

MOTORLAR VE TRAKTÖRLER Dersi 6

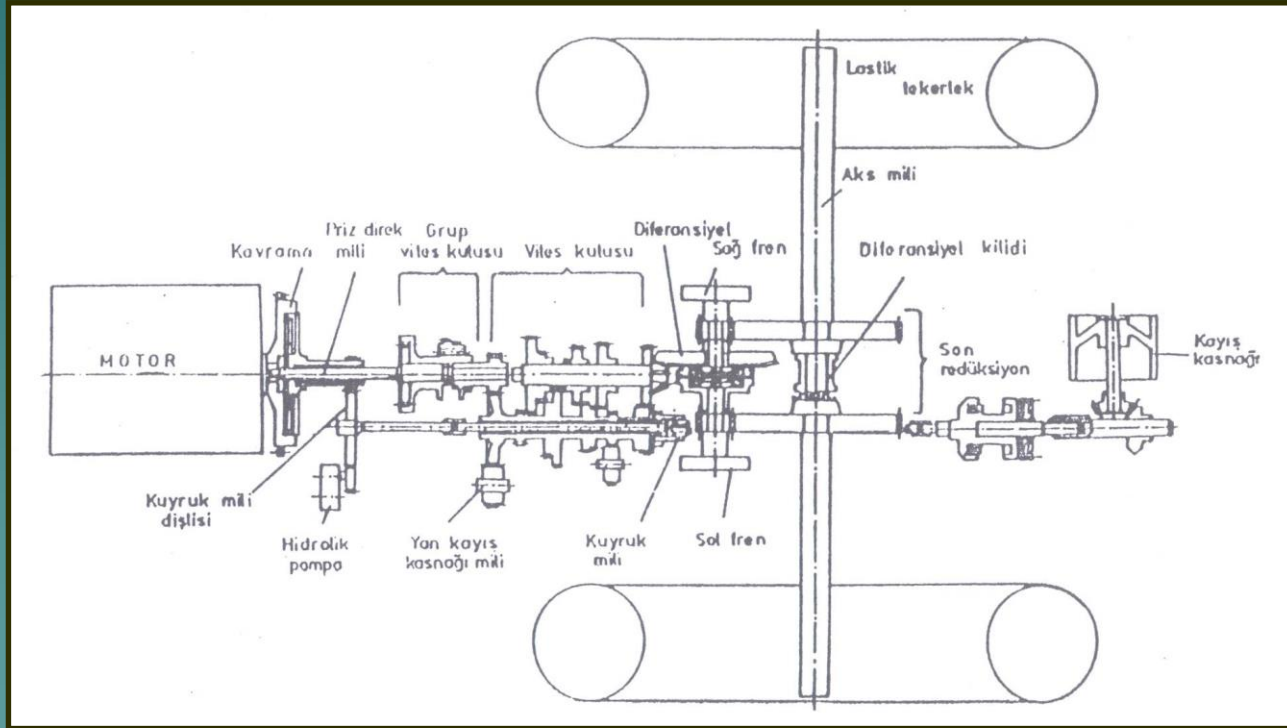
- ◆ TRAKTÖRLERİN ANA YAPI ELEMANLARI
- ◆ Motor
- ◆ Kavrama.
- ◆ Aktarma organları: Vites kutusu, diferansiyel, son redüksiyon

Prof. Dr. Ayten ONURBAŞ AVCIOĞLU
e-mail: onurbas@agri.ankara.edu.tr
Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü
2017

8. TRAKTÖRLERİN ANA YAPI ELEMANLARI

Traktörlerin ana yapı elemanları; motor, kavrama, aktarma organları, yürüme organları, dümenleme organları, fren donanımı, alet bağlantı elemanları ve güç çıkış organlarıdır (Şekil 8.1).

Şekil 8.1. Traktörün başlıca organları



8.1. Motor

- ◆ Motor, traktörün güç kaynağı olduğu için en önemli elemanıdır. **Motorun bir çok özelliği, traktörün verimli, uygun ve kaliteli iş yapmasını etkiler.** Örneğin, özgül yakıt tüketimi yüksek bir motora sahip traktörle yapılan işler daha pahalı olmaktadır.
- ◆ Traktörlerde iki zamanlı, dört zamanlı, içten patlamalı ve içten yanmalı motorların tüm tiplerine rastlanmakta ise de, en fazla **dört zamanlı içten yanmalı motorlar kullanılmaktadır.**
- ◆ **Bir dingilli traktörlerde genellikle iki ve dört zamanlı içten patlamalı motorlar** kullanılmakta, standart tarla traktörlerinde ve büyük tırtıllı traktörlerde ise dört zamanlı içten yanmalı motorlar kullanılmaktadır.



Motorlar ve Traktörler Dersi
Prof. Dr. Ayten Onurbaş
Avcioğlu

Traktör motorunun gövdeye (aktarma organlarına) bağlanmasında monoblok sistem çok yaygın olarak uygulanmaktadır. Motoru gövdeye bağlayan flanşlarda bir normlaştırmaya gidilmiş bulunmaktadır.

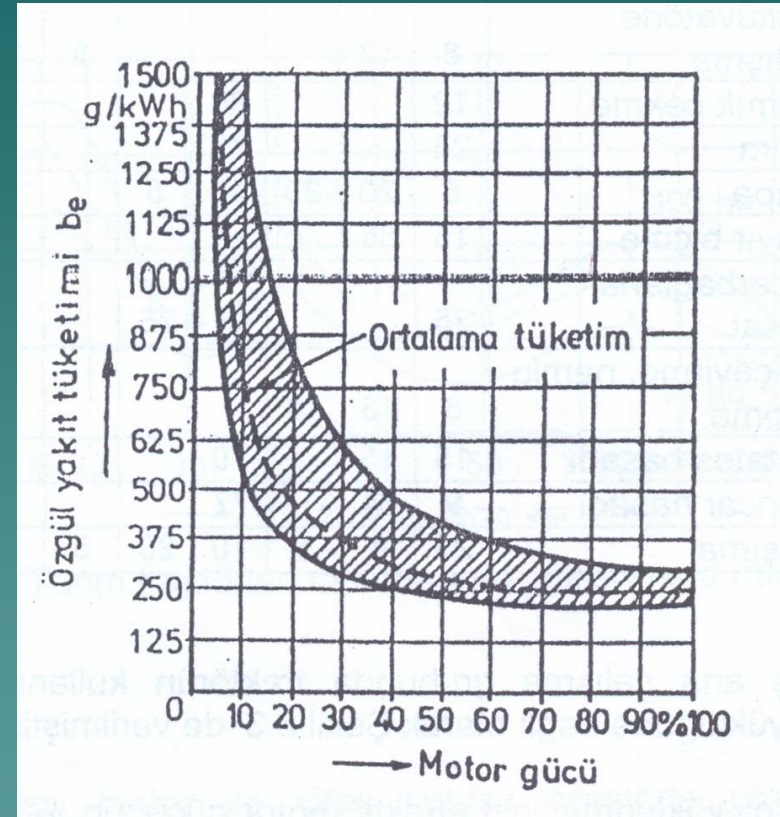
Traktör motorlarında;

1. **Yakıt tüketiminin azaltılması,**
 2. birim silindir hacmine düşen **gücün artırılması** ve
 3. traktör **özellik ağırlığının** (birim güce düşen ağırlığın) **azaltılabilmesi** için yapılan çalışmalar,
- ◆ **traktör motor devir sayılarının ve silindir sayılarının** artarak **motor ağırlığının azalmasını sağlamıştır.**
 - ◆ Kuyruk mili devir sayısının standart olması nedeniyle de, traktör motor devir sayıları ve buna bağlı olarak da motor yapıları arasındaki **farklılık fazla değildir.**

- ◆ Tüm konstrüktif çalışmalar,
 - ◆ -hafif fakat sağlam bir yapı ile
 - ◆ -her an işletmeye hazır olan,
 - ◆ -işletme emniyeti bulunan,
 - ◆ -uzun ömürlü ve
 - ◆ -işletme masrafları az
- olan **motorun geliştirilmesi** için olmaktadır.
- ◆ -Kullanılacak **yakıt ve yağın** kolay bulunur ve ucuz olması da önemli konulardandır.

Şekil 8.2. Dört zamanlı içten yanmalı traktör motorlarında, sabit motor devrinde, motor yüklenmesine bağlı yakıt tüketiminin değişimi.

- ◆ Çok yönlü tarımsal faaliyetlerde **değişik motor güçlerine** gerek duyulması nedeniyle, genellikle, tarım traktörleri değişik oranlardaki düşük güçlerde çalışırlar. Motor devir sayısı ve gücün ayarlanması, gaz kontrol kolu ya da regülatörlerle sağlanmaktadır. Sabit motor devrinde, motor yüklenmesine bağlı, özgül yakıt tüketimi Şekil 8.2' de verilmiştir. Görüldüğü gibi motor yüklenmesi % 100' e doğru arttıkça, özgül yakıt tüketimi azalmaktadır.

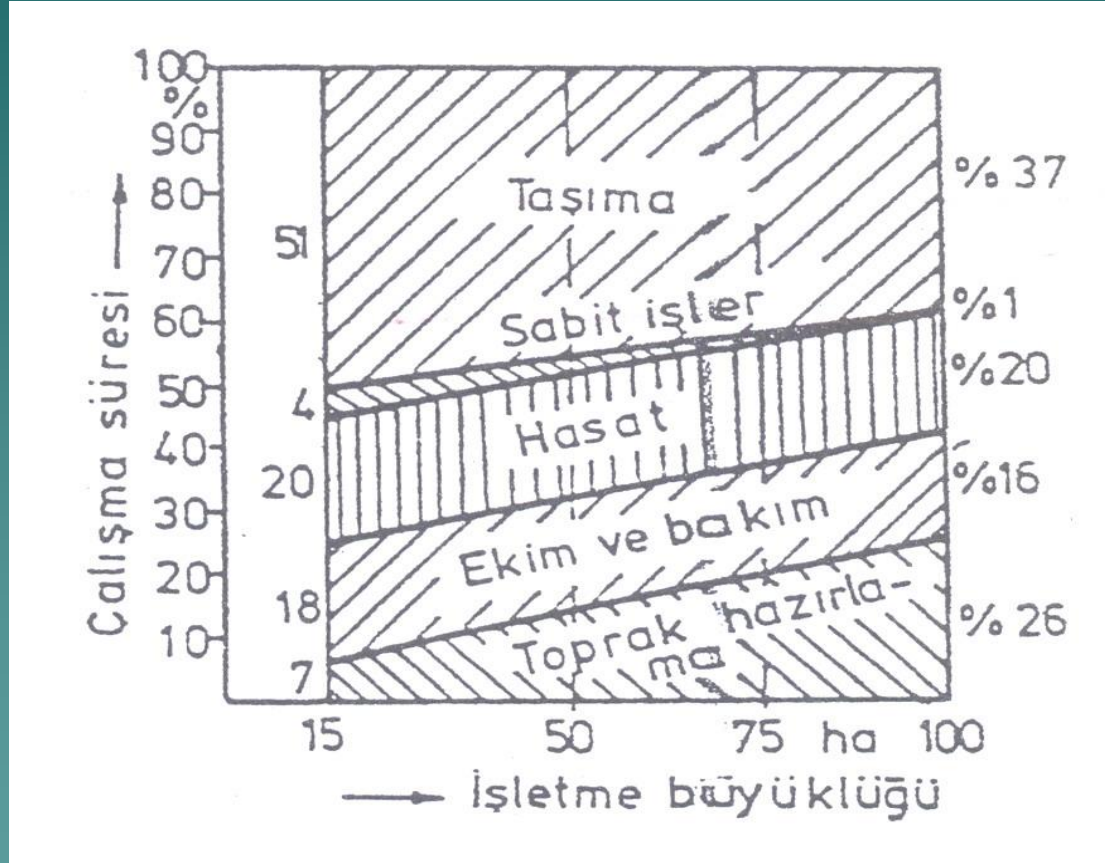


Çizelge 8.1. Traktör motor yüklenişinin çalışma zamanı ve çalışma tipine bağlı değişimi.

Effektif motor gücünün % si olarak gerekli güç		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Yapılan işteki toplam çalışma zamanının % si olarak yüklenme süresi	Kesek kırma	8			11	70	11				
	Pullukla sürüm	8	12				5	15	40	15	5
	Kültüvatörle çalışma	8	12				5	15	40	15	5
	Tırmık çekme	12			88						
	Ekim	25			75						
	Çapa	5	20	30	40	5					
	Çayır biçme	15	85								
	Biçerbağlarla hasat	25				75					
	Ot çevirme, namlu yapma	6	46	48							
	Patates hasadı	15	15		70						
	Pancar hasadı	9	14		77						
Taşıma	25	8	5	10	20	5	5	10	7	5	

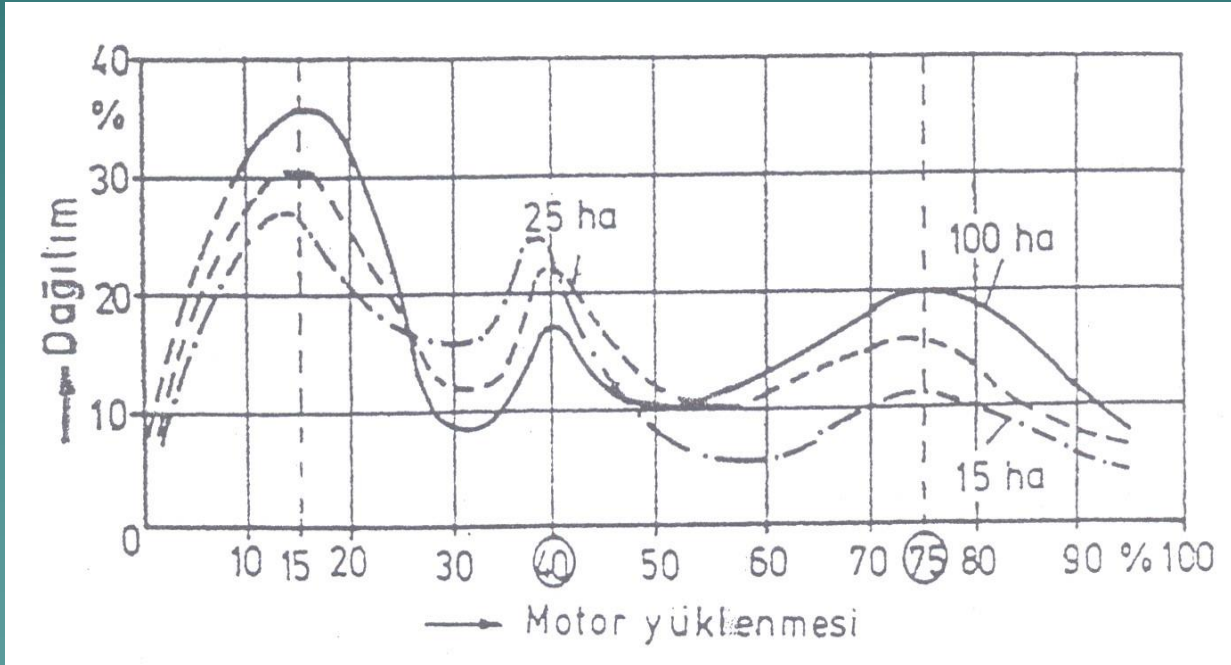
Beş ana çalışma grubunda traktörün kullanılma süreleri ise işletme büyüklüğüne bağlı olarak Şekil 8.3' de verilmiştir.

Şekil 8.3. İşletme büyüklüğüne bağlı olarak traktörün çeşitli işlerdeki çalışma süresi (% olarak).



Motor yüklenmesinin efektif motor gücünün % si olarak dağılımı ise Şekil 8.4' de verilmiştir. Şekilden görüleceği gibi, işletme büyüklüğüne bağlı olmaksızın, motor yüklenmesi en fazla % 15, % 40 ve % 75 değerlerinde olmaktadır. Lastik tekerlekli bir traktörün ortalama motor yüklenişinin % 40 civarında olduğu söylenebilir.

Şekil 8.4. Tarım traktörleri motorlarının yüklenme durumları.

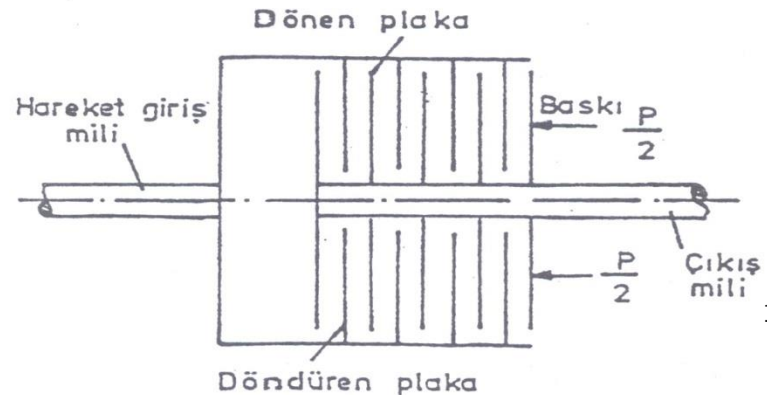
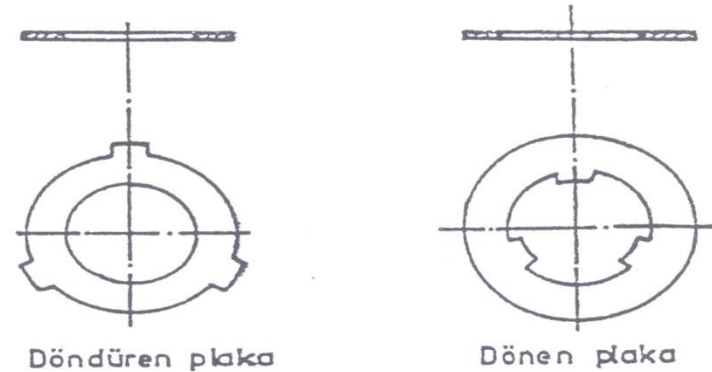
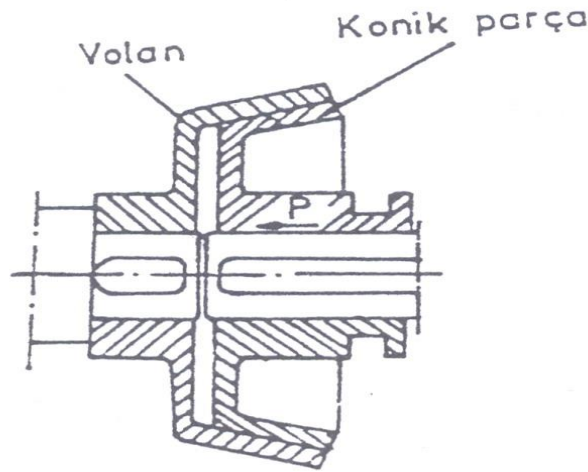


[8.2. Kavrama]

- Kavramalar, motor ile vites kutusu arasında **çözülebilir bir bağlantı** sağlamaktadır. Kavrama pedalına (debriyaj pedalına) basıldığında motor ile vites kutusu arasındaki bağlantı çözülmekte, yani motordan aktarma organlarına güç iletimi olmamaktadır. Bu sırada vites değiştirme sağlanmaktadır.
- Kavramanın görevi şu şekilde özetlenebilir:
- **İlk hareket** sırasında motorun hareketini tekerleklerle ileterek taşıtın sarsıntısız olarak harekete geçişini sağlamak.
- Traktör **hareket halinde iken vites değiştirmek** için motordan vites kutusuna hareket iletimini geçici olarak kesmek.
- Gerekli hallerde **motorla güç aktarma organlarının bağlantısını kesmek**. Fren, iş mak. tıkanıklık
- Tarım traktörlerinde genellikle **mekanik ve hidrolik kavramalar** kullanılmaktadır.

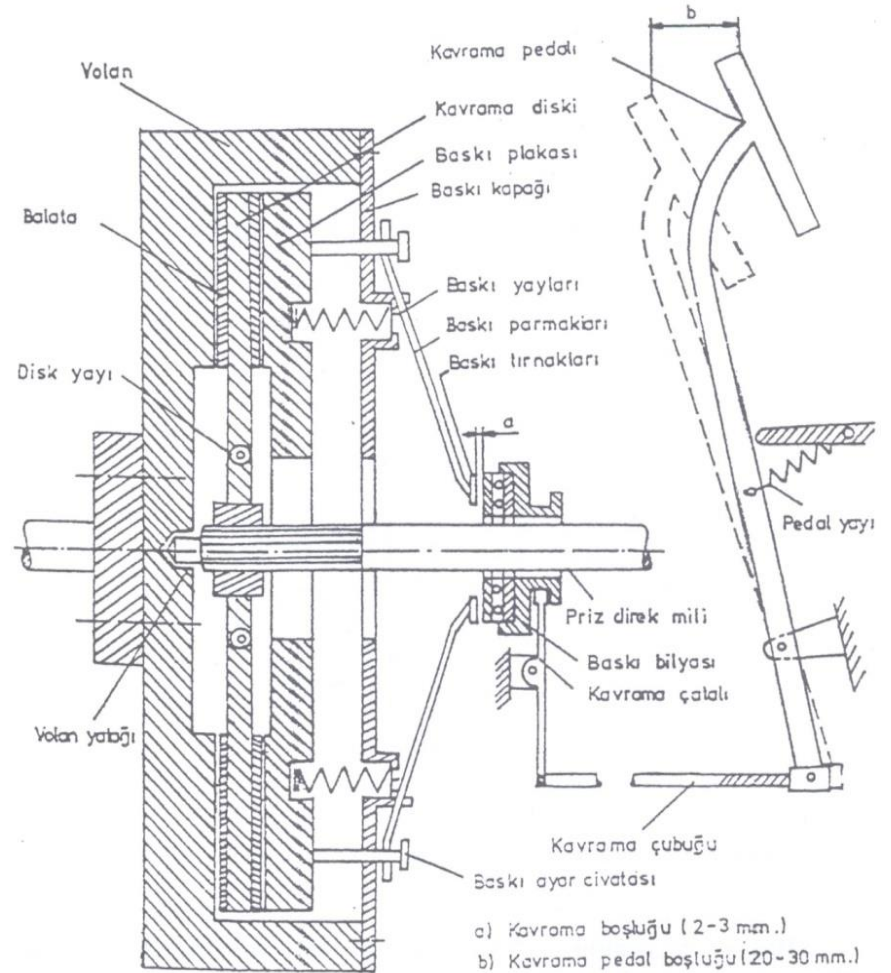
8.2.1. Mekanik kavramalar

Mekanik kavramalarda esas, dönme momentinin sürtünme yoluyla iletilmesidir. Bu kavramaların gelişmesinde, **konik kavramalar** (Şekil 8.5), **çok plakalı metal kavramalar** (Şekil 8.6) aşamasından geçerek **tek veya çok diskli balatalı kavramalara** gelinmiştir. Konik kavramalarda ve çok plakalı metal kavramalarda metal, metale karşı çalıştığı için aşınma yüksek olmakta ve sürtünme katsayısının küçük olması güç iletimini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, ana kavrama olarak günümüzde kullanılmazlar.



Şekil 8.7. Tek diskli bir kavramanın şematik yapısı

Günümüz traktörlerinde çokça kullanılan balatalı kavramalarda prensip; iki metal yüzey arasında, her iki yüzüne sürtünmeyi artırmak için balata çakılmış bir diskin, sıkıştırılarak moment iletimine dayanmaktadır. Metal yüzeylerden birisi motor volanın, diğeri ise baskı plakasının iç yüzeyidir. Volan ve baskı plakası birbirine civata ile rijit olarak bağlı olduğundan birlikte dönmektedirler. Aralarında duran debriyaj diski, ortasından priz-direk mili (vites kutusu giriş mili) ile çok kamalı bir göbekte irtibattadır. Kavramanın ayırma ve kavrama durumları, volan ile baskı plakası arasındaki uzaklığın değiştirilmesiyle sağlanmaktadır. Motor volanı, bu amaçla yatay yönde hareket edemeyeceğine göre, baskı plakasının hareketiyle disk üzerine yapılan basınç azaltılmakta, ya da tamamen kaldırılmaktadır



Kavramanın ayırma ve kavrama durumları, volan ile baskı plakası arasındaki uzaklığın değiştirilmesiyle sağlanmaktadır. Motor volanı, bu amaçla yatay yönde hareket edemeyeceğine göre, baskı plakasının hareketiyle disk üzerine yapılan basınç azaltılmakta, ya da tamamen kaldırılmaktadır Baskı plakasının disk üzerine basması baskı yaylarıyla sağlanmaktadır. Baskı yayları, çevrede dizilmiş durumda ve çok sayıda olabileceği gibi, merkezde bir adet de olabilir. Merkezde bulunan yay helezon, ya da disk (diyafram) şeklinde olabilir.

Tek plakalı bir kavrama genel olarak üç parçadan oluşmaktadır. Baskı kapağı (debriyaj kapağı), baskı plakası ve baskı parmakları, kavrama plakası (kavrama diski).

Baskı kapağı pik döküm, temper döküm ya da hafif yapı için sacdan yapılmaktadır. Baskı yayları için kapak üzerinde yuvalar bulunmakta ve civata ile volana bağlanmaktadır. Baskı parmakları da kapak üzerine yataklandırılmıştır. Baskı plakası genellikle pik döküm olarak imal edilmektedir.

Kavrama plakası, bir disk üzerine perçin ile çakılmış balatalardan oluşmaktadır. Diskin göbeği çok kamalı bir yapıdadır. Göbek ile disk, rijit (perçinle) ya da esnek bir kavrama için yaylı bir şekilde bağlanmış olabilmektedir

Şekil 8.8' de verilen kavrama diski üzerindeki balatalarla, baskı arasındaki sürtünme katsayısı $\mu = 0,2...0,3$ olmaktadır. Çalışma sıcaklığı ve ortamdaki yağ, katsayıyı etkilemektedir. Baskı plakası tarafından sağlanan **basınç 20...30 N/cm²** arasında değişmektedir. Kavramayı sağlayan disk ile baskı arasındaki maksimum **hız 20 m/s**' kadardır. Yani, kavrama başlangıcında, baskı plakası en dış noktasının hızı 20 m/s yi aşmamalıdır. Bu nedendir ki, kavrama başlangıcında motor düşük devirde çalıştırılır. Kavrama olduktan sonra hız yükseltilir. Yine bu nedenle, yüksek devirli motorlarda kavrama dış çapı fazla büyütülmez

Kavramanın ayırmasını sağlamak için, baskı parmaklarına basarak bunların, baskı plakasının diske yaptığı basıncı kaldırmalarını sağlamak gerekmektedir. Bu amaçla, sürücü pedala bastığında, manivela kolları aracılığıyla baskı bilyasını ileri doğru iterek baskı tırnaklarına sürtmesini sağlamaktadır. Baskı parmakları da, baskı yaylarını sıkıştırarak, plakayı geriye doğru çekince, kavrama ayırmaktadır.

Örnek : Maksimum sürtünme çevre hızı 18 m/s olan bir kavramada, kavramaya 1000 d/d' da başlanılıyor ise, diskin en büyük çapı kaç mm olmalıdır?

Çözüm :

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60}$$

$$D = \frac{v \cdot 60}{\pi \cdot n} = \frac{18 \cdot 60}{3,14 \cdot 1000} = 0,344 \text{ m}$$

$$D = 344 \text{ mm}$$

8.2.2. Mekanik kavramada temel hesaplar

Kavrama hesapları yapılırken, traktörün atalet kuvvetlerinin yaratacağı ek momentler de göz önüne alınarak, **motor momentinin 1,75...2 katı** esas alınır.

Kavramanın gereğinden küçük çaplı olması yeterli iletimi sağlayamayarak kısa sürede balata ve baskının aşınmasına neden olur. Gereğinden büyük diskler ise, esnek bir kavrama yerine daha sıkı bir kavrama ile aktarma organlarının aşırı yüklenmesine neden olurlar.

Kavrama diski balatalarının oluşturduğu dairenin orta (nötr) çemberinde etkili olan çevre kuvveti;

$$P_u = \frac{M_k}{R_s} \quad (8.1)$$

$$R_s = \frac{2}{3} \left(\frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2} \right) \quad (8.2)$$

P_u : Orta çemberde (nötr çemberde) etkili çevre kuvveti (N),

M_k : Kavrama dönme momenti (motor dönme momentinin 1,75...2 katı) (Ncm),

R_s : Orta çember yarıçapı (cm)

R : Balataların dış çemberleri yarıçapı (cm),

r : Balataların iç çemberleri yarıçapı (cm) dir

Pratikte r/R oranı **0,6...0,7** arasında alınmaktadır.



P_u çevre kuvvetinin taşınabilmesi için kavrama yay veya yaylarının sağlayacağı toplam kuvvet;

$$P_F = p \cdot F = \frac{P_u}{\mu (n + 1)} \quad (8.3)$$

P_F : Kavrama yaylarının sağladığı toplam kuvvet (N),

p : Balatalara gelen yüzey basıncı (N/cm²),

F : Balataların toplam yüzey alanı (cm²),

P_u : Nötr (orta) çemberde etkili çevre kuvveti (N),

μ : Sürtünme katsayısı,

n : Disk sayısı ya da plaka sayısıdır.

Sürtünme katsayısı μ , yapım malzemelerine ve yağlı ya da yağsız ortamda çalışmaya bağlı olarak değişmektedir. Hesaplamalarda **0,25** olarak alınabilir. Kesin hesaplar için kavrama balatası üreten firmaların verdiği değerlerden yararlanılır.

Balata yüzey alanı $F = \pi (R^2 - r^2)$ bağıntısıyla bulunur

Balata yüzey basıncı (p), $r/R = 0,6...0,7$ oranı da göz önüne alınarak **20...30 N/cm²** arasında seçilir

$$P_u = p \cdot F \cdot \mu (n + 1) = p \cdot \pi (R^2 - r^2) \mu (n + 1) \quad (8.4)$$

$$M_k = P_u \cdot R_s = \frac{2}{3} \cdot \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2} \cdot p \cdot \pi (R^2 - r^2) \mu (n + 1)$$

yazılabilir. Buradaki kısaltmalar yapılırsa,

$$M_k = \frac{2}{3} (R^3 - r^3) p \cdot \pi (n + 1) \mu \quad (Ncm) \quad (8.5)$$

sonucuna varılır.

$r = 0,65 R$ alarak 8.5 nolu bağıntıda yerine konulursa,

$$R = \left[\frac{3 M_k}{1,450 \cdot p \cdot \pi (n + 1) \mu} \right]^{1/3} (cm) \quad (8.6)$$



.



Debriyaj balataları dış çapından, balata iç çapı ve kavrama yaylarının sağladığı toplam kuvvet aşağıdaki bağıntılarla hesaplanır :

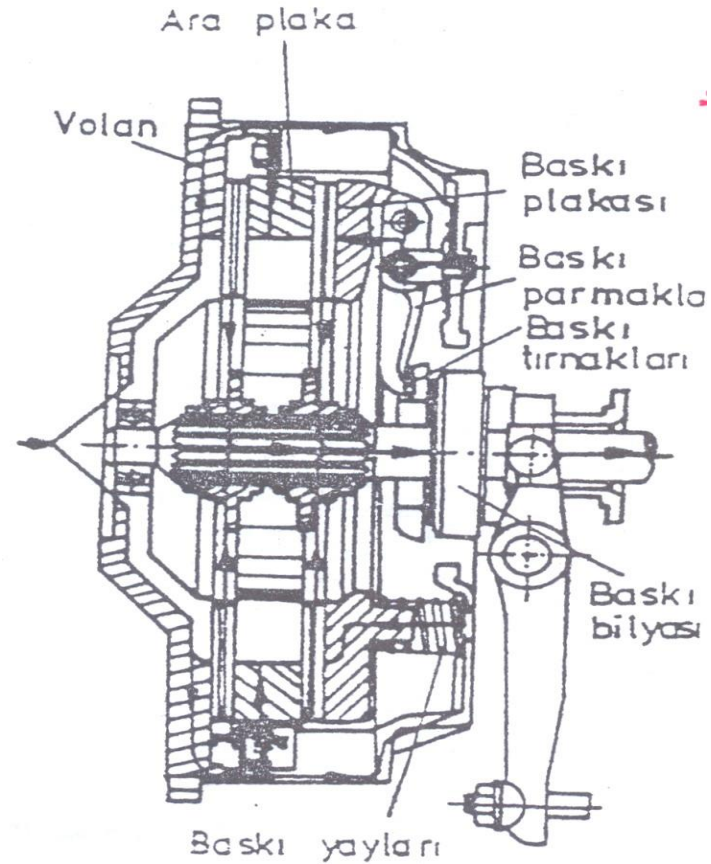
$$r = 0,65 R \quad (8.7)$$

$$P_F = p \cdot \pi (R^2 - r^2) \quad (8.8)$$

Baskı yayları öyle boyutlandırılmalı ki; kavrama balataları % 50 aşındığında, yaylar hesaplanan gerekli kuvvetin % 75' ini hala sağlamalıdır.

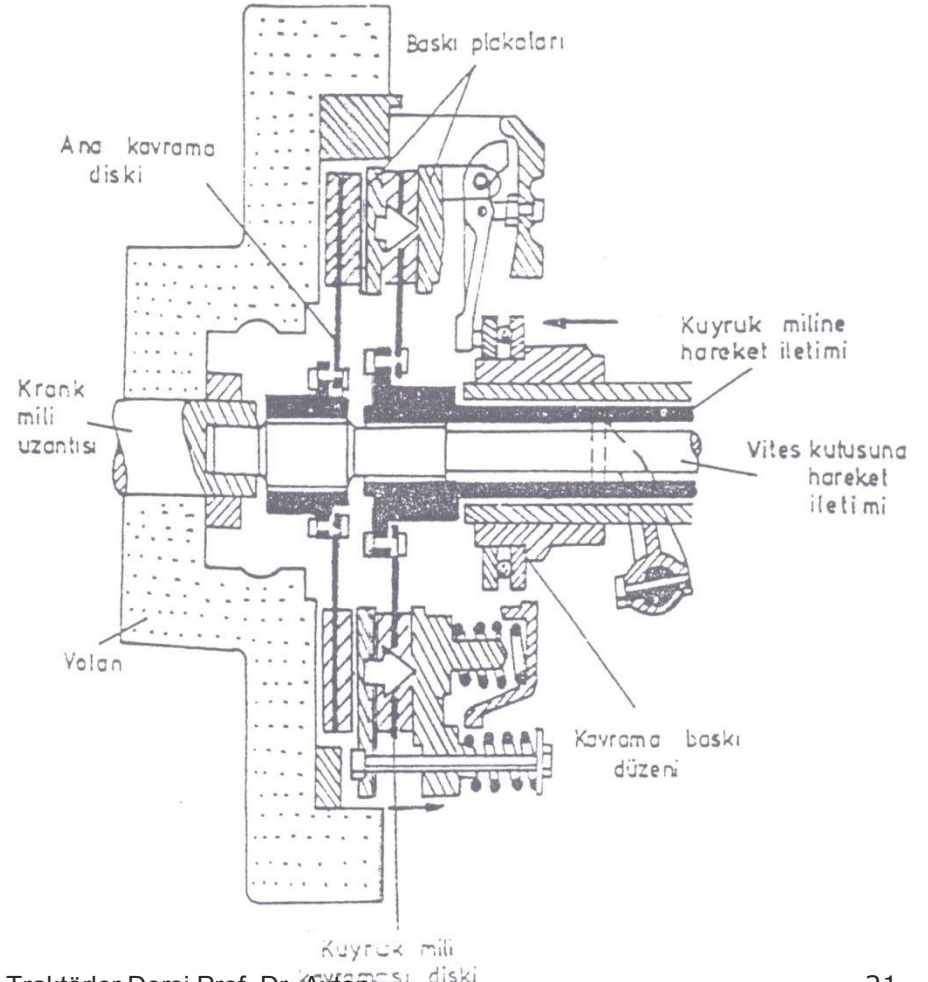
8.2.3. Çift diskli mekanik kavrama

Yukarıda yapılan hesaplamalardan anlaşılacağı gibi, kavramanın taşıyabileceği dönme momenti M_k , kavramadaki disk sayısı ve disk çapıyla orantılı artmaktadır. Disk çapını sınırlayan en önemli faktörün kavrama anındaki çevre hızı olduğu bilinmektedir. Bu durumda yüksek değerlerdeki dönme momentleri iletileceği zaman kavramada birden fazla disk bulunabilir. Büyük traktörlerde çift diskli kuru balatalı kavramalara zaman zaman rastlanmaktadır (Şekil 8.9).

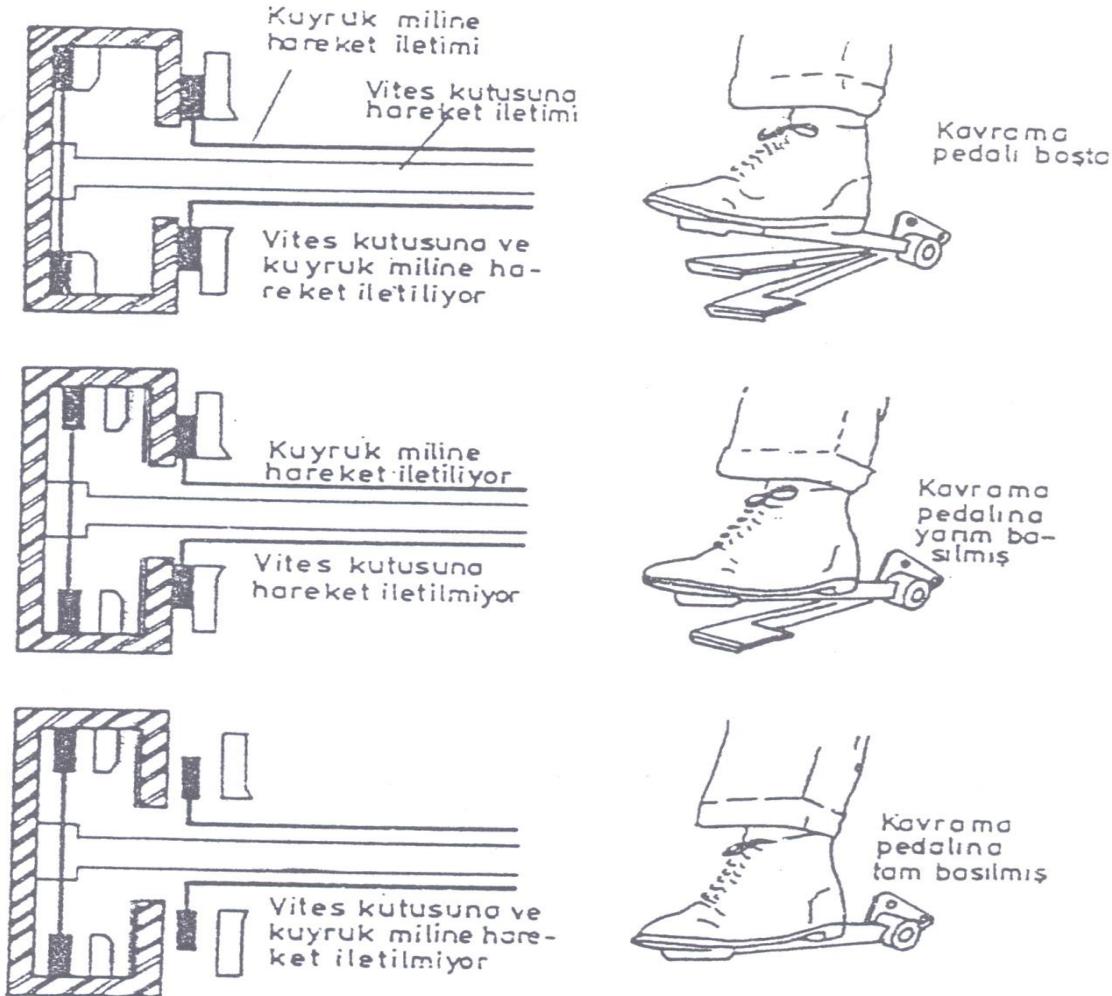


8.2.4. Çift etkili (iki kademeli) mekanik kavrama

Tarım traktörlerinde kuyruk mili traktörün değişik yerlerinden çeşitli şekillerde hareket alabilir. Kuyruk milinin direkt olarak motordan hareket alması durumunda, motorun ana kavramasına ikinci bir disk yerleştirilerek, buradan kuyruk miline hareket alınabilmektedir (Şekil 8.10). Bu yapıda, her iki diske aynı pedal ile komuta edilmektedir. Pedala yarıya kadar basıldığında yürüme organlarının hareketi kesilmekte, sonuna kadar basıldığında kuyruk mili kavraması da ayırmaktadır (Şekil 8.11).

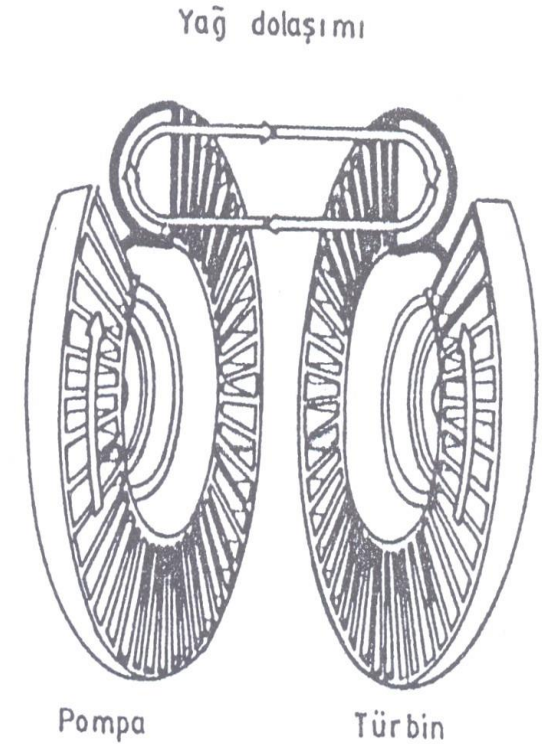
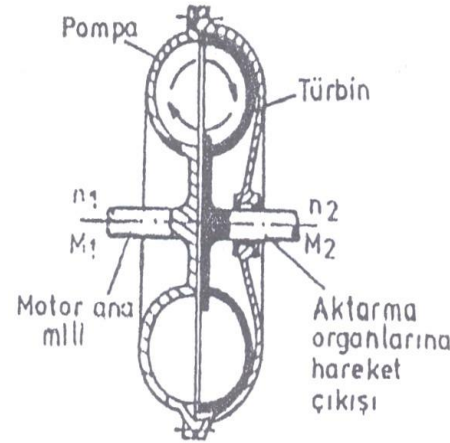


Şekil 8.11. Çift etkili kavramanın çalışma ilkesi.



8.2.5. Hidrolik kavramalar

Hidrolik kavramalar, **hidrodinamik ve hidrostatik** yapıda çok değişik şekillerde uygulanmaktadır. Tarım traktörlerinde yaygın olarak kullanılan hidrolik kavrama, **turbo-kavrama** adıyla da anılmakta olup hidrodinamik kavramalar grubundandır. Bu kavramada kapalı bir halka oluşturabilen iki adet fan vardır. Fanlardan birisi motor ana miline, diğeri ise vites kutusu giriş miline bağlı bulunmaktadır. Motor miline bağlı olana pompa, diğeri ise türbin denilmektedir (Şekil 8.12).



Motor miline ve aynı zamanda kavrama gövdesine bağlı olan fan döndükçe, kavrama içindeki sıvı (genellikle yağ) adeta bir pompa gibi pompalanmaktadır. Harekete geçen sıvı, karşı taraftaki türbin fanını döndürebilmektedir.



.

Kavramanın güç iletimi sırasında (yani pompa ve türbin dönerken), her iki mildeki momentler birbirine eşittir ($M_1 = M_2$). Buna karşın, devir sayıları birbirinden farklıdır. İki mil arasında mutlaka bir kayma vardır ve $n_1 > n_2$ ' dir.

Motor miline bağlı fanın geliştirdiği güç;

$$N_1 = \frac{M_1 \cdot n_1}{9550} \quad (\text{kW}) \quad (8.9)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir. Türbin fanının üzerine aldığı güç,

$$N_2 = \frac{M_2 \cdot n_2}{9550} \quad (\text{kW}) \quad (8.10)$$

kavramanın verimi

$$\eta = \frac{N_2}{N_1} = \frac{\frac{M_2 \cdot n_2}{9550}}{\frac{M_1 \cdot n_1}{9550}} = \frac{n_2}{n_1} \quad (8.11)$$

olarak elde edilir. Kavramanın etkili çapı D ise, iletilebilecek moment,

$$M_d = f_m \cdot n^2 \cdot D^5$$

(8.12)

bağıntısıyla hesaplanır. Kavramanın ileticeği güç ise;

$$N = \frac{M_d \cdot n}{9550} = \frac{f_m \cdot n^3 \cdot D^5}{9550} \quad (\text{kW}) \quad (8.13)$$

Örnek : Devir sayısı 2200 d/d iken 48 kW geliştiren bir tarım traktörü için, hidrolik kavrama etkin çapı en az ne kadar olmalıdır?

Çözüm :

$$N = \frac{f_m \cdot n^3 \cdot D^5}{9550}$$

eşitliğinde, $f_m = 0,015$ alarak, değerler yerlerine konulursa,

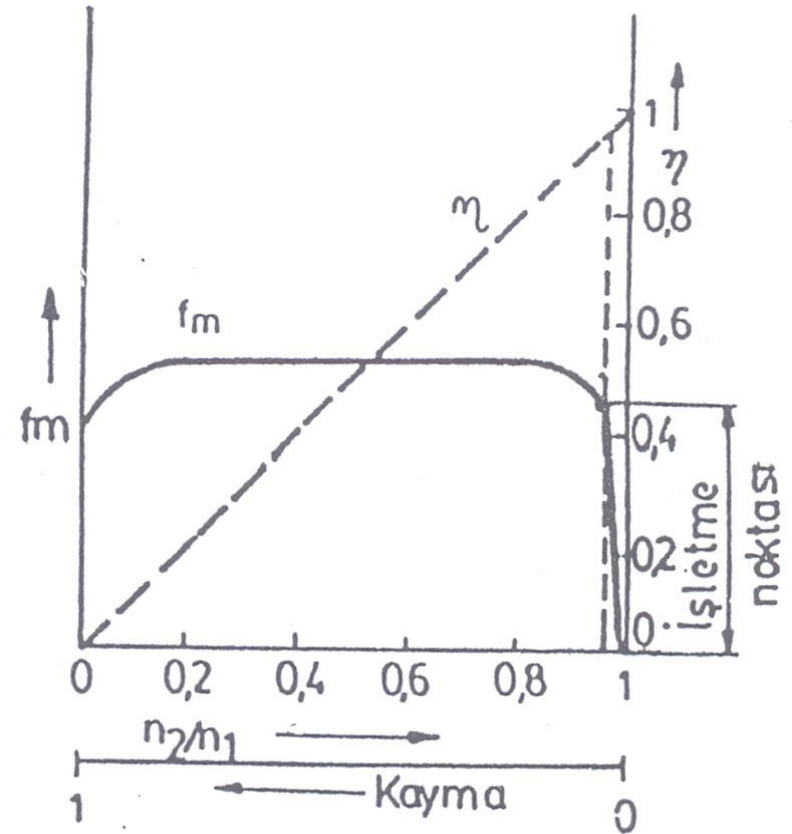
$$48 = \frac{0,015 \cdot (2200)^3 \cdot D^5}{9550}$$

$$D^5 = \frac{9550 \cdot 48}{0,015 (2200)^3} = 0,00287$$

$$D \cong 0,31 \text{ m}$$

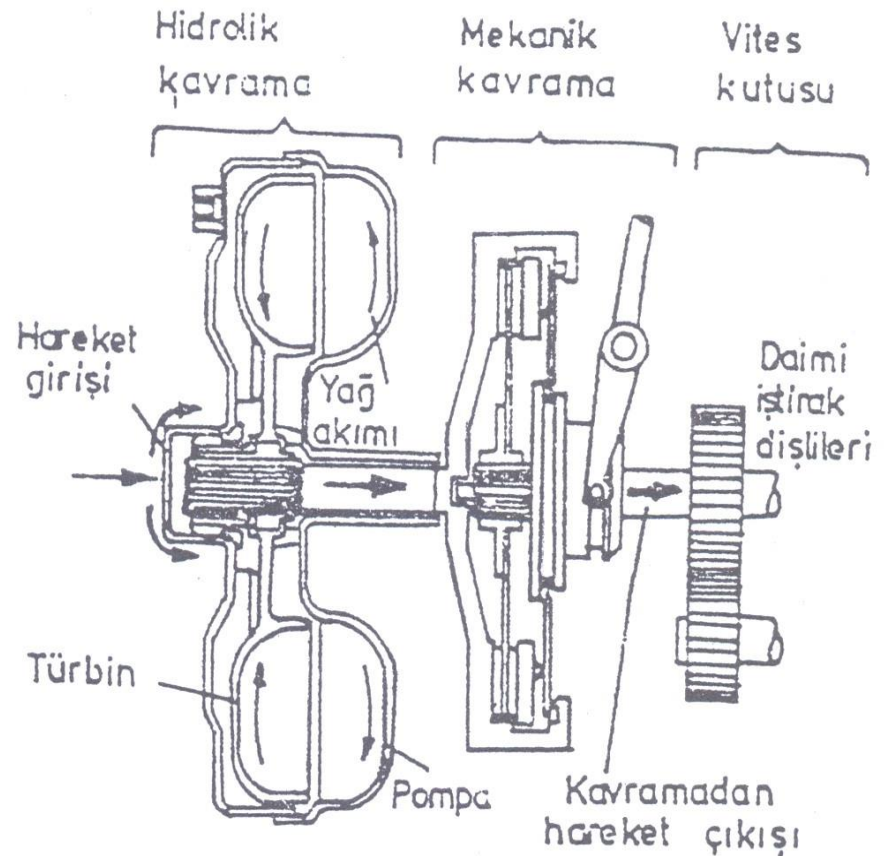
Şekil 8.13. Hidrolik kavramada devir sayısı, kayma, verim ve kavrama katsayısı değişimi

- Hidrolik kavramalarda kayma % 2...3 kadar olmaktadır. Yani kavrama verimi % 97...98 kadardır. Motor devri düştükçe kayma artarak % 100' e doğru gider, rölanti motor devrinde kayma % 100 olduğu için kavrama güç iletmez (Şekil 8.13).
- Motor devri arttıkça moment iletimi başlamakta ve motor işletme devrine ulaştığında, kayma en aza inerek, güç iletimi normal olarak sürmektedir. Kayıp güç, ısıya dönüşerek, kavrama gövdesi yoluyla havaya verilmektedir.
- **Bu kavrama yardımıyla, aşırı yükten motorun bayılarak stop etmesi ya da aşırı yüklenmesi önlenmektedir.**
- **Sürücünün yapacağı kullanma hataları aktarma organlarına iletilmez. Daima tatlı bir kavrama sağlanır.**
- **Kavrama, aynı zamanda pedal olmadan, yani otomatik görev yapmaktadır. Rölanti devrinde kavrama ayırmakta, yüksek devirlerde kavrama olmaktadır**



Şekil 8.14. Hidrolik kavramanın mekanik kavrama ile birlikte uygulanması

Hidrolik kavramaların tarım traktörlerine uygulanmasında, vites değiştirme işlemi için, mekanik kavramaya da gerek duyulmaktadır (Şekil 8.14). Bu durum, traktörün satış fiyatını artırarak sakıncalı olmaktadır. Pahalı olan bu yapıyı, bazı firmalar, orta ve büyük güçlü traktörlerine uygulamaktadır.

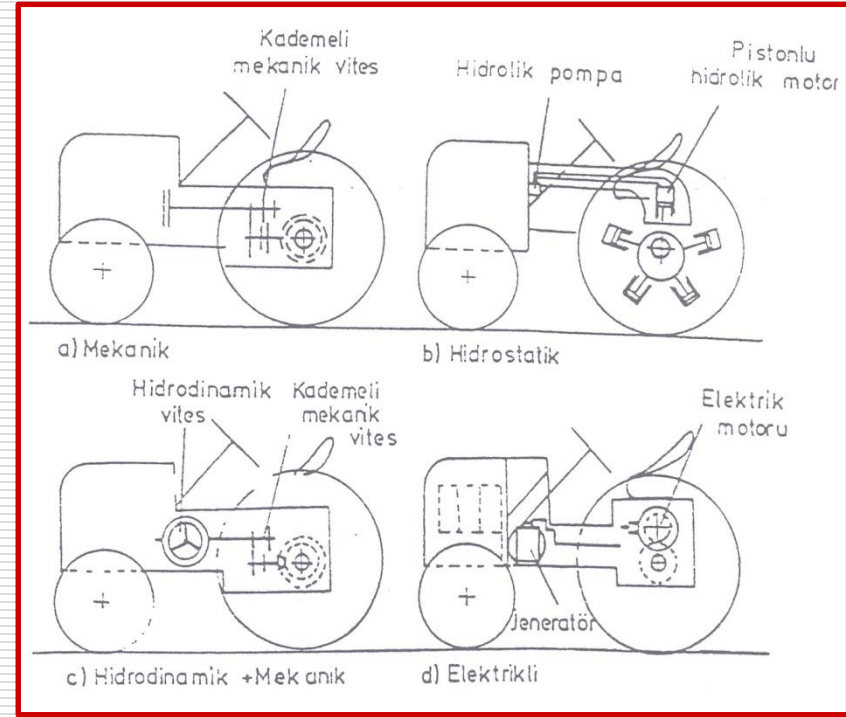


8.3. Aktarma Organları traktörün motoru kadar önem taşımaktadır. Traktörün, çeşitli tarımsal işlere uyabilecek üniversal yapısında en fazla bunların etkinliği vardır

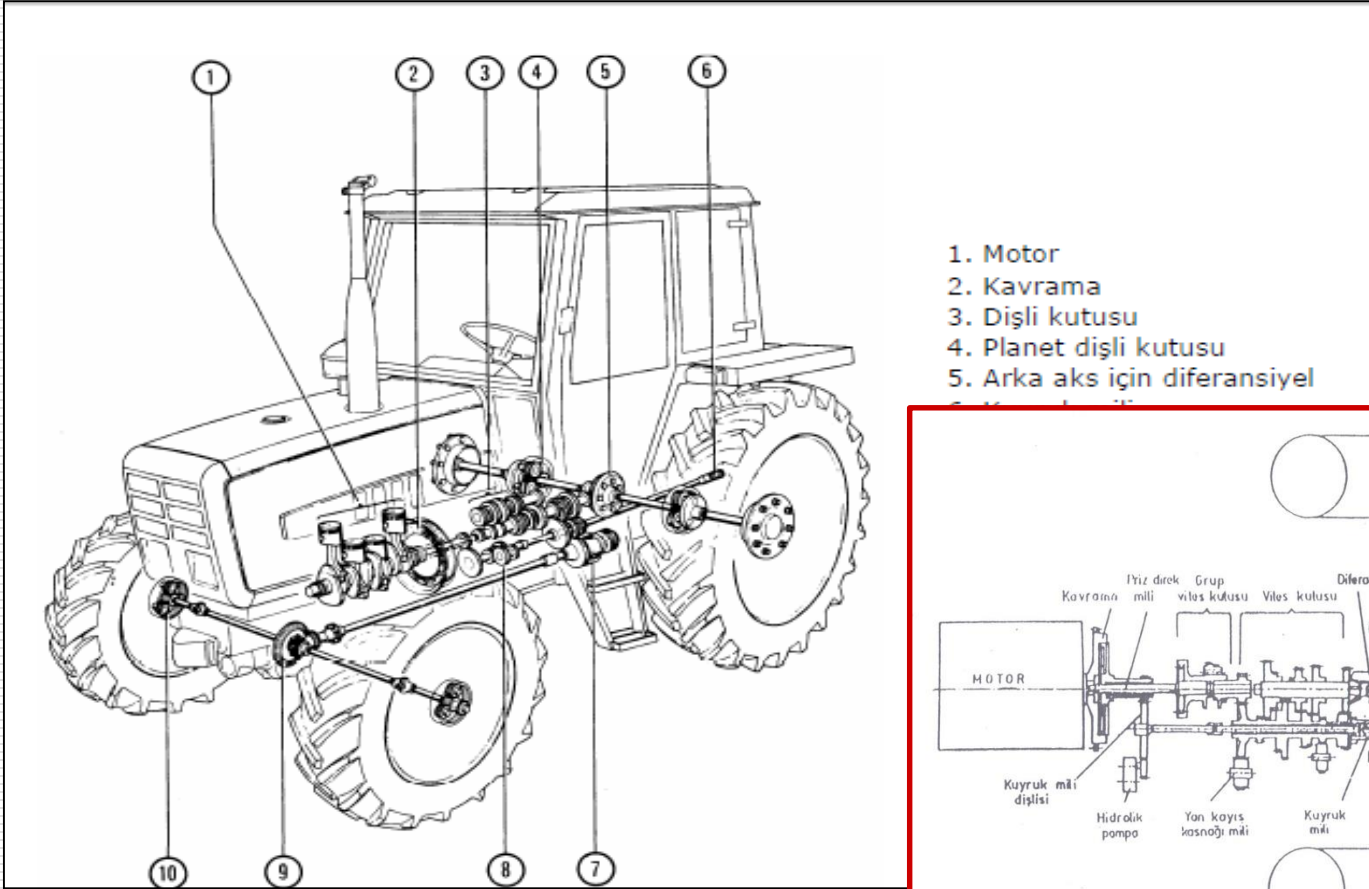
Devir sayısı sınırlı olan traktör motorlarından elde olunan gücün, yürüme organlarına aktarılması için dört temel düzenlemeden yararlanılmaktadır (Şekil 8.15). Bu güç iletme düzenleri,

- Mekanik,
- Hidrostatik,
- Hidrodinamik + mekanik,
- Elektrikli.

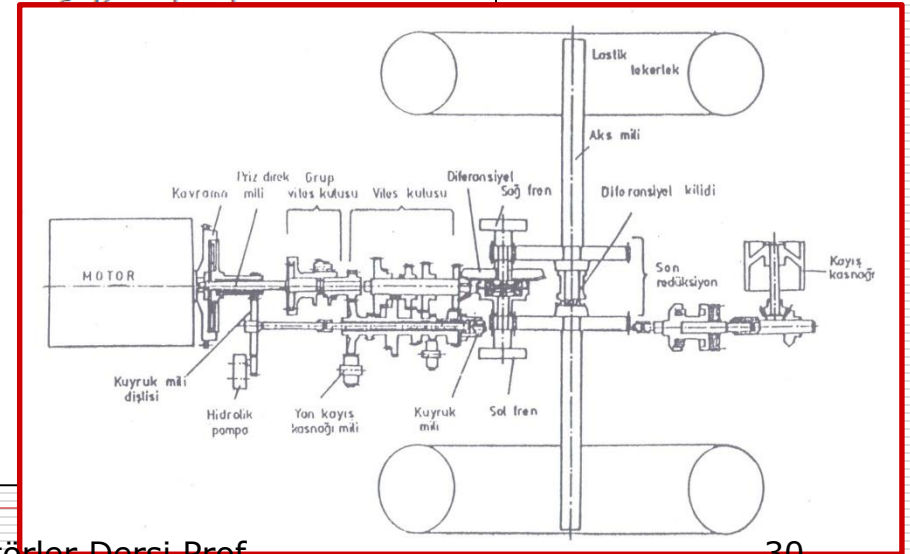
yapıda olabilmektedir. Günümüze kadar, hemen tüm tarım traktörlerinde aktarma organları, esas itibariyle **mekanik yapılı** olarak imal edilmektedir. Gelecekte, hidrolik ve elektrikli sistemlerin bunların yerini alması beklenmektedir.



Aktarma organları, çalışma hızının değiştirilmesini sağlayan **vites kutusu**, transmisyon oranını artırmak için kullanılan **grup vites kutusu (ara şanzıman)**, dönüşleri sağlayan **diferansiyel ve son redüksiyondan** oluşmaktadır.



1. Motor
2. Kavrama
3. Dişli kutusu
4. Planet dişli kutusu
5. Arka aks için diferansiyel



8.3.1. Vites kutusu Tarım traktörlerinde, en önemli sorunların başında, motor devrinin yürüme organlarına aktarılmasında **devrin oldukça düşürülerek dönme momentinin yükseltilmesi** gelmektedir.

Aktarma organları tümüyle bunu sağlamaktadır. Tarımsal işlerin özellikleri genellikle düşük hızları gerektirmektedir. Traktör, işletmenin en önemli güç kaynağı olduğu için, değişik işlerin tümünü yapabilecek hız gruplarına sahip olmalıdır. Modern traktörlerden 0,3 km/h den 30 km/h' e kadar hızlar istenmektedir. Bu rakamlardan anlaşılacağı gibi, 1. vites ile son vites arasında 100 katlık fark vardır. Bu derece geniş olan hız aralığında, mümkün olduğu kadar çok vites bulunmalıdır. Traktörlerin iki ya da üç gruptan oluşan vites kutuları aracılığıyla amaca ulaşmaya çalışılmaktadır. Bu açıdan bakıldığında en uygun traktör, kademesiz olarak tüm hızları verebilendir.

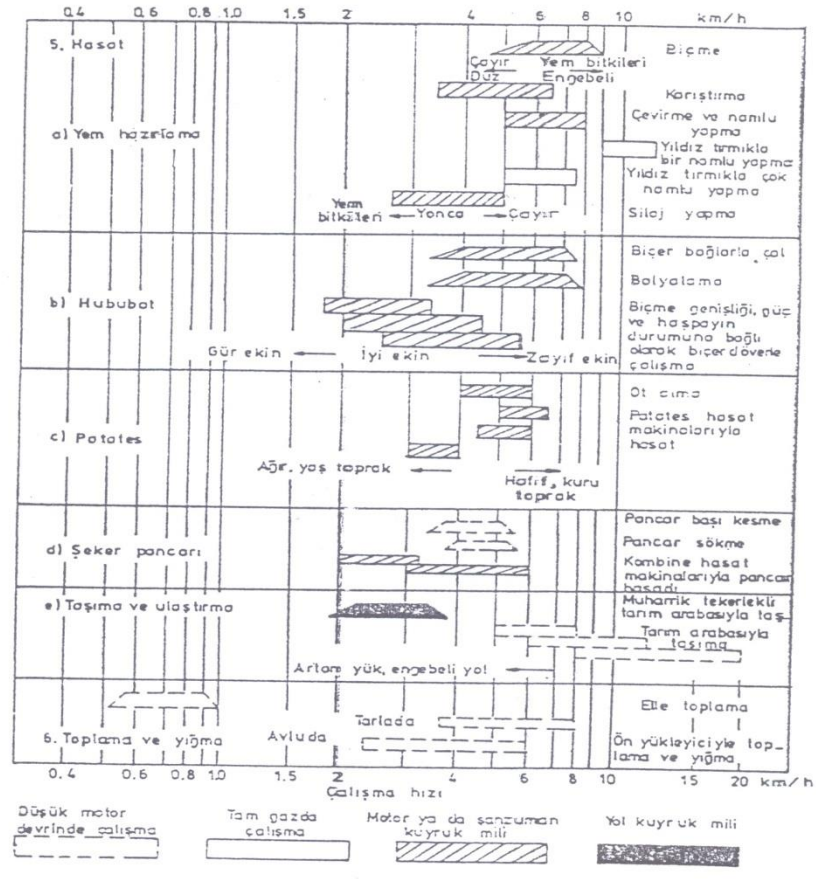
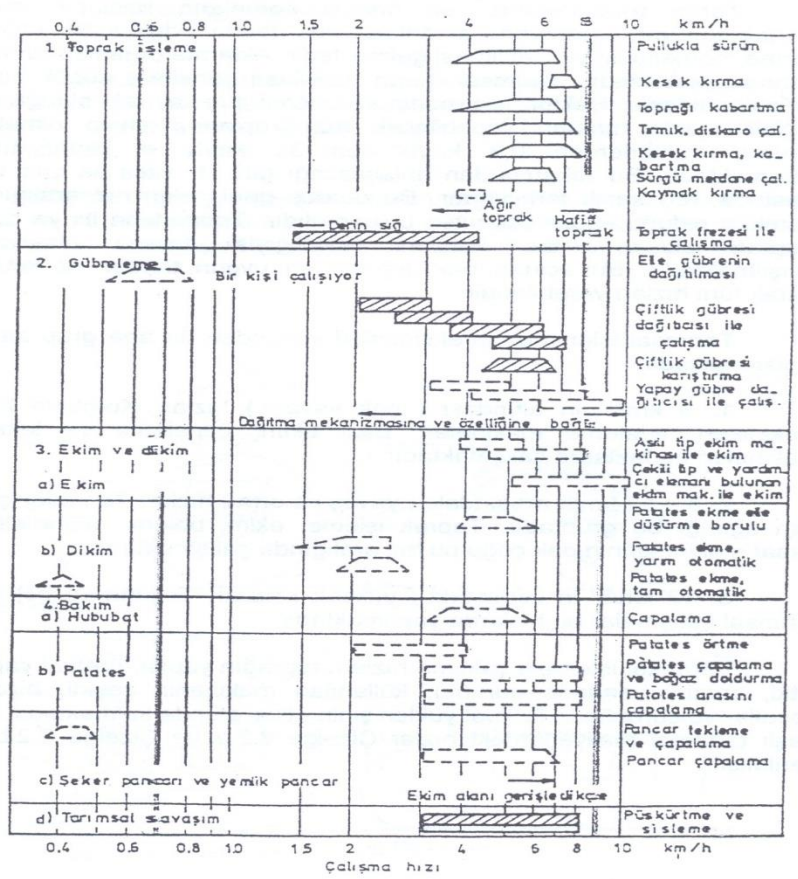
Motorda ölçülen 200 Nm'lik moment 100:1 transmisyon ile tekerlek aks milinde 20.000 Nm'ye dönüşmektedir. Bu sırada tekerlek aks mili devri 25 d/d'dır

Tarımsal işler, hız gereksinimleri yönünden üç ana grup altında toplanmaktadır.

- 1. 3 km/h' in altındaki (çok yavaş) hızlar:** Kombine hasat makineleri, fideleme makineleri, bazı ekim, çapalama ve tekleme makineleri bu hızlarda çalışmaktadır.
- 2. 3 – 12 km/h arasındaki (yavaş ve orta) hızlar:** Tarımsal işlerin tüm ağırlığı bu gruptadır. Toprak işleme, ekim, bakım, mücadele ve hasat makinelerinin pek çoğu bu hız aralığında çalışmaktadır.
- 3. 12 km/h' in üstündeki (yüksek) hızlar:** Taşıma ve çok hafif tarımsal çalışmalar bu hızlarda yapılmaktadır.

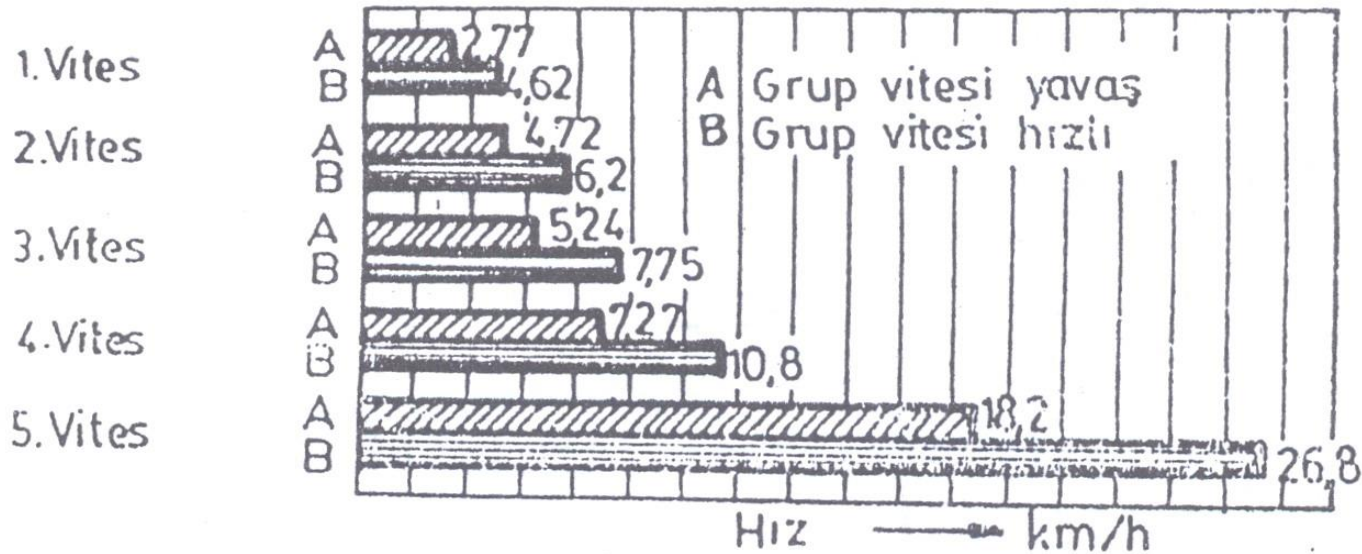
Tarımsal işlerdeki çalışma hızları, toprağın yapısı, üretimi yapılan bitki, arazinin engebe durumu, kullanılan makinenin çeşidi, biyolojik koşullar ve sürücünün fiziksel yüklenişinin etkisi altında kalmaktadır. Belli başlı tarımsal faaliyetlerdeki hızlar Çizelge 8.2.a ve Çizelge 8.2.b' de verilmiştir.

Çizelge 8.2.a. Tarımsal işlerdeki traktör hızları



Şekil 8.16. Grup vitesi ile hız değiştirme

Çizelgede belirtilen hız kademelerini sağlamak için vites sayısının artması gerekmektedir. Bu durum ise traktörün pahalılaşması demektir. Etkileyici bu iki faktör, traktör viteslerinin çokça 6 - 8 kademede olmasına neden olmuştur. Üç ya da dört ileri vitesine sahip vites kutusu önüne bir grup vites kutusu eklenerek vites sayısı iki katına çıkarılmış olmaktadır. Şekil 8.16' da 5 vitesine sahip bir vites kutusunun, grup vites kutusu ile 10 vites çıkarılarak elde olunan traktör hızları görülmektedir.



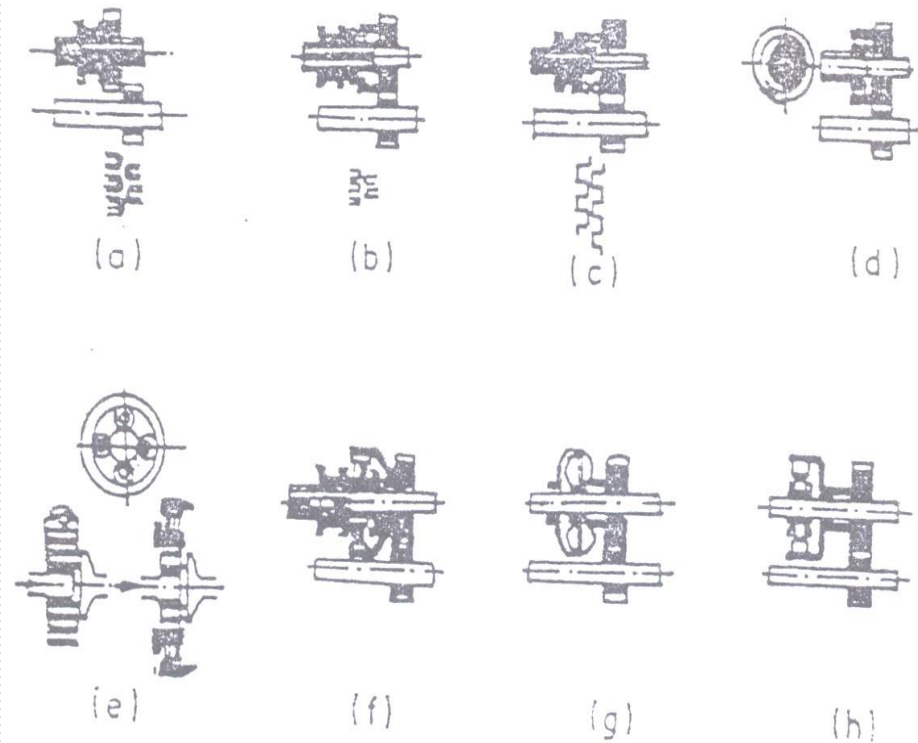
■

Çok düşük hızların elde edilmesinde, bazı çalışmalarda motor devrinin düşürülmesinden yararlanılabilmektedir.
Çeki gücünün hesaplanmasını sağlayan $N = P \cdot V$ bağıntısında, hız (V) ile güç (N) paralel bir şekilde düşmekte ve çeki kuvvetini veren $P = N/V$ bağıntısında V düştükçe P artmaktadır. Şu halde, hafif işlerde motor devrini düşürerek iş yapmak olanak dahilindedir. Ne var ki, traktöre bağlı iş makinesi kuyruk milinden hareket alıyor ise, traktör **540 d/d kuyruk mili** devrini verecek motor devrinin altına inemez. Bu gibi durumlarda vites sayısını artırmak gerekmektedir.

Vites kutularında, vites değiştirme işlemi çeşitli sistemlerle sağlanmaktadır. Bunları şu şekilde sıralayabiliriz (şekil 8.17) :

- A. Kayma dişli ile vites değiştirme,
- B. Ara parçalarla vites değiştirme,
- C. Kurt ağzı kavrama ile vites değiştirme,
- D. Tek yönlü kavrama ile vites değiştirme,
- E. Fren bandıyla vites değiştirme,
- F. Balatalı kavramayla vites değiştirme,
- G. Hidrolik kavramayla vites değiştirme,
- H. Manyetik kavramayla vites değiştirme

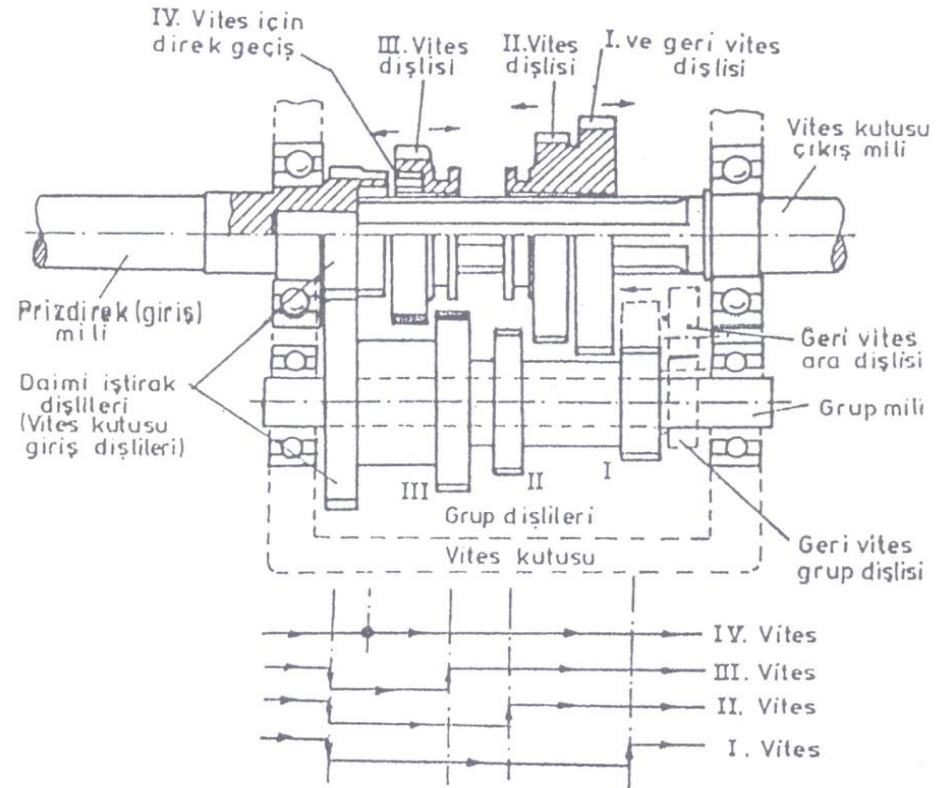
Hangi vites değiştirme sisteminin uygulanacağını fiyat ile taşıtın tipi belirlemektedir. Bunların yanında trafik emniyeti de önemli faktörlerden biridir. **Tarım traktörlerinde kayma dişli ile ve ara parçalarla vites değiştirme çok yaygın olarak uygulanmaktadır**. Diğer sistemleri ise, bazı firmalar son yıllarda özel amaçlar için kullanmaktadırlar.



8.3.1.1. Kayma dişli vites kutusu

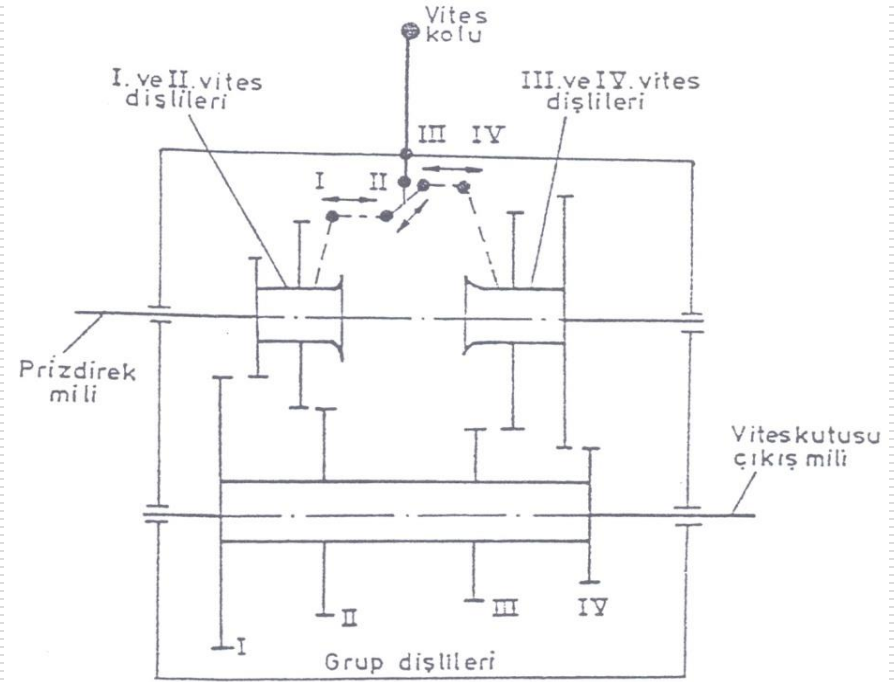
□ Tarım traktörlerinde çok eskiden beri uygulanan sistemdir. Bu sistemde genellikle 3 ya da 4 ileri, 1 geri vites bulunmaktadır. Böyle bir vites kutusunun ana yapısı ve çalışma prensibi Şekil 8.18' de görülmektedir.

□ Kayma dişli vites kutusunda, traktör eksenine paralel olarak duran 3 ya da daha fazla mil üzerinde dişliler bulunmaktadır. Motordan gelen hareketin girişiyle, diferansiyelle hareket çıkışı aynı doğrultudaki milden olabileceği gibi ayrı milden de olabilir. Mil aynı doğrultuda ise en büyük vites (burada 4. vites) iki milin direkt kavramasıyla sağlanmaktadır.



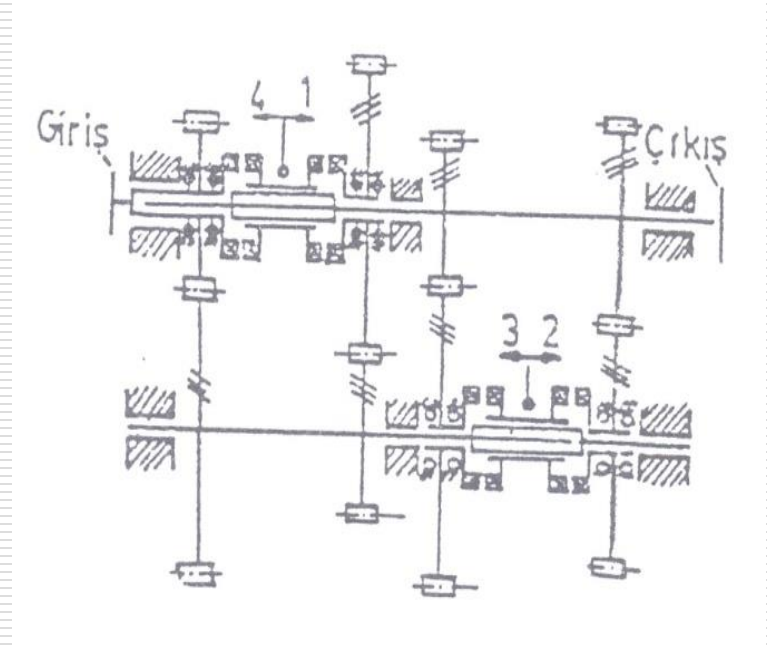
Hareketin giriş ve çıkışı, birbirine paralel millerle sağlanan vites kutusunun şematik yapısı.

- Vites kutusuna giren hareket, birbirini sürekli kavramış olarak bulunan giriş dişlileri (daimi iştirak dişlileri) yardımıyla grup dişlilerine iletilmektedir. Grup dişlilerinden ise vites dişlileri aracılığıyla çıkış miline aktarılmaktadır. Vites dişlileri mile çok kamalı olarak oturtulmuştur ve bu mil üzerinde kaymaktadır. Geri viteste araya ayrı bir mil üzerindeki ara dişlisi sokulmaktadır.
- Hareket giriş ve çıkışı birbirine paralel millerden sağlanan vites kutularında, motor tarafından gelen hareket önce vites dişlilerine iletilmektedir. Çok kamalı mil üzerine, sağa sola kayacak şekilde yerleştirilmiş bulunan vites dişlilerinden hangisi karşısındaki grup dişlisini kavramış ise, o vitesle hareket sağlanmış olmaktadır (Şekil 8.19).



8.3.1.2. Sürekli temaslı vites kutusu

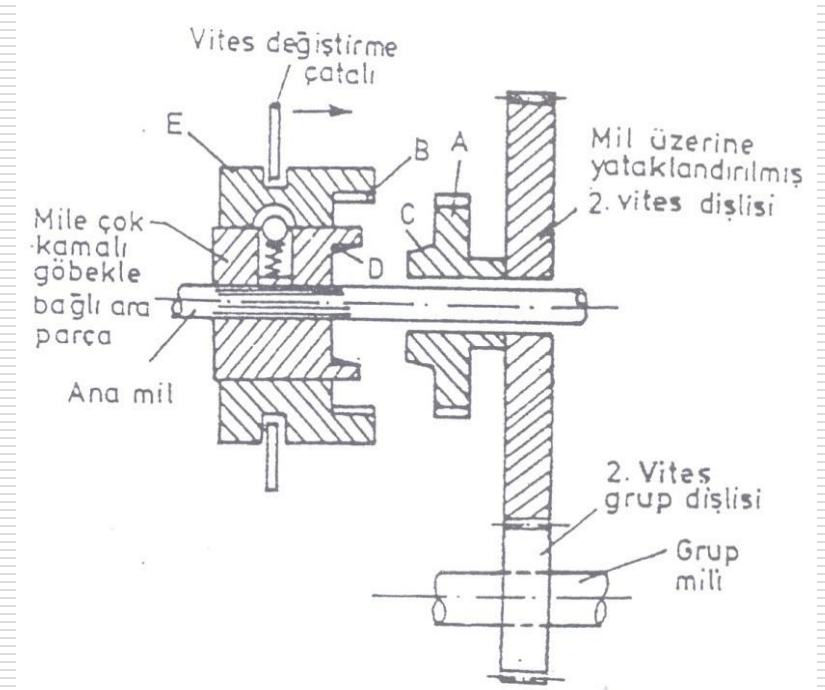
- Bu vites kutularında grup dişlileriyle vites dişlileri birbirini sürekli olarak kavramış durumdadır. Vitesin değiştirilmesi, vites dişlisi ile çıkış mili arasındaki bağlantının, ara parçaları yardımıyla çözülüp kavratılmasıyla olmaktadır (Şekil 8.20).
- Ara parçaları yardımıyla vites değiştirmede, ara parçaların çevre hızları küçük olduğundan yüksek motor devirlerinde bile ses yaptırmadan vites değiştirilebilmektedir. Buna karşın, bütün dişliler sürekli döndüğü için vites kutusu fazla gürültülü olmaktadır. Gürültünün önüne geçmek, dişlileri eğik ya da helisel olarak yapmakla mümkün olmaktadır. Bu durum ise yapıyı pahalılaştırmaktadır.



Vites değiştirmeye yarayan ara parçaların evre hızlarını, dişli üzerinde bulunan kavrama parçasının evre hızına denkleme için **senkrome yapı** denen özel bir yapı geliştirilmiştir (şekil 8.21). Senkron vites kutularında vites değiştirme sessiz ve çok rahat olmaktadır.

Senkrome yapıda, evre hızlarının eşitlenmesi sürtünme ile sağlanmaktadır. şekil 8.21' de grldği gibi grup dişlisi ile vites dişlisi birbiriyle sürekli temastadır. Vites dişlisi mil üzerine yataklanmış olup, grup dişlisi tarafından sürekli olarak döndürülür. Vites dişlisinin mile hareket iletebilmesi, çok kamalı göbekte mile bağlı bulunan ara parçası içten dişlisinin (B), vites dişlisine bağlı bulunan A parçasını kavramasıyla olmaktadır.

Vites değiştirme amacıyla sürücü kavramaya baştığında, motordan grup dişlilerine gelen hareket kesilmektedir. Vites boşta ise, bu sırada araç hareketine devam ettiği için, tekerleklerle bağlantılı bulunan vites dişlisi ara parçası dönmektedir. Sürücü vites takmak için vites değiştirme çatalını ok yönünde itince, önce D sürtme yüzeyi C ile temasa geçer. Böylece ara parçası ile vites dişlisi aynı devir sayısı ile dönmeye başlar. Sürücü atalı daha ileriye itince, E parçası yaylı kilit bilyasından kurtularak, B içten dişlisi, aynı evre hızına sahip A dişlisini kavrar. Vites sessiz ve rahat bir şekilde değiştirilmiş olur. Sürücü kavrama pedalını bırakınca motorun dn hareketi yürüme organlarına iletilir.



Senkromeç sisteminin yararlı yönleri aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- a. Gürültüsüz çalışan ve yerden tutum sağlayan eğik ya da helisel dişliler bu sistemde kullanılır.
 - b. Ara parçalarda, çapın küçük olması nedeniyle, çevre hızının düşük olması, vites değiştirmeyi kolaylaştırır.
 - c. Kavrama ve ayırmada aşınmalar olmadığından dişliler daha dar yapılabilirdir.
 - d. Yapısal ve montaj hatalarından doğan vites atmaya çok az rastlanmaktadır.

Bu sistemin **sakıncalı yönleri** ise şu şekilde sayılabilir:

- a. Tüm eş dişliler sürekli kavradığı için, tesir dereceleri daha düşüktür.
- b. Çok sayıda yapı elemanı fiyatı artırmaktadır.

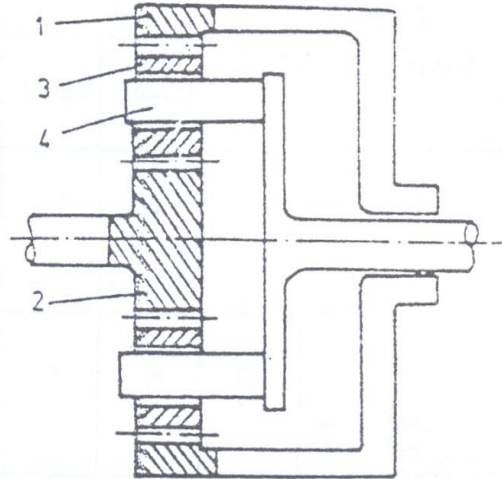
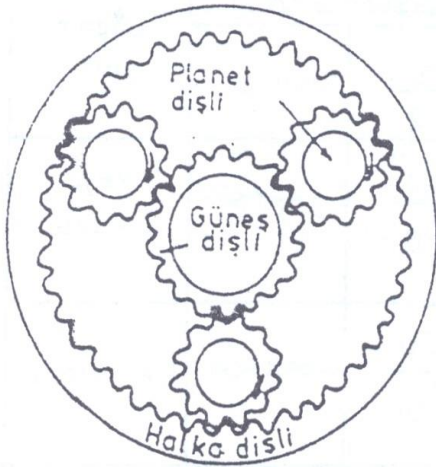
8.3.1.3. Planet vites kutusu

- Klasik vites kutusu olarak adlandırılan kayıcı dişli ve sürekli temaslı vites kutularında vitesin değiştirilebilmesi; ancak kavrama düzeni yardımıyla motor güç iletiminin kesilmesi, güç iletimi olmaksızın vites kolu ile gerekli vites kademesinde dişlilerin karşılaştırılması ve tekrar güç iletimi için kavramanın bırakılması ile sağlanmaktadır. Bu uygulama, yüksek hızlar nedeniyle, kara taşıtlarında kesintisiz olarak sağlanabilmektedir. Ancak traktörlerde, kavramaya basıldığında traktör durmakta ve vites değiştirme mümkün olmaktadır. Bu da, klasik vites değiştirme düzenlerinin sakıncası olarak görülmektedir.
- Örneğin, tarlada çalışma sırasında vites değiştirmek için durmak, iş verimine etkili olacağı gibi, sürücüyü de yorar. Yine, taşıma işlerinde de, iniş ve çıkışlarda vites değiştirmek zorunda kalmak tehlikeler yaratabilir.
- **Güç iletime ara vermeden ve motor devir sayısını değiştirmeden (yük altında), hareket hızını düzenlemeyi mümkün kılan vites** kutusunun traktöre yerleştirilmesi sonucu, iş emniyeti, alet ve makinelerin uygun hızda çalışmaları, motor gücünden tam ve ekonomik olarak yararlanılması sağlanmaktadır.

Yük altında vites değişimine izin veren planet dişli vites kutuları esas olarak üç elemandan oluşmuştur.

1. Planet (güneş) dişli sistemi,
2. Çok plakalı kavrama,
3. Frenleme düzeni.

Planet dişli sistemi; halka dişlisi (1), tam ortaya yerleştirilmiş güneş dişlisi (2), 3 adet planet dişli (3) ve bu planet dişlilerin üzerinde buldukları taşıyıcıdan (4) meydana gelmiştir (Şekil 8.22). Planet dişliler bir taraftan güneş dişlisi, öte yandan halka dişlisi ile temastadır. Böylece, planet dişliler güneş dişli etrafında dönebildikleri gibi yörünge dişlisi üzerinde de yuvarlanabilirler.



Çizelge 8.3. Planet dişli sisteminde transmisyon oranları

Bir planet dişli sisteminde, giriş ve çıkış milinin bağlandığı elemanlar ve sabit tutulan eleman değiştirilerek, çeşitli transmisyon oranları elde edilebilir. Standart dişli kutularında transmisyon oranı diş sayılarının oranından elde edildiği halde, planet dişli sistemlerinde hesaplama yöntemi farklıdır. Transmisyon oranlarının hesaplanmasında Çizelge 8.3' den yararlanılmaktadır.

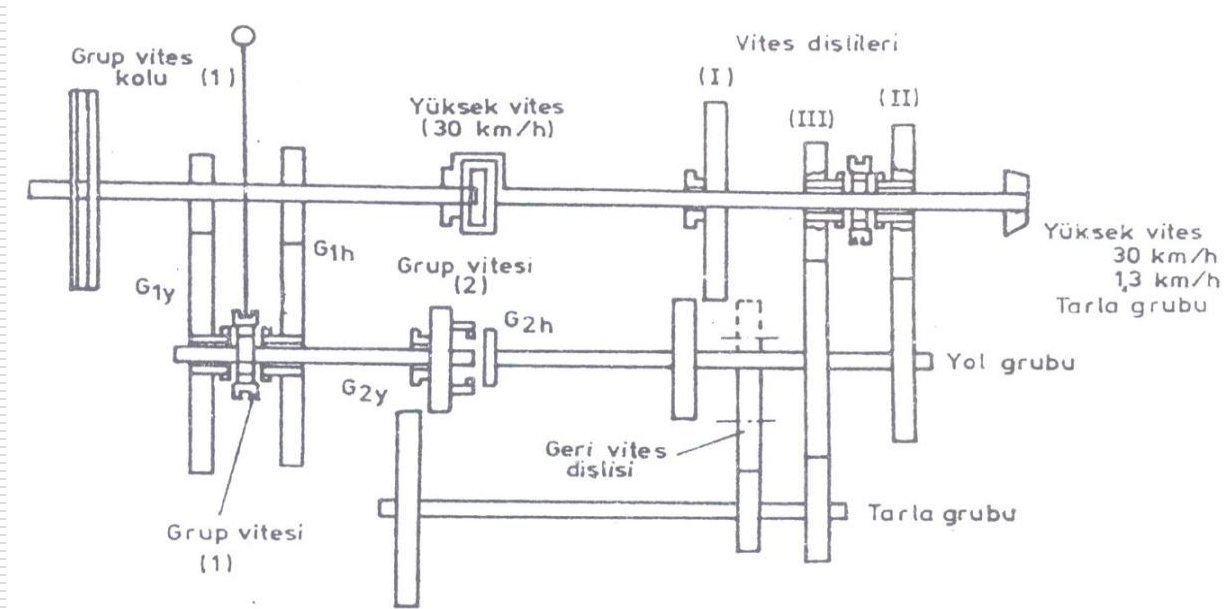
Eğer planet dişli vites kutusu kullanılan taşıtta ileri ve geri vites sayıları artırılmak istenirse, birden fazla planet sistemi arka arkaya kullanılır. Bu düzenleme ile elde edilen vites kutularında, her planet sistemi iki transmisyon oranına sahip olmaktadır. Böylece, uygun bağlantı ve transmisyon oranları seçilerek vites sayısı artırılmaktadır.

Şema	Düzen			Değiştirme oranı		Kullanma yeri
	Tahrik eden (1)	Tahrik edilen (2)	Sabit	$i = \frac{n_1}{n_2}$	Sınırlar	
	G	P	H	$1 + \frac{Z_H}{Z_G}$	$2 < i < \infty$	1. veya 2. vites
	G	H	P	$-\frac{Z_H}{Z_G}$	$-\infty < i < -1$	Geri vites
	P	G	H	$\frac{1}{1 + \frac{Z_H}{Z_G}}$	$0 < i < 0,5$	—
	P	H	G	$\frac{1}{1 + \frac{Z_G}{Z_H}}$	$0,5 < i < 1$	Yüksek vites
	H	G	P	$-\frac{Z_G}{Z_H}$	$-1 < i < 0$	Geri vites
	H	P	G	$1 + \frac{Z_G}{Z_H}$	$1 < i < 2$	2. veya 3. vites

G: Güneş dişli, P: Planet taşıyıcı, H: Halka dişli

8.3.1.4. Grup vites kutuları

Tarım traktörlerinin hızları geniş sınırlar içinde değiştiği için, grup vites kutuları tarafından bölme yaparak hız aralıkları daraltılmaktadır. Böylece hız kademeleri artırılmakta ve vites seçiminde de kullanma kolaylığı sağlanmaktadır. Grup vites kutuları genellikle vites kutusunun önüne yerleştirildiği için bunlara ön vites kutusu da denilmektedir. Grup vites kutuları iki ve daha fazla vites içerebilmektedir. Şekil 8.23' de iki adet grup vites kutusunu içeren bir transmisyon sistemi görülmektedir. Bu örnekte, Çizelge 8.4' de belirtilen 13 ileri 4 geri vites elde edilmektedir.

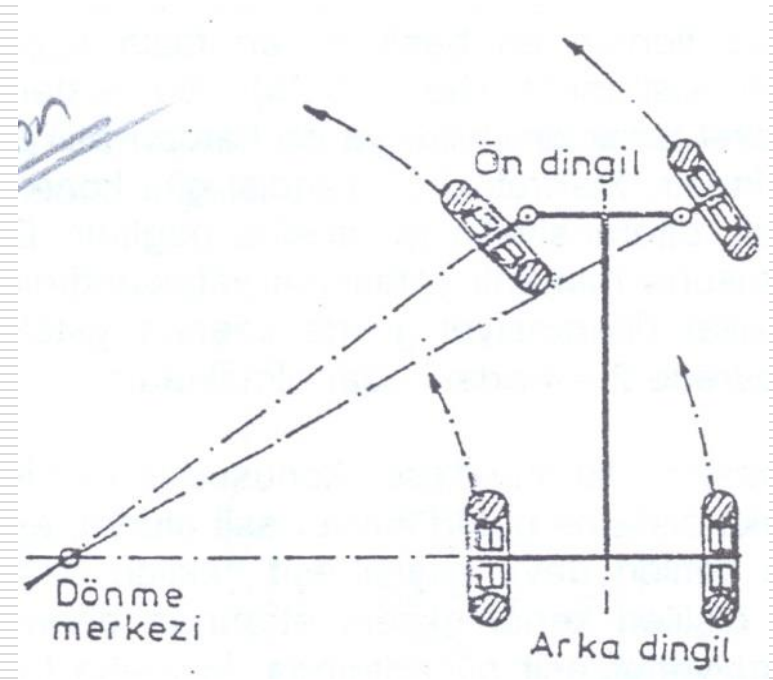


Çizelge 8.4. Grup vites kutularıyla hız kademelerinin artırılması.

Vites no	Devrede bulunan elemanlar
İleri vitesler	
1	G_{1v} , G_{2v} , Tarla grubu, I. Vites dişlisi,
2	G_{1v} , G_{2v} , Tarla grubu, II. Vites dişlisi,
3	G_{1v} , G_{2v} , Tarla grubu, III. Vites dişlisi,
4	G_{1h} , G_{2v} , Tarla grubu, I. Vites dişlisi,
5	G_{1h} , G_{2v} , Tarla grubu, II. Vites dişlisi,
6	G_{1h} , G_{2v} , Tarla grubu, III. Vites dişlisi,
7	G_{1v} , G_{2h} , I. Vites dişlisi,
8	G_{1v} , G_{2h} , II. Vites dişlisi,
9	G_{1v} , G_{2h} , III. Vites dişlisi,
10	G_{1h} , G_{2h} , I. Vites dişlisi,
11	G_{1h} , G_{2h} , II. Vites dişlisi,
12	G_{1h} , G_{2h} , III. Vites dişlisi,
13	Yüksek vites bağlantısı
Geri vitesler	
1	G_{1v} , G_{2v} , Geri vites dişlisi, I. Vites dişlisi,
2	G_{1h} , G_{2v} , Geri vites dişlisi, I. Vites dişlisi,
3	G_{1v} , G_{2h} , Tarla grubu, Geri vites dişlisi, I. Vites dişlisi,
4	G_{1h} , G_{2h} , Tarla grubu, Geri vites dişlisi, I. Vites dişlisi,

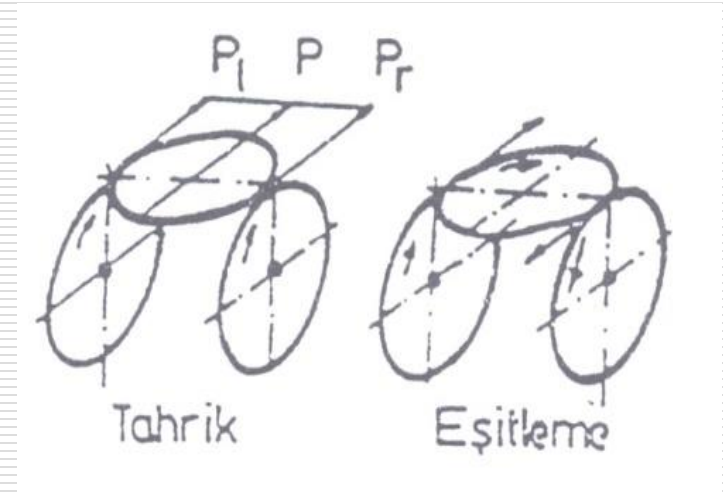
8.3.2. Diferansiyel

- Traktör viraj alırken, muharrik tekerlekler dönme noktasından farklı uzaklıkta olduğu için farklı yolları kat ederler (Şekil 8.24).
- Dıştaki tekerlek içtekine oranla daha büyük yol kat eder. Bu aradaki fark, patinajla giderilmek istenmiyor ise, lastiklerin farklı dönmesini sağlayacak bir yapı organına gerek vardır.
- Traktörlerde, tüm modern taşıtlarda olduğu gibi, bu görevi diferansiyel yapmaktadır.

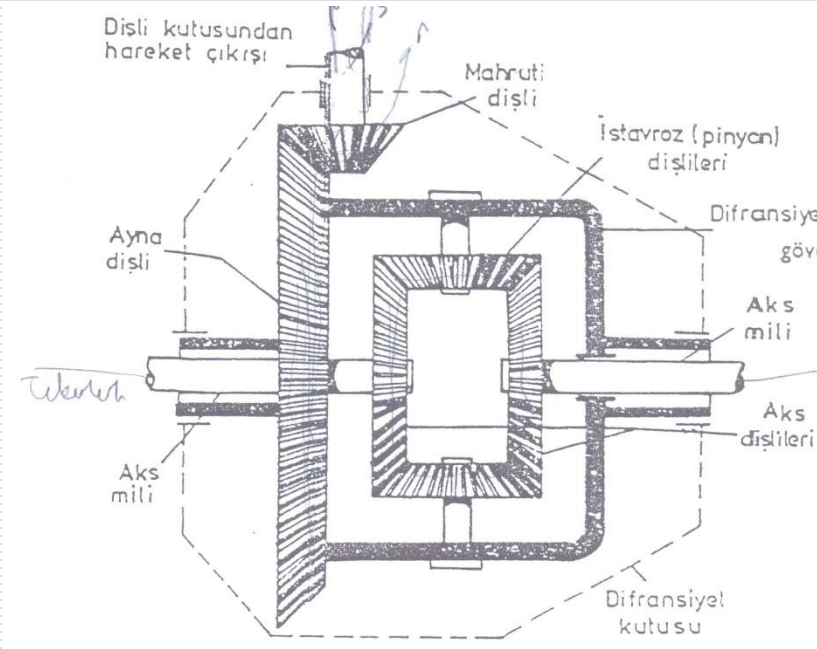


Diferansiyelin çalışma biçimi Şekil 8.25' den yararlanarak açıklanabilir

- .
- Şekilde dikey olarak duran çemberler konik aks dişlilerini ve yatay olarak duran da konik istavroz (pinyon) dişliyi temsil etmektedir.
- Anlaşılmayı kolaylaştırmak için diğer dişliler dikkate alınmamıştır. İstavroz dişliye P kuvveti ve aks dişlilerine P_l ve P_r kuvvetleri etki etmektedir. Bu durumda, aks dişlilerinin ilettiği kuvvetler ve dişlilerin devir sayıları eşittir.
- Aks dişlilerine gelen mukavemetler farklı olursa istavroz dişlisi döneceği için, aks dişlisinden birisini komple dönüş yönünün tersinde döndürerek onun daha az dönmesine neden olur. Diğer aks dişlisi ise aynı oranda daha hızlı dönecektir.



Diferansiyel sistemlerinin en basit ve en fazla uygulanan tipi **konik dişli diferansiyel sistemidir** (Şekil 8.26). Bu sistemde, vites kutusundan gelen hareket direk bir mille, ya da kardan mili aracılığıyla, mahrutu dişliye iletilmektedir. Mahrutu dişli, kendisi gibi konik olan ayna dişliyi çevirir. Ayna dişli, diferansiyelin gövdesine bağlıdır. Diferansiyel gövde, diferansiyel kutusuna rulmanlı yataklarla yataklandırılmıştır. Aks dişlileri ve istavroz dişliler diferansiyel gövde üzerine yataklandırılmış olup, istavroz dişliler çevrede 2 – 4 adet kadar olmaktadır.



Sistemin çalışmasında iki durum söz konusudur.

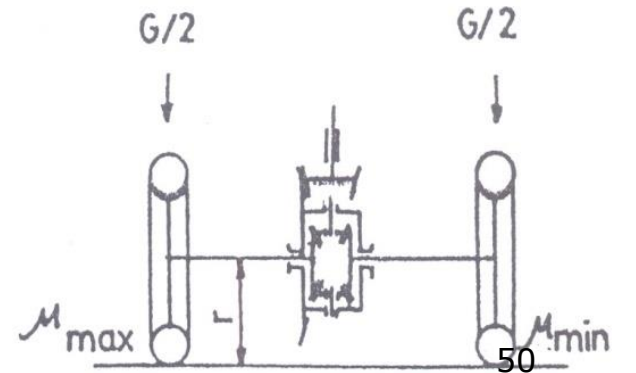
Her iki muharrik tekerleğe yani her iki aks dişlisine gelen kuvvet eşit olursa, ayna dişli ile diferansiyel gövdesine iletilen devir sayısı eşit şekilde aks dişlilerine iletilmektedir. İstavroz dişlileri kendi eksenini etrafında dönmemektedir. Aks dişlilerine gelen kuvvetler eşit olmadığında, kuvvetin fazla olduğu dişli dönmek için direndiğinden, daha kolay dönen karşı aks dişlisi istavroz dişlinin de dönmesiyle eskisine oranla daha hızlı dönmektedir.

- Diferansiyelin bu özelliğinden dolayı, geliştirilen etkili muharrik moment; tutunması iyi olmayan tekerleğin tutunma katsayısı göz önüne alınarak hesaplanmaktadır (Şekil 8.27).
- Geliştirilen bu muharrik moment traktörün hareketi için yeterli olmaz ise, motor daha fazla moment geliştirebileceği halde, traktörün bir tekerleği patinaja düşeceği için ileri hareket meydana gelmez. Burada tekerleğin birisi iyi tutunabildiği halde, diğeri tutunamadığı için traktör hareket edememektedir. Bu sakıncayı önlemek için, traktörün sağ ve sol tekerleğine ayrı frenleme düzeni koyarak, patinaja tutulan tekerleği frenlemek gerekmektedir. Bu durumda, tutunması yüksek olan traktör tekerleği yürümeyi sağlayacaktır.

İkinci bir çözüm olanağı da, diferansiyel kilidi ile sağlanmaktadır. Diferansiyel kilidinin görevi, aks dişlileri arasında rijit bir bağlantı kurmaktır.

Diferansiyelin bu durumu, iki önemli görevin başarılmasını sağlamaktadır:

1. Virajlarda, muharrik tekerleklerin devir sayılarını kolayca değiştirebilmektedir.
2. Tutunmanın eşit olmadığı durumlarda, diferansiyel kilidi aracılığıyla, her iki tekerin tutunmasını dengelemektedir.



/

Diferansiyel kilitli değilken, her iki tekerlekteki iletilen moment birbirine eşit olup küçüğe göre ayarlanır. Bu durumda,

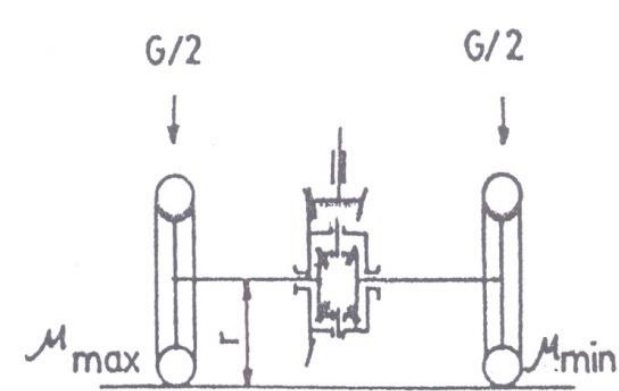
$$M_t = \frac{G}{2} r \cdot \mu_{\min} + \frac{G}{2} r \cdot \mu_{\min} = G \cdot r \cdot \mu_{\min}$$

olmaktadır.

Buna karşın **diferansiyel kilitli iken** iletilen moment;

$$M_t = \frac{G}{2} r \cdot \mu_{\min} + \frac{G}{2} r \cdot \mu_{\max} = G \cdot r \cdot \frac{\mu_{\max} + \mu_{\min}}{2}$$

eşitliğiyle hesaplanmaktadır.



(8.15)

8.3.3. Son redüksiyon

- Çoğu kez, tarım traktörlerinde toprak aralığını yüksek tutabilmek, ya da diferansiyelden sonra devri bir defa daha değiştirmek için, son redüksiyon dediğimiz ve iki dişliden oluşan bir sistemden yararlanır. Son redüksiyonda, genellikle büyük dişlinin bağlı bulunduğu taşıyıcı gövde aksa bağlı bulunan küçük dişliyi merkez yaparak dönebilmektedir (Şekil 8.28).

