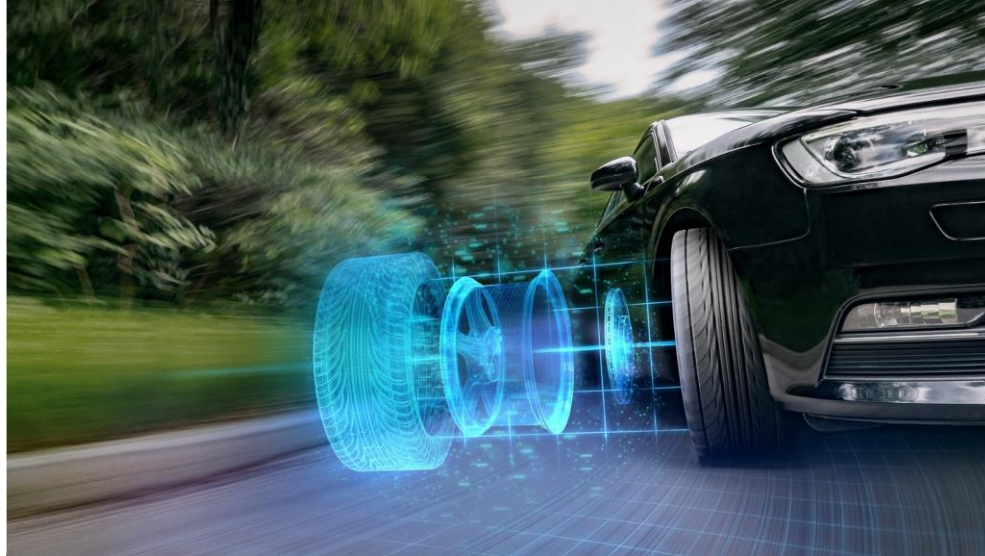


# AEE302 Vehicle Dynamics



## LESSON 4 KAVRAMALAR (CLUTCHES)

**Asst.Prof.Dr.Cevat Özarpa**  
**Dr. Std. Muktedir Gözüm**

# İçindekiler - Content

- |                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| 1. Giriş                             | 1. Introduction                           |
| 2. Kavramalar                        | 2. Clutches                               |
| 3. Kavramaların Başlıca Görevleri    | 3. Main Tasks of Clutches                 |
| 4. Kavramaların Moment İletme Etkisi | 4. Moment Transmission Effect of Clutches |

# 1. Giriş

Motorun çıkışı direk tahrikte kullanılmaya uygun değildir. Bu nedenle, değişik çalışma koşullarındaki yük ihtiyacını karşılamak, motor ile taşıt karakteristiklerini eşitlemek için, taşıta bir transmisyon ( şanzıman, vites kutusu) gereklidir.

## 1. Introduction

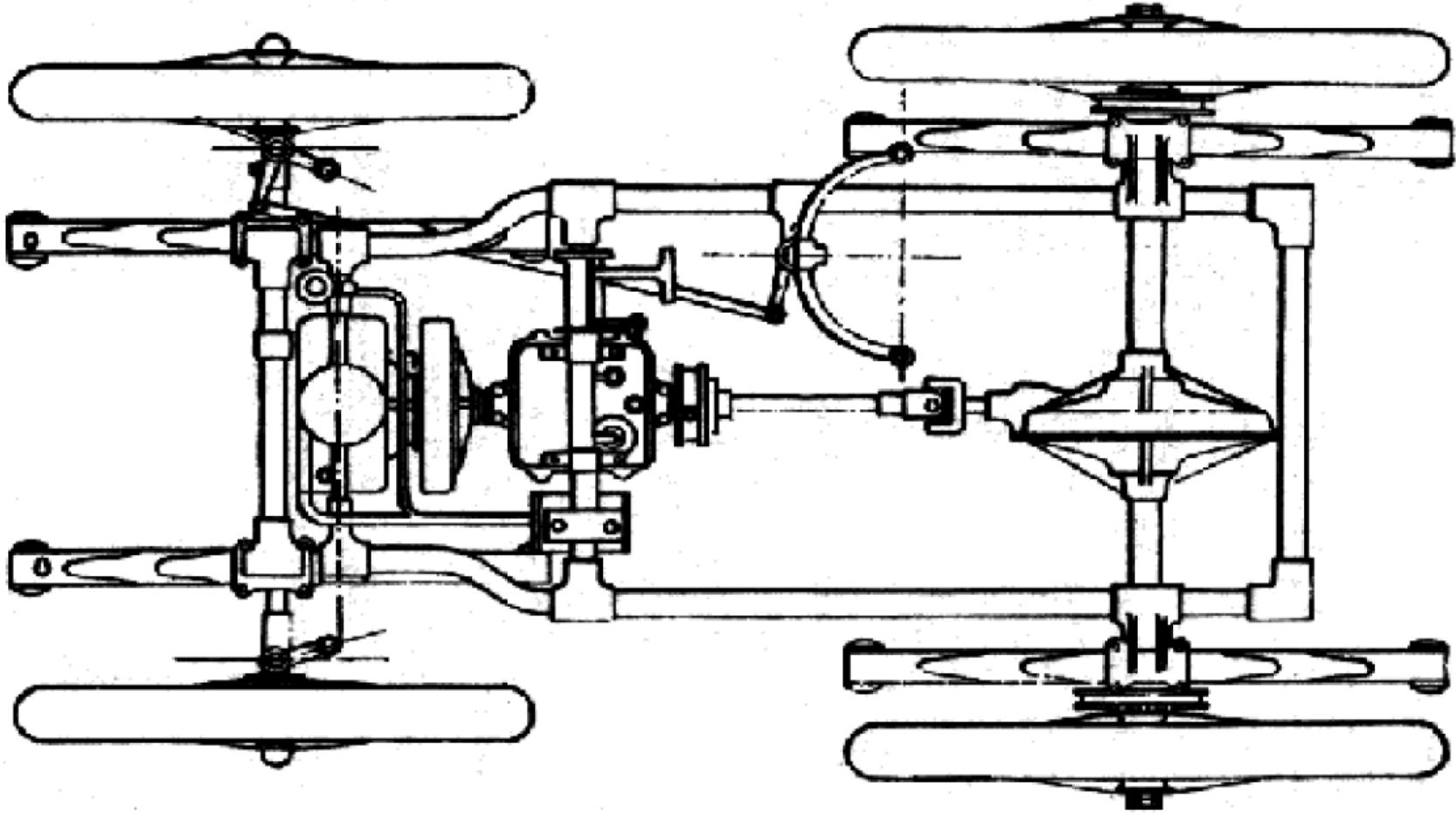
The output of the motor is not suitable for direct drive use. For this reason, a transmission (gearbox) is required to meet the load requirement in different operating conditions and to equalize the engine and vehicle characteristics.

Tasarımcıların çözmek istedikleri önemli bir problem de, motor hızını artırmadan yol hızını artırmak, diğer bir deyimle değişken oranlı transmisyon elde etmektir.

An important problem that the designers want to solve is to increase the road speed without increasing the engine speed, in other words, to obtain a variable ratio transmission.

Louis Renault'nun 1898 otomobili, öne yerleştirilmiş dikey motoru, ortada vites kutusu ve arkada kardan mili ile hareketin aktarıldığı tahrik dingili ile aktarma organlarının geleneksel sistemi oldu.

Louis Renault's 1898 car was the traditional system of drivetrain, with a vertical engine placed at the front, a gearbox in the middle, and a drive axle at the rear to which the motion was transferred by a propeller shaft.



*Şekil 3.1. Louis Renault'nun aktarma organları sistemi*

Louis Renault's drivetrain system

## Vites kutusunun özellikleri

- Duruş halinden hareket haline geçiş sağlamak,
- Tork ve dönme hızı dönüşümünü gerçekleştirmek,
- Dönüşlerdeki tekerlek hız farklılıklarını düzeltmek (önden çekiş)
- İleri ve geri hareket sağlamak,
- Güç ünitesinin çalışmasını, yakıt ekonomisi ve egzoz emisyonları ile uyumlu olarak çalışma grafiğinin uygun bölgesinde tutulmasını sağlamaktır.



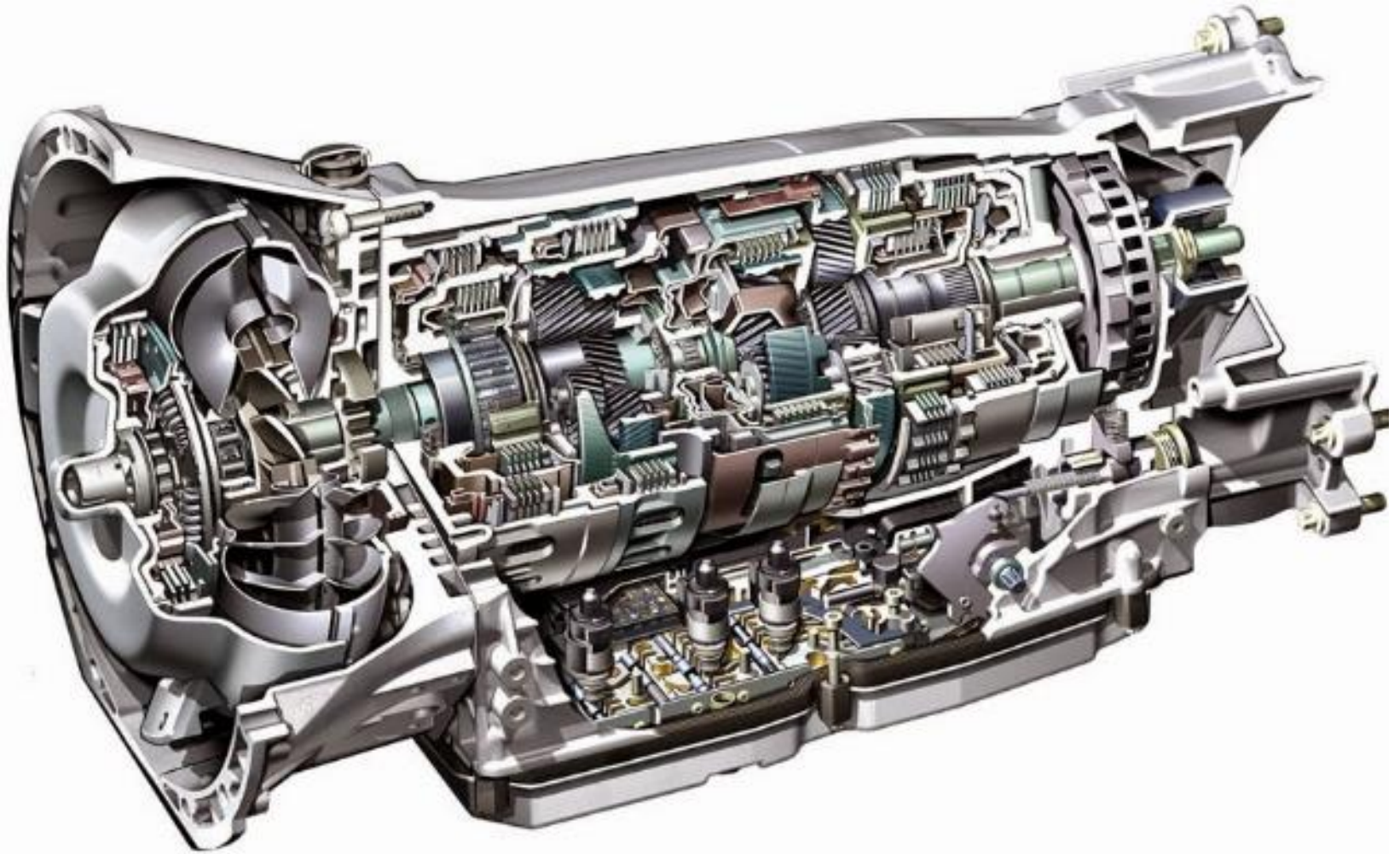
## Features of the gearbox

- Transition from stance to movement,
- Performing torque and rotational speed conversion,
- Correcting wheel speed differences in turns (front-wheel drive)
- To provide forward and backward movement,
- It is to keep the operation of the power unit in the appropriate region of the working graph in accordance with fuel economy and exhaust emissions.





## 2.Kavramalar / Clutches



Kavrama, motor ile transmisyon mekanizması arasındaki bağlama ve ayırma organıdır. Kavrama kavramış durumda iken motordan gelen momenti vites kutusuna iletir. Kavrama **Diskli** kavrama ve **Hidrolik** kavrama olmak üzere ikiye ayrılır.

The clutch is the connecting and separating organ between the engine and the transmission mechanism. When the clutch is engaged, it transmits the torque from the engine to the gearbox. Clutch is divided into disc clutch and hydraulic clutch.

## 2.1 Diskli Kavrama

Günümüzde en çok kullanılan kavrama türü Diyafram Yaylı, Mekanik Kumandalı, Tek Diskli, Kuru Sürtünmeli Mekanik Kavramadır.

Tek diskli kavrama;

- Volan
- Baskı Plakası
- Kavrama Diski ve
- Diyafram yaydan oluşur.

## 2.1 Disc Clutch

The most commonly used clutch type today is Diaphragm Spring, Mechanically Controlled, Single Disc, Dry Friction Mechanical Clutch.

Single disc clutch;

- Flywheel
- Pressure Plate
- Clutch Disc and
- The diaphragm consists of a spring.

Volan



Flywheel



**Kavrama Diski ve Frezeli Göbek**

Clutch disc and splined hub



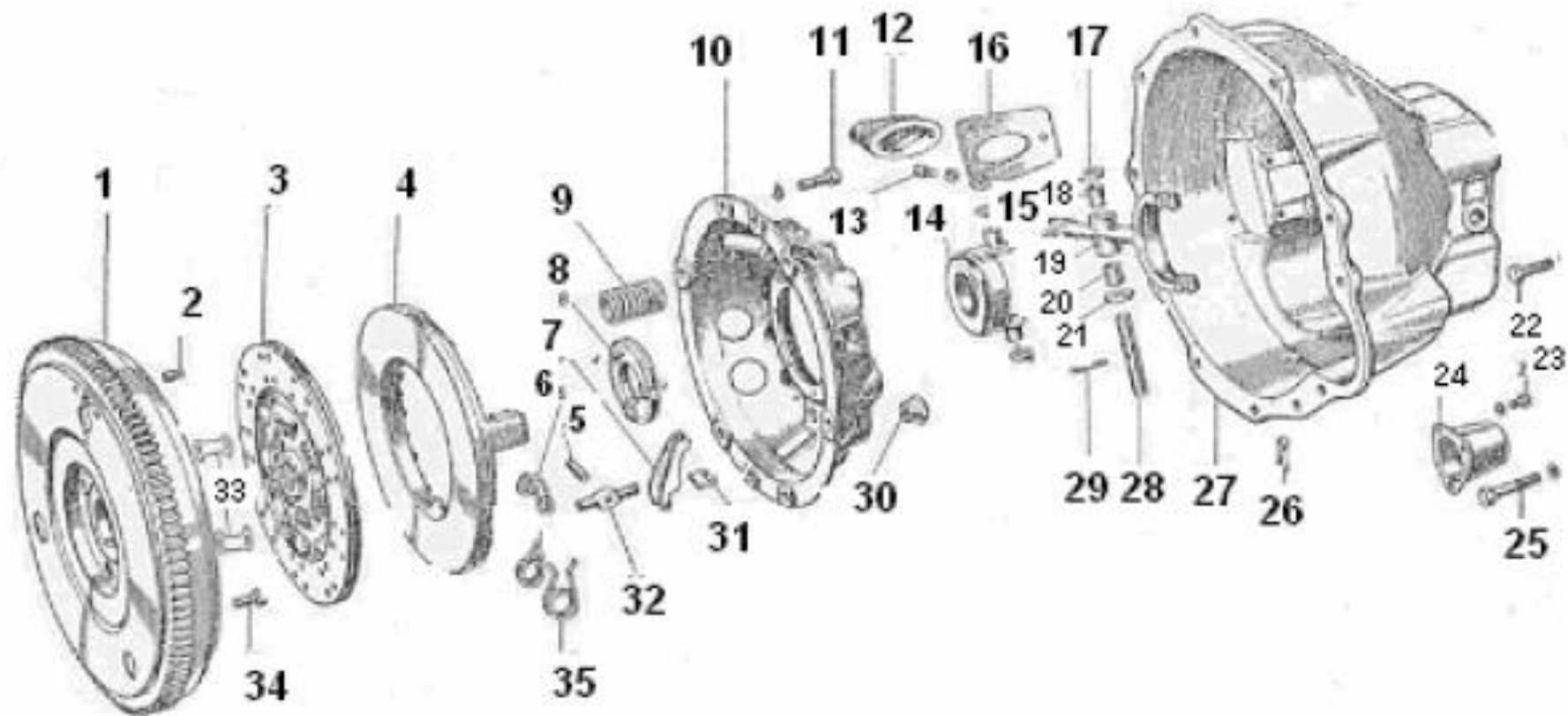
**Baskı Plakasının Kavrama Diskine Basan Yüzeyi**

The surface of the pressure plate pressing the clutch disc

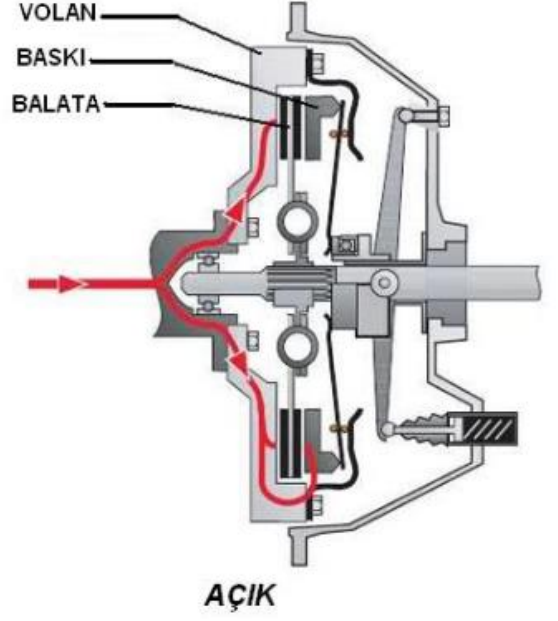
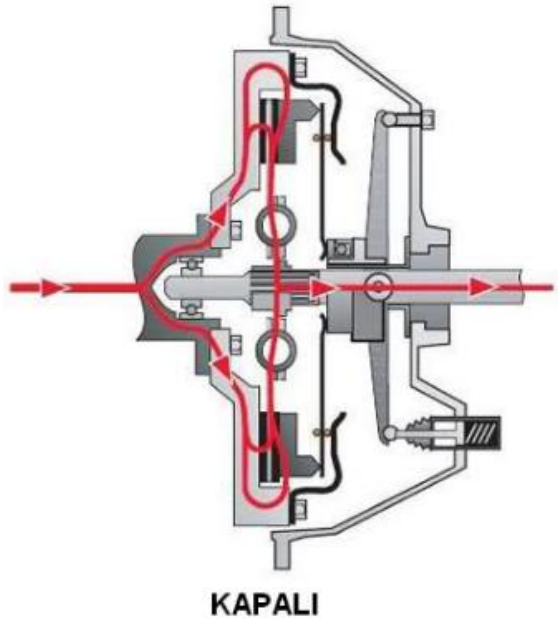
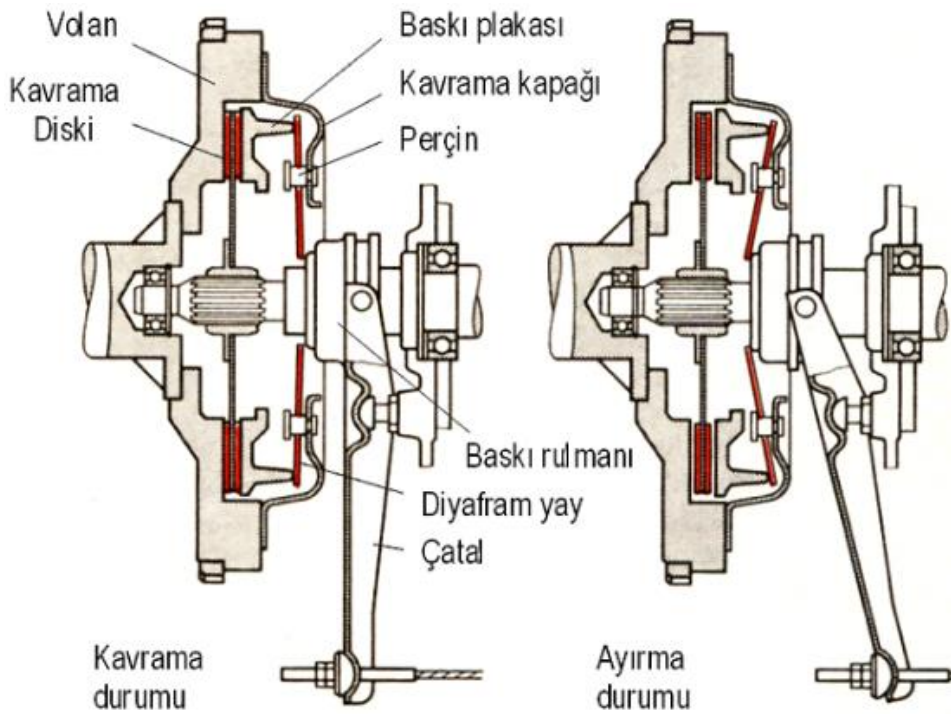


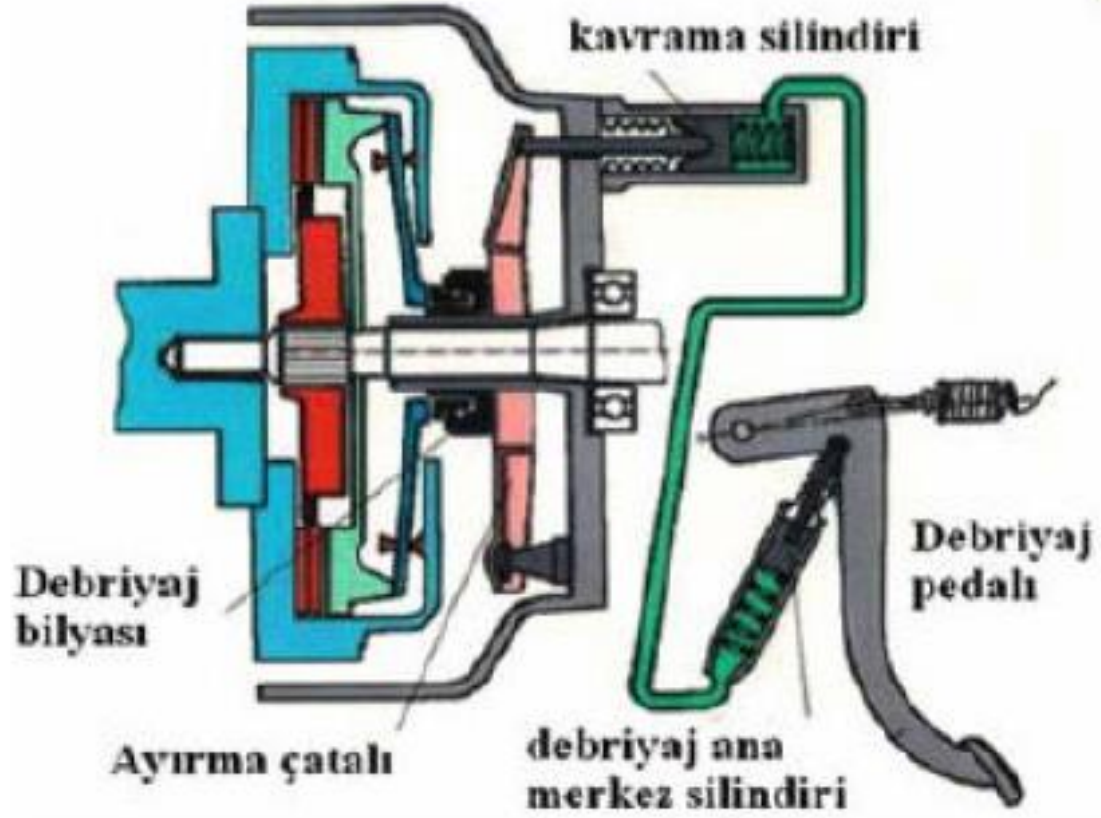
**Baskı Plakası ve Diyafram Yay**

Pressure plate and diaphragm spring

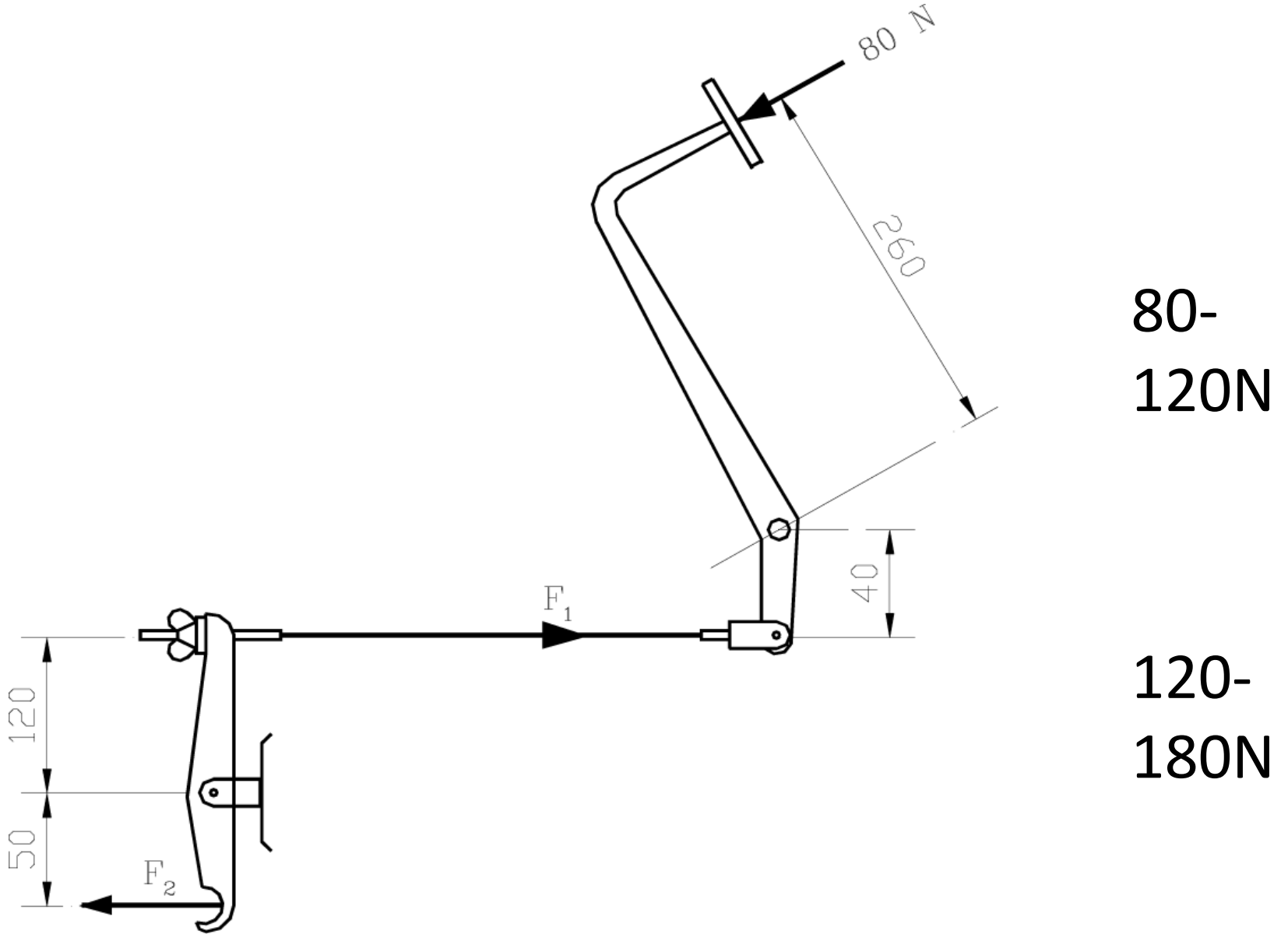








Şekil 2.17. Hidrolik Kumandalı Kavrama Tertibatı  
Hydraulically operated clutch assembly



**Şekil 3.4** *Mekanik kavramaların kumanda mekanizması*  
Control mechanism of mechanical clutches

### 3. Kavramaların Başlıca Görevleri

- Taşıt dururken motorun ilk harekete geçmesini sağlar.
- Motor çalışırken hareketin ilk anda tekerleklerle kademeli olarak geçmesini sağlar.
- Ani yük darbelerinde kayma yaparak güç aktarma organlarını korur.
- Vites kademelerinin değişimi esnasında hareket geçişini ani olarak keser.

### 3. Main Functions of Clutches

- It provides the first start of the engine when the vehicle is stationary.
- While the engine is running, it allows the movement to pass to the wheels gradually at the first moment.
- It protects the powertrain by slipping in sudden load impacts.
- It abruptly interrupts the movement transition during the change of gear stages.

Bu görevlerin dışında kavrama ayırma ve kavratma görevlerini yerine getirirken aşağıda belirtilen özelliklere sahip olması arzu edilir:

- a. Sarsıntısız tatlı bir koruma sağlamalıdır.
- b. Kavraşmış durumda kaymamalıdır.
- c. Kısmi kavraşmalardaki kaymalardan doğan ısıya dayanıklı olmalı
- d. Isıyı kolaylıkla dışarıya nakletmelidir.
- e. Kolay ve sessiz vites değişimi için harekete geçişini çabuk kesmeli
- f. Ayırma durumuna geçebilmesi için dışarıdan tatbik edilen kuvvet az olmalıdır.
- g. Kronik milindeki burulma titreşimlerini vites kutusuna iletmeli
- h. Ekonomik ve bakımı kolay olmalıdır.

Apart from these duties, it is desirable to have the following features while performing the clutch separation and grasping tasks:

- a. It should provide a smooth sweet protection.
- b. It should not slide in the engaged state.
- c. Must be heat resistant from slippage in partial engagements
- d. It should easily transfer heat outside.
- e. Quick cut-off for easy and quiet gear changes
- f. The force applied from the outside must be small for it to pass into the decomposition state.
- g. It must transmit the torsional vibrations of the chronic shaft to the gearbox.
- h. It should be economical and easy to maintain.

## 4. Kavramanın Moment İletme Etkisi

Eksenel kavramaların tasarımında problem, motorun döndürme momentinin (MK) ve bu momenti iletecek kavrama diskine etkiyecek yüzey basıncının (P) belirlenmesi için gerekli eksenel kuvvetin hesaplanmasıdır. Problemi çözmek için 2 varsayım vardır. Bunlar;

Basıncın bütün yüzeye düzgün olarak dağılmış olduğunu kabul etmek, veya

Birbirine sürtünen yüzeylerdeki aşınmanın düzgün olduğunu kabul etmektir.



## 4. Moment Transmission Effect of Clutch

The problem in the design of axial clutches is to calculate the axial force required to determine the torque of the motor ( $M_K$ ) and the surface pressure ( $P$ ) that will act on the clutch disc that will transmit this torque. There are 2 assumptions to solve the problem. These;

Assuming that the pressure is evenly distributed over the entire surface, or

It is to accept that the wear on the surfaces that rub against each other is even.

## 4.1 Düzgün Dağılmış Basınca göre

Bir kavramanın maksimum moment iletme kapasitesi, kullanılacağı motorun verebileceği maksimum momentinden mutlaka daha fazla olmalıdır. Hesaplamalarda belirli bir EKS (Emniyet Katsayısı) belirlenerek bu sağlanır. Yüzeylerdeki aşınma, baskı yaylarının özelliklerinin ısı ile zamanla bozulmasına neden olur. Ayrıca motor momentinin çevrim boyunca dalgalanarak değişmesi de söz konusudur. İşte bu sebeplerden dolayı Emniyet Katsayısının verilmesi gerekmektedir.

## 4.1 By Uniformly Distributed Pressure

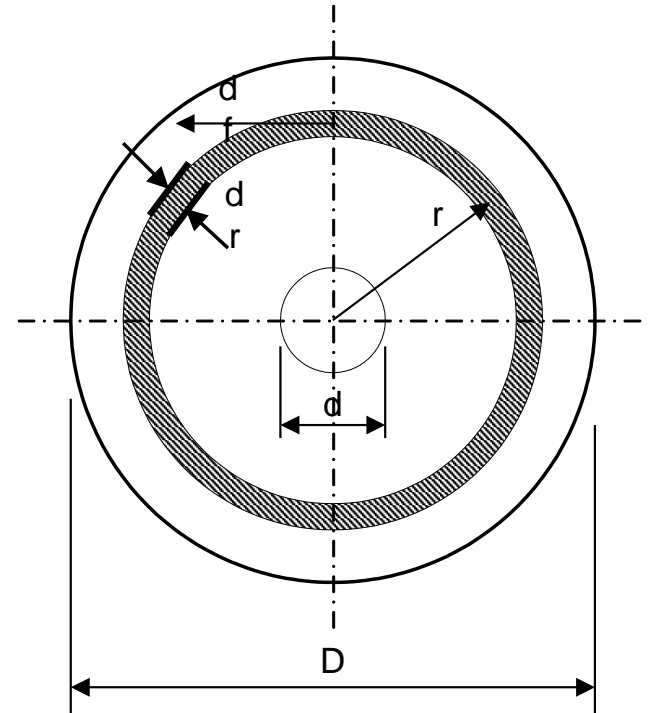
The maximum torque transmission capacity of a clutch must be more than the maximum torque of the motor it will be used with. This is achieved by determining a certain EKS (Safety Coefficient) in the calculations. Wear on the surfaces causes the properties of compression springs to deteriorate over time with heat. In addition, the motor torque fluctuates throughout the cycle. For these reasons, the Safety Coefficient must be given.

Binek arabalarında EKS = 1,3 - 2,3 arasında iken Traktör ve endüstri makinalarında ani darbe yüklerinin fazlalığından dolayı EKS = 2 civarında olur.

While EKS = 1.3 - 2.3 in passenger cars, it is around EKS = 2 in tractors and industrial machines due to the excess of sudden impact loads.

Şekle göre kavrama diskinin etkili sürtünme yüzeyi sayısı “n” ile ifade ediliyor (tek diskli kavramalarda  $n=2$ 'dir). Disk alanı A, disk yüzeyine dik etki eden basınç P, disk yüzeyine paralel olarak etki eden aksenal kuvvet ise F'dir. 'r' yarıçapında ve  $dr$  kalınlığında olan bir element alan 'dA' dikkate alınır;

According to the figure, the effective friction surface number of the clutch disc is expressed with “n” ( $n=2$  for single disc clutches). The disk area is A, the pressure acting perpendicular to the disk surface is P, and the axial force acting parallel to the disk surface is F. Considering an element with radius 'r' and thickness  $dr$ , 'dA' is taken into account;



Şekil 8. Kavrama Diski Hesabı

Alan / Area

$$dA = 2\pi * r * dr$$

Bu alana etki eden sürtünme kuvveti ise ;

The friction force acting on this area is;

$$df = P * dA = P * 2\pi * r * dr$$

Toplam aksenal kuvveti hesaplamak için integral alınır;

Integrating to calculate the total axial force;

$$F = P * 2\pi * \int_{d/2}^{D/2} r * dr \quad F = P * 2\pi * \left. \frac{r^2}{2} \right|_{d/2}^{D/2}$$

Buradan / From Here;

$$F = P * \pi * \left[ \left( \frac{D}{2} \right)^2 - \left( \frac{d}{2} \right)^2 \right] = P * \pi * \left[ \frac{D^2 - d^2}{4} \right]$$

Çıkar. / Infer the result.

Disk ile pirizdirekt mili arasındaki sürtünme ve kumanda sistemindeki kayıplar göz önüne alınırsa mekanik verim formüle ilave edilir. **Mekanik** verimin sembolü  $\eta_M$ 'dir ve helisel yaylı kavramalarda %80, diyafram yaylı kavramalarda ise %85 civarında olmaktadır. **Böylece hem D. D. Basınca göre ve hem de D. D. Aşınmaya göre disk yüzeyindeki alana etkiyen sürtünme kuvveti formülü**

$$F = \frac{\pi}{4} * P * (D^2 - d^2) * \eta_M \quad (1)$$

**olur.**

If the friction between the disc and the pyrolysis shaft and the losses in the control system are taken into account, the mechanical efficiency is added to the formula. It is the symbol of mechanical efficiency and it is around 80% in helical spring clutches and 85% in diaphragm spring clutches. Thus, the formula for friction force acting on the area on the disc surface with respect to both D. D. pressure and D. D. wear becomes;

$$F = \frac{\pi}{4} * P * (D^2 - d^2) * \eta_M \quad (1)$$



Başka bir husus ise kavramaların disk yüzeyindeki sürtünme katsayısıdır. Yay basıncı ile sürtünmeye zorlanan kavrama disk yüzeyinde meydana gelen bu katsayının da hesaba katılması gerekmektedir. Yani:

$$df = \mu * P * dA = \mu * P * 2\pi * r * dr$$

Kavramanın momenti ise;

$$dM_K = df * r \text{ den } dM_K = \mu * P * 2\pi * r * r * dr \text{ olur.}$$

Her iki tarafında integrali alınırsa;

$$M_K = \mu * P * 2\pi \int_{d/2}^{D/2} r^2 * dr$$
$$M_K = \mu * P * 2\pi * \frac{r^3}{3} \Big|_{d/2}^{D/2} = \mu * P * 2\pi * \frac{1}{3} \left[ \left( \frac{D}{2} \right)^3 - \left( \frac{d}{2} \right)^3 \right] = \mu * P * \pi * \frac{2}{3} \left( \frac{D^3 - d^3}{8} \right)$$

$$M_K = \mu * P * \pi * \frac{1}{12} (D^3 - d^3)$$

Another consideration is the friction coefficient of the clutches on the disc surface. This coefficient, which occurs on the clutch disc surface, which is forced into friction by the spring pressure, should also be taken into account. Well:

$$df = \mu * P * dA = \mu * P * 2\pi * r * dr$$

The moment of the clutch is;

$$dM_K = df * r \quad \text{den} \quad dM_K = \mu * P * 2\pi * r * r * dr$$

If the integral is taken on both sides;

$$M_K = \mu * P * 2\pi \int_{d/2}^{D/2} r^2 * dr$$

$$M_K = \mu * P * 2\pi * \frac{r^3}{3} \Big|_{d/2}^{D/2} = \mu * P * 2\pi * \frac{1}{3} \left[ \left( \frac{D}{2} \right)^3 - \left( \frac{d}{2} \right)^3 \right] = \mu * P * \pi * \frac{2}{3} \left( \frac{D^3 - d^3}{8} \right)$$

$$M_K = \mu * P * \pi * \frac{1}{12} (D^3 - d^3)$$

buna mekanik verimin de eklenmesi gerekir.

$$M_K = \frac{1}{12} * P * \pi * \mu * \eta_M * n * (D^3 - d^3)$$

Buradaki basınç değeri (1) numaralı eşitlikten çekilip yerine konulursa **Düzgün dağılmış Basınca göre kavramanın momenti bulunmuş olur. Sonuç olarak formül düzenlenirse;**

$$M_K = \frac{1}{12} * \frac{4 * F}{\pi * (D^2 - d^2) * \eta_M} * \pi * \mu * \eta_M * n * (D^3 - d^3)$$

**formül sadeleştirilirse son hali;**

$$M_K = \frac{1}{3} * F * \mu * n * \frac{(D^3 - d^3)}{(D^2 - d^2)}$$

mechanical efficiency must be added to this.

$$M_K = \frac{1}{12} * P * \pi * \mu * \eta_M * n * (D^3 - d^3)$$

If the pressure value here is withdrawn from the equation (1) and replaced, the moment of the clutch will be found according to the uniformly distributed pressure. As a result, if the formula is edited;

$$M_K = \frac{1}{12} * \frac{4 * F}{\pi * (D^2 - d^2) * \eta_M} * \pi * \mu * \eta_M * n * (D^3 - d^3)$$

if the formula is simplified, its final form;

$$M_K = \frac{1}{3} * F * \mu * n * \frac{(D^3 - d^3)}{(D^2 - d^2)}$$

## 4.2 Düzgün Dağılmış Aşınmaya göre

Aşınma, basınç ve sürtünme hızıyla orantılıdır, sürtünme hızı da dönme merkezinden olan mesafe ile orantılıdır. Diğer bir ifade ile aşınma basınç ve yarıçap ile doğru orantılıdır. Düzgün dağılmış aşınma kabul edildiğine göre basınç ve yarıçap çarpımının sabit olması gerekir. Yani;  $P * r \Rightarrow \text{sabit}(c)$ 'tir.

$$df = P * dA = P * 2\pi * r * dr$$

$P * r \Rightarrow c$  olur.

İntegral alınırsa,

$$df = 2\pi * c * dr$$

buradan da  $c$  sabitini çekilirse;

$$F = 2\pi * c \Big|_{d/2}^{D/2} dr = 2\pi * c * \left( \frac{D-d}{2} \right) \quad F = \pi * c * (D-d)$$

$$c = \frac{F}{\pi * (D-d)} = P * r$$

## 4.2 According to Uniformly Distributed Wear

Wear is proportional to pressure and friction speed, friction speed is proportional to the distance from the center of rotation. In other words, wear is directly proportional to pressure and radius. Since evenly distributed wear is assumed, the product of pressure and radius must be constant. Well;  $P * r \Rightarrow \text{constant}(c)$ .

$$df = P * dA = P * 2\pi * r * dr$$

$$P * r \Rightarrow c$$

If integral,

$$df = 2\pi * c * dr$$

if the constant  $c$  is taken from here;

$$F = 2\pi * c \int_{d/2}^{D/2} dr = 2\pi * c * \left( \frac{D-d}{2} \right) \quad F = \pi * c * (D-d)$$

$$c = \frac{F}{\pi * (D-d)} = P * r$$

Kavramanın momenti / Moment of clutch;

$$dM_K = df * r = \mu * (df) * r = \mu * (P * (dA)) * r = \mu * (P * (2\pi * r * dr)) * r$$

buradaki 'P\*r' sabit olduğundan formül / Since 'P\*r' here is constant, the formula;

$$dM_K = \mu * c * 2\pi * r * dr$$

Burada her iki tarafın da integrali alınır / Here, if the integral of both sides is taken;

$$M_K = \mu * c * 2\pi * \int_{d/2}^{D/2} r * dr = \mu * c * 2\pi * \left. \frac{r^2}{2} \right|_{d/2}^{D/2} = \mu * c * \pi * \left( \frac{D^2 - d^2}{4} \right)$$

Buradaki c sabitinin değeri yerine konulacak olursa / Substituting the value of the constant c here;

$$M_K = \mu * \frac{F}{\pi * (D - d)} * \pi * \left( \frac{D^2 - d^2}{4} \right) = \frac{1}{4} * F * \mu * \left( \frac{D^2 - d^2}{D - d} \right) = \frac{1}{4} * F * \mu * \frac{(D - d) * (D + d)}{(D - d)}$$

**Düzgün dağılmış aşınmaya göre kavrama momentinin son hali / final clutch moment for Uniformly Distributed Wear;**

$$M_K = \frac{1}{4} * F * \mu * n * (D + d)$$

## 2.2 Hidrolik Kavrama

Mekanik vites kutularında kullanılan mekanik kavramanın yerini, otomatik kavramalarda “**tork konverter**” olarak adlandırılan hidrolik kavrama almaktadır.

## 2.2 Hydraulic Clutch

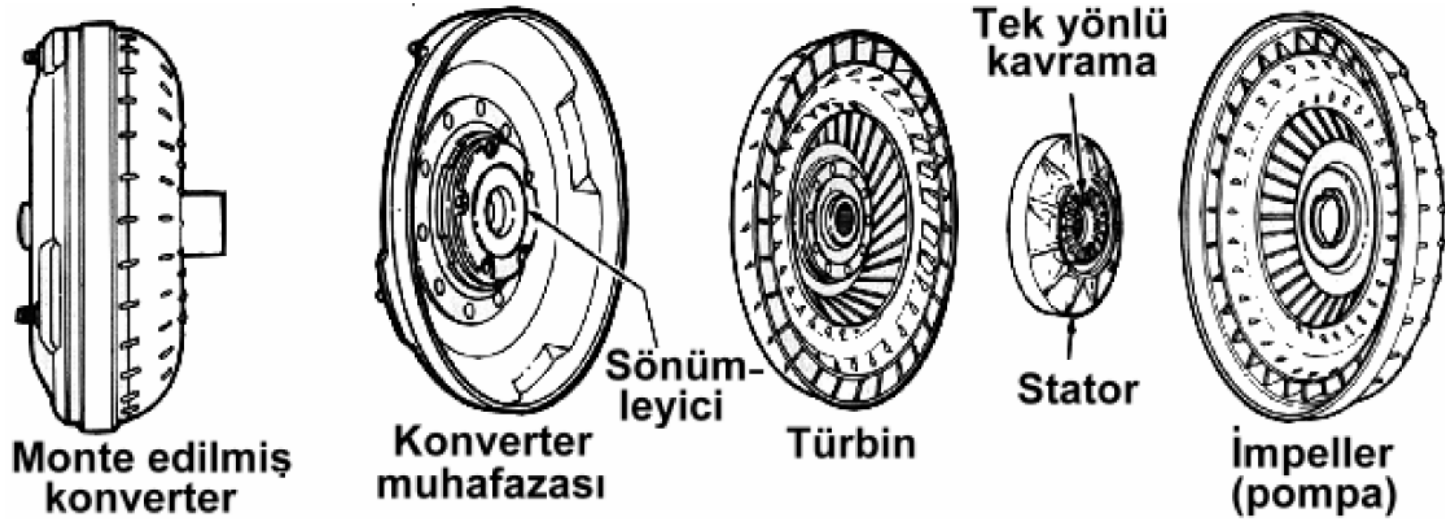
The mechanical clutch used in mechanical gearboxes is replaced by a hydraulic clutch called “torque converter” in automatic clutches.



Mekanik kavrama ayak ile kontrol edilirken, tork konverter sürekli kavramış haldedir. Ancak bağlantı bir akışkan ile sağlandığından, döndürülen eleman kayar ve döndürülen elemandan daha yavaş döner.

While the mechanical clutch is controlled by the foot, the torque converter is always engaged. However, since the connection is provided by a fluid, the rotated element slides and rotates more slowly than the rotated element.

Tork konvertörün ana elemanları döndüren eleman pompa (impeller), dönen eleman türbin ve tork artışını sağlayan statordur.



*Şekil 3.5 Tork konverterin temel elemanları*

Basic elements of the torque converter

The main elements of the torque converter are the pump (impeller), the rotating element is the turbine and the stator, which increases the torque.

İLGİNİZ İÇİN TEŞEKKÜR EDERİM

THANK YOU FOR YOUR INTEREST