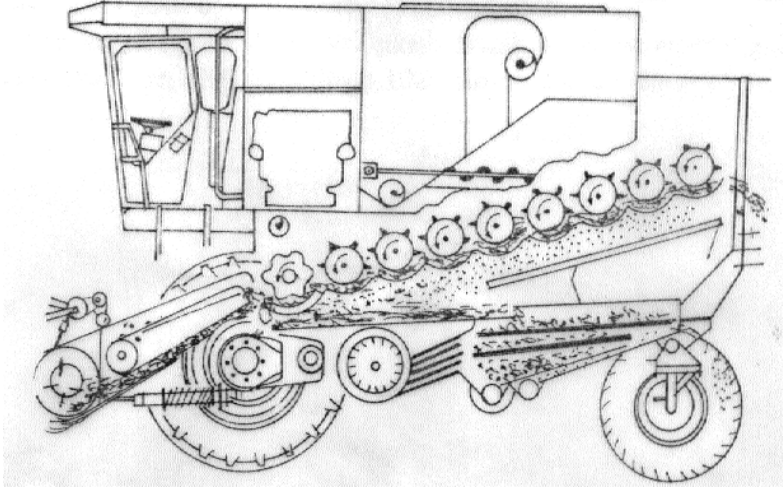
Bazı tip biçerdöverlerde ise teğetsel akışlı bir harmanlama ünitesinin arkasına aksiyal bir döner ayırıcı yerleştirilmiştir. Bu tip sistemler daha çok çeltik gibi nemi yüksek ürünler için uygundur.

Çok kademeli dövücülü biçerdöverlerde teğetsel akışlı bir harmanlama ünitesi ve bunun arkasına kademeli olarak yerleştirilmiş birçok ayırıcı tamburdan oluşmaktadır (Şekil 7.29). Bu tip biçerdöverler daha çok nemli ürünlerin hasadında kullanılır.

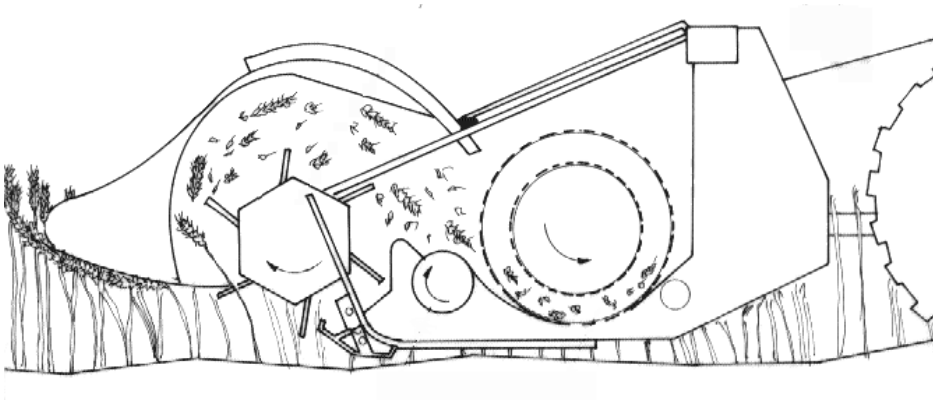
Biçerdöverlerin iş başarılarının sap verimlerine bağlı olduğu düşünüldüğünde, biçerdöverin içerisine giren sap miktarının azalması, beraberinde yüksek iş başarısını da getirmektedir (Klinner ve ark, 1986). Buradan hareketle, sadece başakları yolma işlevi gören başak yolucu sistemler geliştirilmiş ve 1980'li yılların sonunda uygulamada yer bulmuşlardır. Bu sistemlerin amacı, yukarıda da açıklandığı üzere, biçerdöverin içerisine giren sap miktarını azaltarak, iş başarılarını ve kapasitelerini arttırmaktır. Bu tip biçerdöverlerde biçerdöverin iç yapısı aynen

korunmuş, ancak kesici tabla yerini sadece başakları saptan ayıran yolucu başlığa bırakmıştır.

Başak yolucu sistem, üzerinde 6 veya 8 sıra halinde dizilmiş esnek yolucu parmaklar bulunan yatay bir rotordan oluşmaktadır. Rotorun dönmesi ile parmaklar arasındaki boşluklara giren başaklar, aşağıdan yukarı doğru sıyrılarak saptan kopartılır ve arkaya doğru fırlatılır. Materyal, arkadaki götürücü helezon ve yedirme parmakları yardımı ile besleme elevatörüne iletilir (Şekil 7.30).



Şekil 7.29 Çok kademeli dövüclü biçerdöver (Srivastava ve ark.,1993).

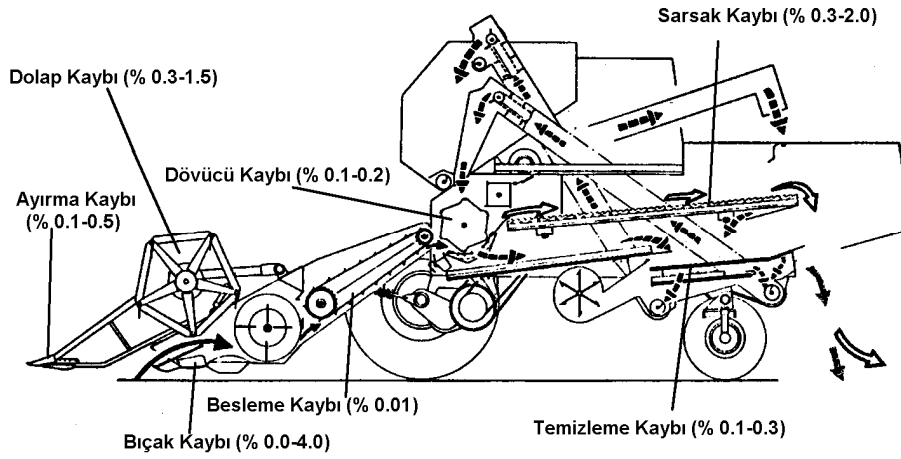


Şekil 7.30 Yolucu başlık

Çapı 540-600 mm olan rotorun devri 600-900 d/min'dir. Yolucu parmaklar yüksek yoğunluklu, polipropilen, poliüretan veya polimer plastik malzemelerden üretilmektedir. Bu tür plastik malzemelerin kullanılmasının amacı sap girişini ve tane zedelenme olasılığını azaltmaktır. Yolucu başlığın arkasında kopartılan başağın götürücü helezona yönlendirilmesi için çeşitli sistemler kullanılmaktadır. Bu sistem bir eğik düzlem olabildiği gibi bir yönlendirme tamburu veya bantlı bir götürücü de olabilmektedir. Başlığın üst kısmı ayarlanabilir bir kapakla yarım olarak kapatılmıştır. Başlığın alt kısmında, yolucu parmakların yere değmesini önleyecek kızaklar bulunmaktadır (İnce ve Güzel, 1998).

#### 7.3.1.4 Biçerdöverlerde Tane Kayıpları

Biçerdöverlerle yapılan hasatta en ideal ayar ve çalışma koşullarında bile belirli miktarda tane kaybı meydana gelmektedir (Şekil 7.31).



Şekil 7.31 Tane kayıplarının ideal ayar ve çalışma koşullarındaki değerleri (Dilmaç, 1982)

Biçerdöverlerle hasat sırasında meydana gelen tane kayıplarını şu başlıklar altında toplamak mümkündür:

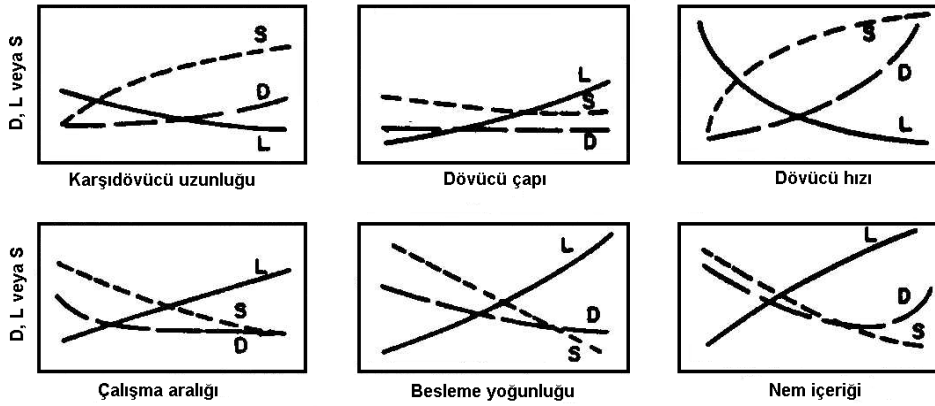
- Tabla kayıpları
- Harmanlama Kayıpları
- Ayırma kayıpları



- Temizleme kayıpları

Tabla kayıpları, biçme düzeni, dolap, ayırıcılar ve besleme düzeninde oluşan bireysel kayıpların toplamıdır. Bu kayıplar, genellikle dolabın, biçme düzeninin ve ayırıcı ünitelerin başaklara çarpması ve biçilen sapların tablaya aktarılamamasından dolayı oluşan kayıplardır. Tabla kayıplarına en çok dolabın ayarı etkili olmaktadır. Dolap hızı fazla olduğu zaman çarpma nedeniyle kayıplar artar. Dolap hızı az olduğu zaman saplar bıçak önüne iyi bir şekilde eğilmediği için kayıplar yine olumsuz etkilenir. Tabla kayıplarını etkileyen diğer faktörler, tarla yüzeyinin engebeli ve ürünün yatık olmasıdır.

Harmanlama kayıpları, başakların tam olarak harman edilmemesi veya tane zedelenmesi şeklindeki kayıplardır. Bu kayıplar, dövücünün hızı, dövücü çapı, dövücü karşı dövücü aralığı ve karşıdövücü uzunluğu, ürün nem içeriği ve besleme yoğunluğuna bağlıdır. Harmanlama kayıplarının ilgili faktörlere göre değişimi Şekil 7.32'de verilmiştir.



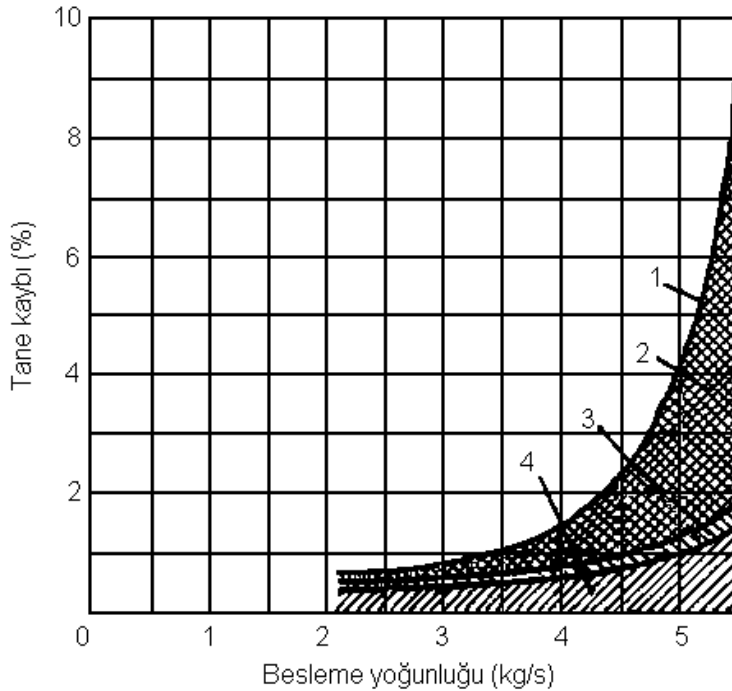
Şekil 7.32 Harmanlama parametreleri ile dövücü kayıpları, ürün zedelenmesi ve ayırma yüzdesi arasındaki ilişkiler (L: Dövücü kaybı; D:Ürün zedelenmesi; S: Ayrılma yüzdesi) (Srivastva ve ark., 1993)

Ayrırma kayıpları, dövücünden çıkan ve sapa karışan tanelerin sarsaklarda tam olarak ayrılmadan, sapla birlikte dışarı atılmalarından ortaya çıkan kayıplardır. Ayrırma kayıplarına, sarsak üzerine gelen tane miktarı, sarsak krank hızı, sarsağın yüklenme durumu ve materyal nem miktarı etkili

olmaktadır. Genellikle ayırma kayıpları tane/sap oranı az olduğunda, dolayısıyla sarsak daha fazla yüklendiğinde ve biçerdöverde üretilen tane iş verimi arttığında fazlalaşmaktadır. Biçerdöverle hasatta, toplam hasat kayıplarının yüksek olmasının en büyük nedenlerinden biri de, özellikle nemin çok yüksek ve sapın dövücü tarafından çok parçalandığı koşullarda, sarsak kayıplarının yüksek olmasıdır.

Temizleme kayıpları, tanelerin temizleme düzenindeki eleklerde temizlenirken fanın yarattığı hava akımı nedeniyle samanlarla birlikte tanelerin dışarı atılmasından kaynaklanan kayıplardır. Eleklerin fazla yüklenmesi, fan hava akım hızı ve yönünün yanlış ayarlanması ve elek deliklerinin tıkanıklığı gibi nedenlere dayanır.

Genel olarak, biçerdöverlerdeki toplam kayıpları yukarıda sözü edilen kayıpların toplamından oluşur ve biçerdöver içerisine giren materyal miktarı ile ilişkilendirilir (Şekil 7.33)



Şekil 7.33 Tane kayıplarının besleme yoğunluğu ile değişimi (1-Toplam kayıplar, 2-Sarsak kayıpları, 3-Temizleme kayıpları, 4-Harmanlanmamış başakta oluşan kayıp) (Kanafojski ve Karwowski, 1972)

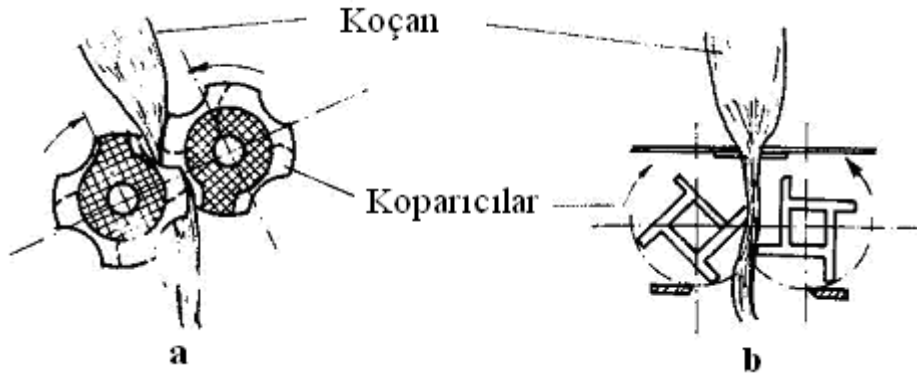
#### **7.4 Mısır Hasadı**

Mısır bitkisi kök, gövde, saplar ve koçandan oluşan bir bitkidir. Fiziksel yapısı nedeniyle kendisine özgü hasat yöntemleri gerektirir. Mısır hasadı, mısır koçanın koparılması, soyulması ve mısır tanelerinin sömekten ayrılması ve temizlenmesi işlemlerini içerir.

Geçmişten günümüze büyük gelişim gösteren mısır hasat makinaları özellikle çalışma koşulları ve güç kaynaklarına göre dört grup altında toplanır:

- Koparıcılar
- Toplar-soyarlar
- Toplayıcılar ve taneleyiciler (Kombine mısır hasat makineleri)
- Biçerdöverlere mısır hasat başlıklarının takılması ile oluşan makinalar

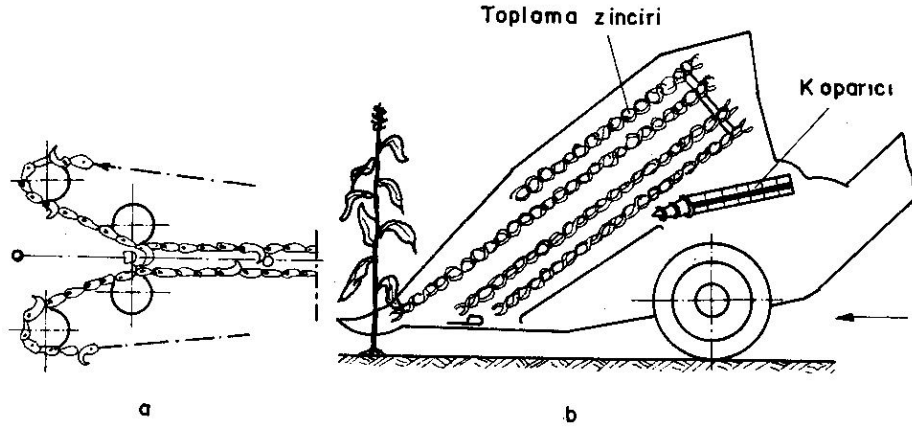
Koparıcılar, mısırı tarlada koçan halinde sapından koparan ünitelere sahip makinalardır. Bu makinalarda mısırın tarlada sapından koparılmasını gerçekleştiren üniteler genellikle karşılıklı çalışan dönel çıkıntılı ve parmaklı makaralar şeklindedir (Şekil 7.34).



Şekil 7.34 Koparıcı makaralar.

Koparıcı üniteli makaralar tarlada ilerlerken, makine önüne yerleştirilen kulaklı zincir baklaları ile donatılmış bir veya birkaç toplama zinciri, mısır saplarının koparma bölgesinden geçmesine yardım eder. Zincir makinanın ilerleme hızına bağlı olarak, mısır saplarını koparma ünitelerine taşır. Böylece makine ilerlerken saplar koparıcı makaraların arkasından aşağı

doğru çekilirler. Mevcut boşluktan geçemeyecek kadar büyük olan koçanlar koparılıp alınır ve bir elevatörle depoya gönderilir (Şekil 7.35)

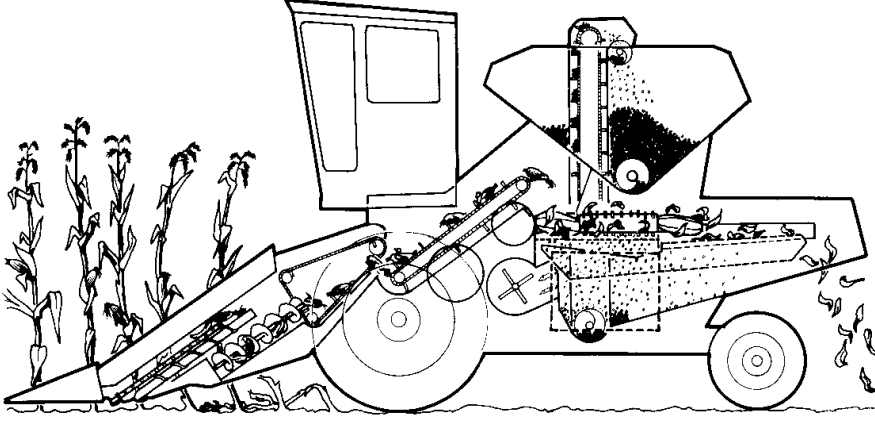


Şekil 7.35 Koparıcı makaralı mısır hasat makinasının çalışma ilkesi

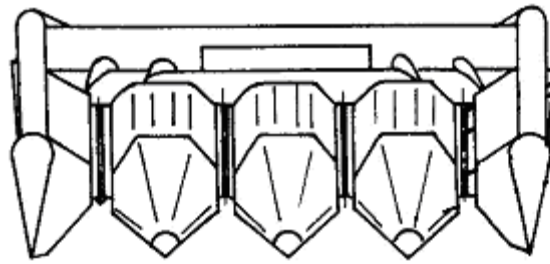
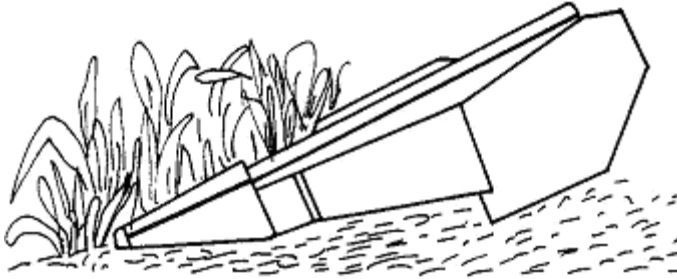
Toplar-soyar üniteli makinaların toplayıcı üniteleri, koparıcı tip mısır hasat makinalarının koparma ünitelerine benzer. Makine tarlada ilerlerken koparılan koçanlar bir elevatörle koçan soyma ünitesine gönderilir. Koçan kabuğu soyma üniteleri genellikle makara şeklindedir. Bu makaralar 2 veya 4 adet olup birbirlerine ters yönde dönerler ve tutma yeteneklerini arttırmak için üzerlerine tırnak veya vidalar eklenir. Bu makinalarda koçan kabuğunun soyulması sırasında tanelenen mısırları temizleyerek almak için soyma ünitesinin altına bir elek düzeni yerleştirilmiştir (Güzel, 1998).

Kombine mısır hasat makinaları prensip olarak kendi yürür şeklindedir. Bu makinalar, 2, 4 ve 6 sıralı olarak yapılmaktadır. Yukarıda anlatılan koparma üniteleri tarafından koparılan koçan doğrudan harmanlanmaktadır. Kabuk soyma ünitesi yoktur (Şekil 7.36).

Biçerdöverlerle mısır hasadı, tahıl başlığının yerine mısır koçanı koparma düzenlerine sahip özel mısır hasat başlıklarının takılmasıyla gerçekleşir (Şekil 7.37). Bununla birlikte biçerdöverle mısır hasadı yapılırken dövücü devri, karşı dövücü ızgaralarının genişliğinde bazı ayarlamalar yapılır.



Şekil 7.36 Kombine mısır hasat makinası



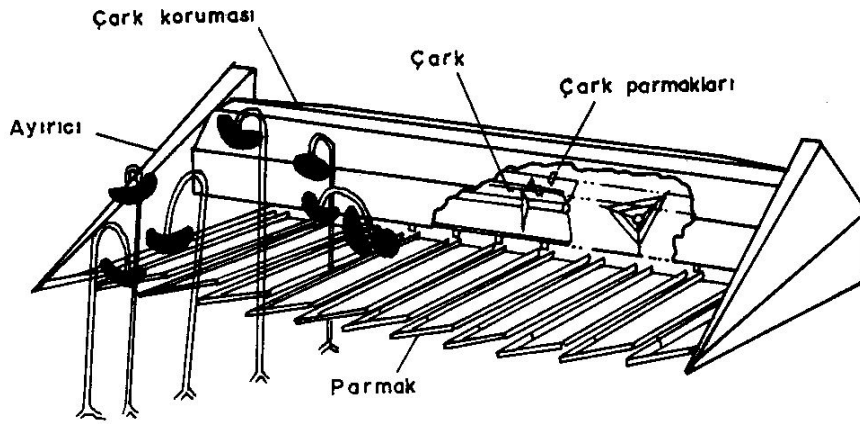
Şekil 7.37 Biçerdöverlere takılan mısır hasat başlığı

Esas olarak mısırın biçerdöverle hasat edilmesindeki amaç, işletme bünyesindeki makine parkını azaltmak ve biçerdöverlerin yıllık kullanılma

sürelerini arttırarak daha efektif kullanılmalarına olanak sağlamaktır. Mısır hasadında en yaygın kullanılan yöntemdir (Ülger ve ark., 1996).

### **7.5 Ayçiçeği Hasadı**

Ayçiçeği de mısır gibi özel bir biçme düzeni ile donatılmış biçerdöverlerle hasat edilmektedir. Ayçiçeği tablası kesme ünitesi, yakalayıcı parmaklar, deflektör ve küçük bir çarktan oluşur (Şekil 7.38)



Şekil 7.38 Ayçiçeği hasat başlığı

Ayırıcı parmaklar saplar kesilirken bitkiyi yakalamak için kesme bıçaklarının ön kısmına yerleştirilir. Deflektör, bıçakların üstünde sadece tablalar kalıncaya kadar sapları itekleyen yakalayıcı parmakların üst kısmına yerleştirilmiştir. Saplar deflektörün altında hareket ederken bıçaklarla tam değme noktasında kesilirler. Deflektörün arkasında bulunan çark kesilen tablaları besleme düzenine yönlendirir (Güzel, 1998).

### **7.6 Soya Hasadı**

Soya ilk kez 1924 yılında ABD’de biçerdöverlerle hasat edilmiştir. O yıllardan beri de aslında tahıl hasadı için geliştirilmiş biçerdöverlerle hasat edilmektedir. Tahıllarda başak sapın üst kısmında olduğu için uygun bir yükseklikten kesilip alınabilmektedir. Ancak soyada baklalar toprak yüksekliğinden itibaren bütün gövdeye dağıldığından ve soya kapsüllerinin sarsma veya çarpma durumunda kolayca açıldığından meydana gelen kayıplar çok fazladır.

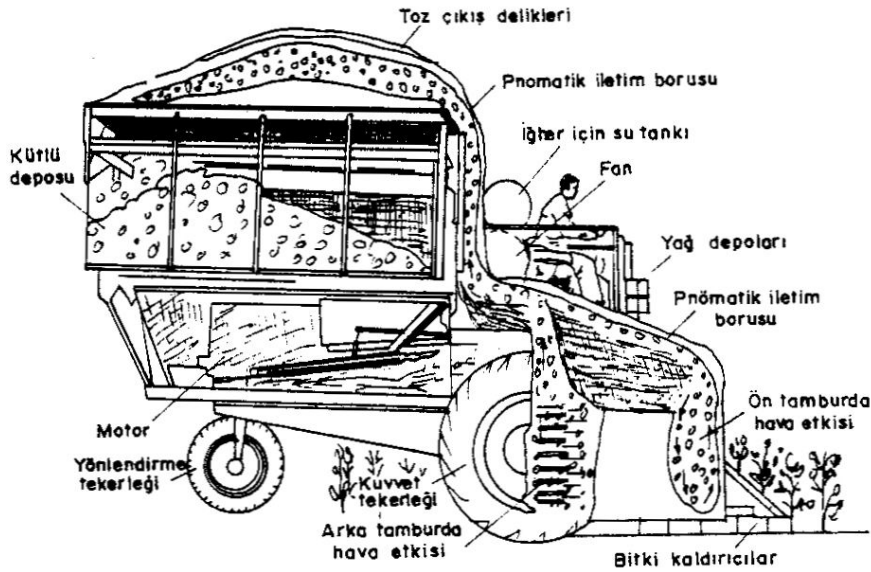
Kendi yürür bir biçerdöverin tüm organları gerekli ayarlamaların yapılması şartı ile soya hasadı için kullanılmaktadır.

Soya hasadı sırasında alçak kesme yapan kesici düzenlerin kullanılması biçme kayıplarını önemli ölçüde azaltmaktadır. Ayrıca dolap devri ve dövücü devri azaltılmalıdır. Dövücü karşı dövücü çalışma aralığı ise tıkanmaların önlenmesi için tahıl hasadına oranla arttırılmalıdır. Soya fasulyesi tahıllardan daha iri olduğundan temizleme eleği açıklıkları ve fan devri arttırılmalıdır (Güzel, 1998).

### 7.7 Pamuk Hasadı

Pamuğun mekanik hasadı, bitkinin faydalı bölümü olan kütlü pamuğun (lif+çekirdek) bir hasat makinası ile bitki üzerinden alınmasından oluşmaktadır. Günümüzde yaygın uygulama alanı bulan mekanik pamuk hasat makinaları, kütlü pamuğu toplayıcı tip ve kozaları kopararak toplayan tip makinalardır.

Toplayıcı tip pamuk hasat makinaları bitki üzerindeki sadece açmış kozalardaki kütlü pamuğu hasat eden açmamış durumdaki kozaları ise bitki üzerinde bırakan makinalardır (Şekil 7.39). Böylece hasat sezonu içinde bitki üzerindeki kozaların olgunlaşma durumuna bağlı olarak tarlada birden fazla toplama yapılabilmektedir.



Şekil 7.39 Toplayıcı tip pamuk hasat makinası

Pamuk hasat makinalarında pamuk elyafının tarlada açık pamuk kozalarından çıkarılmasında genellikle tamburlu iğ şeklinde nemlendirme düzenli toplama üniteleri kullanılmaktadır. İğler konik şekilde olup, tambur üzerine 3 veya 4 sıra halinde yerleştirilirler. Bu iğlerin koniklik özellikleri elyafı topladıktan sonra üzerlerinden sıyrılmalarını kolaylaştırır. Toplama sırasında iğ açılmış kozalı pamuk içerisine girer. Açılmış kozalardan pamuk elyafını etrafına sarar ve üzerinden pamuk elyafının sıyrıldığı bölgeye doğru gelir. Burada sıyrıcı plakalar yardımı ile iğler üzerinden alınan kütlü, emici bir fan yardımı ile makinanın deposuna iletilir. Depolar genellikle pamuğun iyi bir şekilde istiflenmesini ve boşaltılmasını sağlayabilen özelliğe sahip olup, makinanın sıra sayısına göre kapasitesi değişir. Depolar genellikle hidrolik silindirler yardımı ile kaldırılarak boşaltılır (Ülger ve ark., 1996).

Kopartıcı tip pamuk hasat makinaları seçici özellikte olmayıp bitki üzerindeki açmış ve açmamış kozaların tamamını bir geçişte kopararak alan makinalardır. Bu tip makinalarla hasat genellikle bitki üzerindeki yaprakların kozaların tamamının olgunlaşması beklenerek geciktirilmiş olarak yapılır. Bazen hasadı erkene almak için yaprak dökücü kimyasal uygulanır (Güzel, 1998).

### **7.8 Yerfıstığı Hasadı**

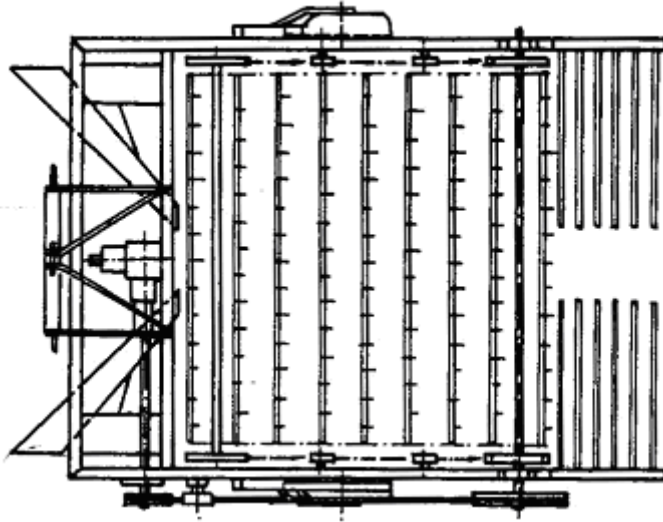
Yerfıstığı bir yağ bitkisi olup, insan beslenmesinde önemli bir yer tutmaktadır. Hasat döneminde yerfıstığı neminin % 70-80 gibi çok yüksek değerlerde olması, yerfıstığı hasadının sökülme ve harmanlama olmak üzere iki aşamada yapılmasını gerektirir. Yakın zamana kadar elle hasat edilen yerfıstığının mekanik hasadı günümüzde oldukça yaygınlaşmıştır.

Elle hasat sisteminde, bitki önce kulakları sökülmüş bir pulluk yardımı ile toprak içinde gevşetilmekte, daha sonra işçiler tarafından toprak içerisinden çıkartılarak kabuklu fıstıklar yukarı gelecek şekilde tarlada kurumaya bırakılmaktadır. İklim koşullarına bağlı olarak birkaç gün tarlada bekletilen yerfıstığının nemi %25-30 dolaylarına indiğinde yine işçiler tarafından silkelenerek, elle tenekeler içine sıyrılmakta ve çuvalanmaktadır. Emek yoğun bu hasat sistemi yavaş yavaş yerini mekanik hasada bırakmıştır.



Yerfıstığıının mekanik hasadı söküm ve harmanlama makinalarıyla gerçekleştirilir.

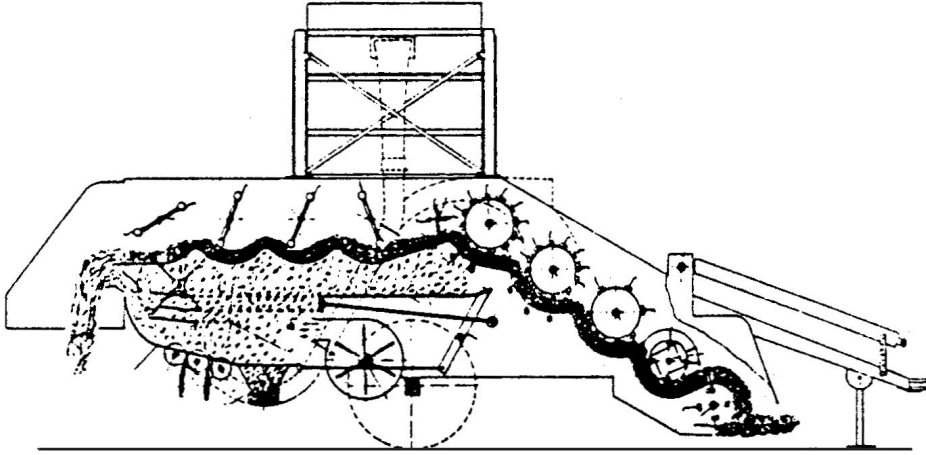
Çift sıra söküm yapabilen yerfıstığı söküm makinası, sökücü bıçaklar, parmaklı bir elavator ve basit bir namlu çevirme düzeninden oluşmuştur (Şekil 7.40). Traktöre asılır tip olan makine hareketini traktör kuyruk milinden almakta ve tarlada iki adet destek tekerleği üzerinde hareket etmektedir. Önde bulunan iki adet sökücü bıçak yerfıstığıını topraktan sökerek yükseltir ve arkada bulunan parmaklı elevatör düzenine iletir. Bu elevatör düzeni yerfıstığıını belirli bir yüksekliğe kadar kaldırarak arkadaki namlu çevirme düzeni yardımıyla kabuklu yerfıstıkları yukarı gelecek şekilde toprak yüzeyine tek sıra namlu halinde bırakır (Güzel, 1985).



Şekil 7.40 Yerfıstığı söküm makinası

Yerfıstığı harman makinası çekilir tip olup hareketini traktörün kuyruk milinden alır (Şekil 7.41). Bir pikap düzeni ile yerden alınan materyal bir besleme ünitesi yarsımı ile harmanlama ünitesine sevk edilmektedir. Burada bir kısmı tamamen yolma etkili, bir kısmı da yolma ve eleme etkili toplam beş dövücü bulunmaktadır. Dövücüler yaylı parmaklı tiptedirler. Karşı dövücülerin ilk ikisi yay tellerinden, diğerleri ise aralıklarla dizilmiş çubuklardan oluşmuştur. Ürün dövücü-karşıdövücü arasından geçerken ginaforlarından yolunarak kopartılan kabuklu yerfıstıkları ile, parçalanmış yeşil aksam

birbirleriyle senkronize olarak çalışan dövücüler yardımıyla geriye doğru iletilmektedir. Böylece kabuklu fıstıklar ızgara altına düşerken, aynı anda malama haline gelmiş yeşil aksam ızgara üzerinde yoluna devam ederek arkadan dışarı atılmaktadır.



Şekil 7.41 Yerfıstığı harmanlama makinası

Temizleme ünitesine gelen ürünün içerisindeki yaprak, toz, toprak ve benzeri maddeler fan yardımıyla dışarı atılmaktadır. Taneler iletim eleği üzerinden geçerken halen için de bulunan toprak ve bitki sapları dönerek çalışan bir çift testere dişleri yardımı ile elek tabanından dışarı alınmakta, ürün ise elek sonunda bulunan ızgaralı bir yuva içine yerleştirilmiş taşıma helezonuna iletilmektedir. Helezon götürücü tarafından pnömatik taşıma kanalına iletilen ürün diğer bir fanın sağladığı hava akımı yardımıyla makinanın üstünde bulunan depoya iletilmektedir (Güzel, 1985; İnce, 1995).

#### **Kaynaklar**

ANONİM, 1982. Evaluation Report of Sperry New Holland TR95 Self-Propelled Combine. No:287, Prairie Agricultural Machinery Institute, Canada.

ANONİM, 1991. Combine Harvesting. Deere&Company, Illinois, USA, p216.

ANONİM, 1994. Evaluation Report of Case IH 1666 Combine. No: 710, Prairie Agricultural Machinery Institute, Canada.

- ANONİM, 2000. Combines. Jhon Deere, (<http://www.deere.com/Farmers+and+Ranchers/New+Equipment/Combines>)
- DİLMAÇ, M., 1982. Biçerdöverlerde Dane Kayıplarının Nedenleri ve Önlenmesi. Hasat Öncesi, Hasat ve Hasat Sonrası Ürün Kayıpları Seminer Bildirileri, Ankara, s133-150.
- DİNÇER, H., 1971. Çayır ve Hububat Ziraatında Biçme Tekniği. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 118, Erzurum.
- EROL, M. A. ve DİLMAÇ, M., 1982. Biçerdöverler. Türkiye Ziraat Donatım Kurumu Mesleki Yayınları, Ankara, 120s.
- GÜZEL, E., 1985. Çukurova Bölgesinde Yerfıstığının Söküm ve Harmanlanmasının Mekanizasyonu ve Bitkinin Mekanizasyona Yönelik Özelliklerinin Saptanması Üzerinde Bir Araştırma. Ç.Ü.Z.F. Tarımsal Mekanizasyon Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana.
- GÜZEL, E., 1998. Hasat-Harman İlkeleri ve Makinaları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, Yayın No:194, Adana, 394s.
- İNCE, A., 1995. Prototip Yerfıstığı Harman Makinasında Temizleme ve Ayırma Düzeninin Dengelenmesi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- İNCE, A., 2002. Biçerdöverlerde Ayırma Düzeninin Geliştirilmesi Üzerinde Araştırmalar. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Adana.
- İNCE, A. ve GUZEL, E., 1998. Tahıl Hasadında Kullanılan Yolucu Başlıkların Değerlendirilmesi. Tarımsal Mekanizasyon 18. Ulusal Kongresi, Tekirdağ.
- KADAYAFÇILAR, S., 1991. Biçerdöverlerin Tasarım Esaları. Türkiye Ziraat Donatım Kurumu Mesleki Yayınları, No.54, Ankara, 86s.
- KANAFOJSKI, C. and KARWOWSKI, T., 1972. Agricultural Machines, Theory and Construction. Vol.II, U.S. Department of Commerce, National Technical Information Service, Springfield, Virginia.
- KEPNER, R. and BERGER E. L., 1980. Principles of Farm Machinery. AVI Prab. USA.
- KLENIN, N. I., POPOV, I. F. and SAKUN, V. A., 1986. Agricultural Machines. A.A. Balkema, Rotterdam, 633p.

- KUŞHAN, B., 1975. Erzurum'da İmal Edilen Harman Makinaları Üzerinde Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Araştırma Serisi No:104, Erzurum.
- PERSSON, S., 1987. Mechanics of Cutting Plant Material. Published by the ASAE, Michigan 49085.
- QUICK, G. R., 1977. Development of Rotary and Axial Thresher/Separators. Proceedings of Grain and Forage Harvesting Conference, Iowa, p151-169.
- QUICK, G. R. and BUCHELE, W., 1978. The Grain Harvesters. Printed by ASAE, Michigan, USA, 269p.
- SRIVASTAVA, A. K., GEORING, C. E. and ROHRBACH, R. P., 1993. Engineering Principles of Agricultural Machines. Published by ASAE, Michigan, USA, 600p.
- ÜLGER, P., 1982. Buğday Hasat -Harmanında Uygulanan Değişik Mekanizasyon Sistemlerinin Tane Ürün Kayıplarına Etkileri. Hasat Öncesi, Hasat ve Hasat Sonrası Ürün Kayıpları Seminer Bildirileri, Ankara, s195-240.
- ÜLGER, P., GÜZEL, E., KAYIŞOĞLU, B., EKER, B., AKDEMİR, B., PINAR, Y. ve BAYHAN, B., 1996. Tarım Makinaları İlkeleri. T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No:29, 432s.