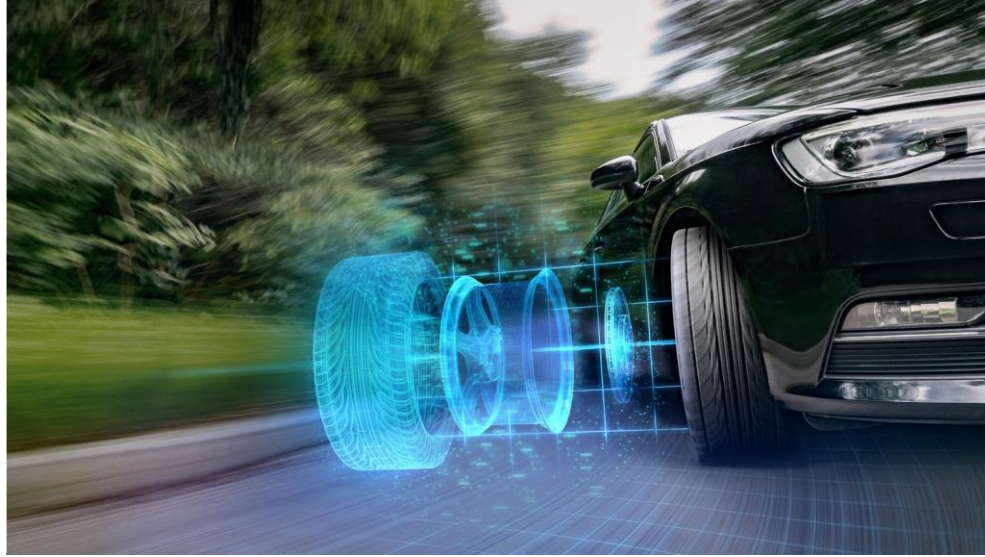


AEE302 Vehicle Dynamics



LESSON 6 DİFERANSİYEL VE AKSLAR (DIFFERENTIAL AND AXLES)

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

İçindekiler - Content

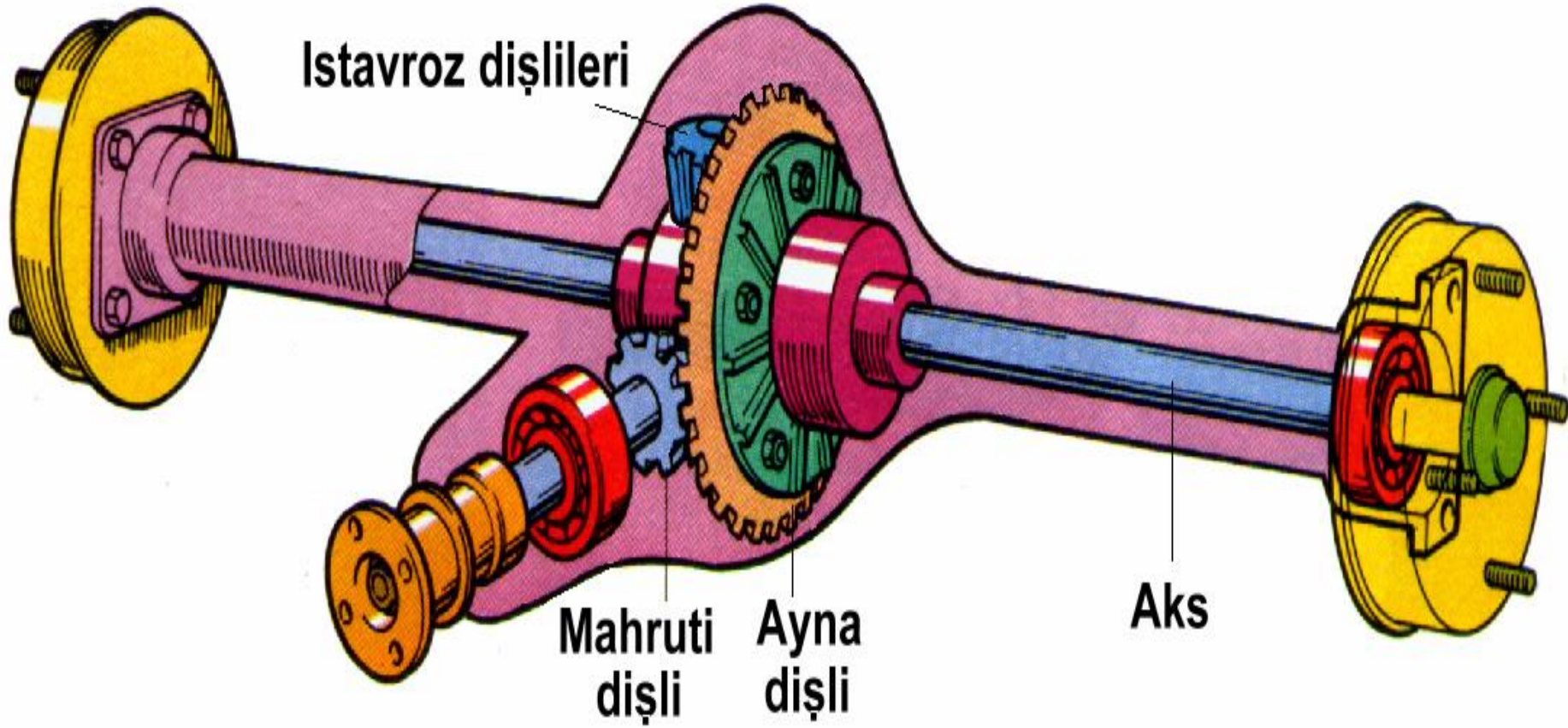
- | | |
|---------------------------|-----------------------|
| 1. Arka Köprü (Dingil) | 1. Rear Bridge (Axle) |
| 2. Diferansiyeller | 2. Differentials |
| 3. Diferansiyel Çeşitleri | 3. Differential Types |
| 4. Kullanılan Dişliler | 4. Gears Used |
| 5. Akslar | 5. Axles |
| 6. Şahlanma Momenti | 6. Raising Moment |
| 7. Transaks | 7. Transaxle |

1. Arka Köprü (Dingil)

Arka köprü; tekerlekler ve kardan mili arasındaki devir düşürücü dişli grubu, diferansiyel ve tekerlek aksları gibi transmisyon parçalarından oluşan ve taşıtı hareket ettiren arka tekerlekleri birbirine bağlayan organdır.

1. Rear Bridge (Axle)

Rear bridge; It is the organ that connects the rear wheels that move the vehicle and consists of transmission parts such as the gear reducer group, differential and wheel axles between the wheels and the propeller shaft.



Arka köprü
Axle

Diferansiyel transmisyon oranı:

Kardan mili dönme hızının aks mili dönme hızına oranıdır.

$$V = \frac{2 * \pi * r * n}{60} \text{ teğetsel hızdan } n \text{ çekilirse;}$$

Tekerlek dönme hızı

$$n_t = \frac{1000 * V}{120 * \pi * r_w} = \frac{2,653 * V}{r_w}$$

Burada;

V = taşıt hızı, km/h

r_w = Tekerlek yarı çapı (m)

Differential transmission ratio:

It is the ratio of the propeller shaft rotation speed to the axle shaft rotation speed.

$V = \frac{2 * \pi * r * n}{60}$ if n is drawn from the tangential velocity;

Wheel rotation speed

$$n_t = \frac{1000 * V}{120 * \pi * r_w} = \frac{2,653 * V}{r_w}$$

Here;

V = Vehicle Speed (km/h)

r_w = Wheel Radius (m)

Diferansiyel transmisyon oranı:

$$i_d = \frac{n_s}{n_t} = \frac{r_w * n_s}{2,653 * V}$$

Burada;

$$n_s = \text{kardan milinin dönme hızı} \frac{1}{\text{min}}$$

$$n_t = \text{Tekerleklerin dönme hızı} \frac{1}{\text{min}}$$

Differential transmission ratio:

$$i_d = \frac{n_s}{n_t} = \frac{r_w * n_s}{2,653 * V}$$

Here;

$$n_s = \frac{1}{\text{min}} \text{ Rotational speed of propeller shaft}$$

$$n_t = \frac{1}{\text{min}} \text{ Rotational speed of the wheels}$$

Motor ile tekerlekler arasında bulunan muhtelif organların verimleri aşağıdaki gibi alınabilir;

Vites kutusu (ara viteslerde-pirizdirekte) = 0,95 -0,85

Vites kutusu toplam = 0,80

Kardan mafsalları = 0,98

Konik dişli grubu = 0,97

Diferansiyel ve aks rulmanları = 0,95

Toplam transmisyon verimi = 0,85 alınabilir.

The efficiency of the various organs located between the engine and the wheels can be taken as follows;

Gear box (in mediate gears-on the prizdirek) = 0,95 - 0,85

Gearbox total = 0,80

Cardan joints = 0,98

Bevel gear group = 0,97

Differential and axle bearings = 0,95

Total transmission efficiency = 0,85 alınabilir.

Motor çıkışından akslara iletilen moment

$$M_a = M_e i_0 n_{tr}$$

M_e = Motor torku (Nm)

i_0 = Toplam transmisyon oranı

n_{tr} = Toplam Transmisyon verimi (vites kutusu transmisyon verimi* diferansiyel transmisyon verimi)

The torque transmitted from the motor output to the axles

$$M_a = M_e i_0 n_{tr}$$

M_e = Engine torque (Nm)

i_0 = Total transmission ratio

n_{tr} = Total Transmission efficiency (gearbox transmission efficiency* differential transmission efficiency)

2. Diferansiyeller

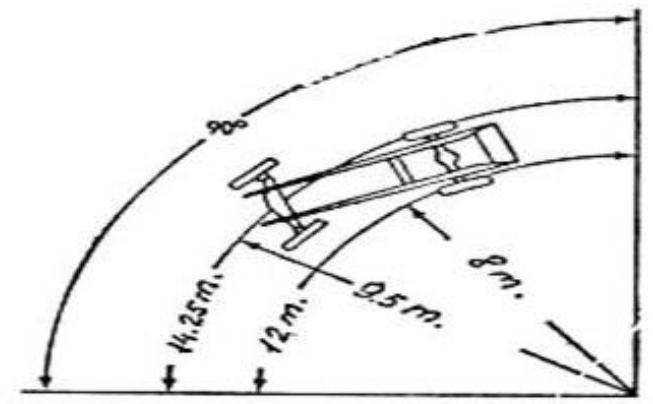
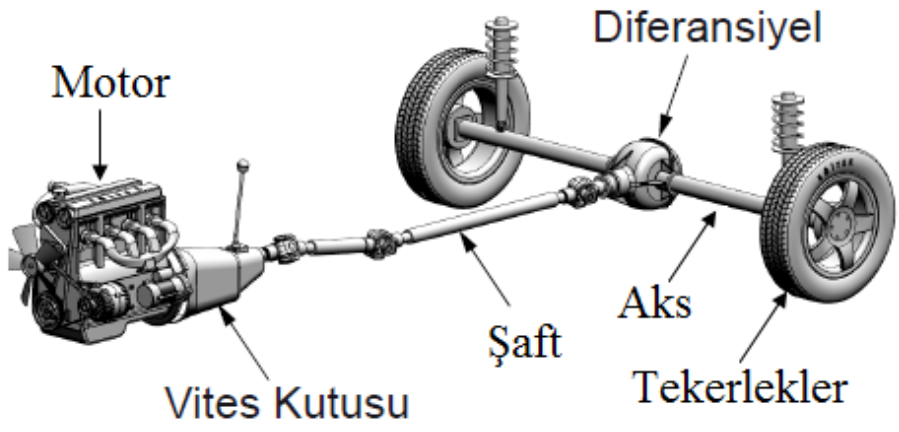
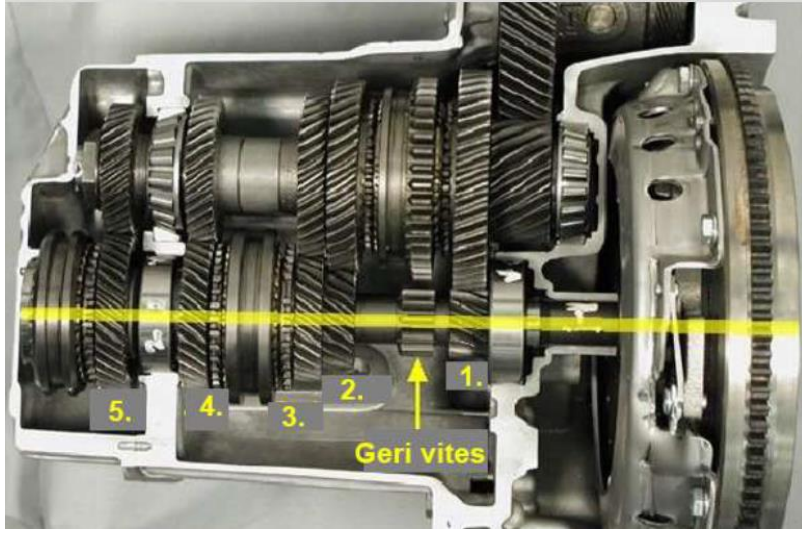
Görevi:

- Şafttan gelen hareketin hızını düşürerek momentini arttırır.
- Virajlarda iç tekerin yavaş dış tekerin daha hızlı dönmesini sağlayarak tekerleklerin sürtünmeden ve aracın savrulmadan rahat viraj almasını sağlar.
- Arkadan çekişli araçlarda gelen hareketin yönünü 90 derece, önden çekişli araçlarda gelen hareketin yönünü çevirir.

2. Differentials

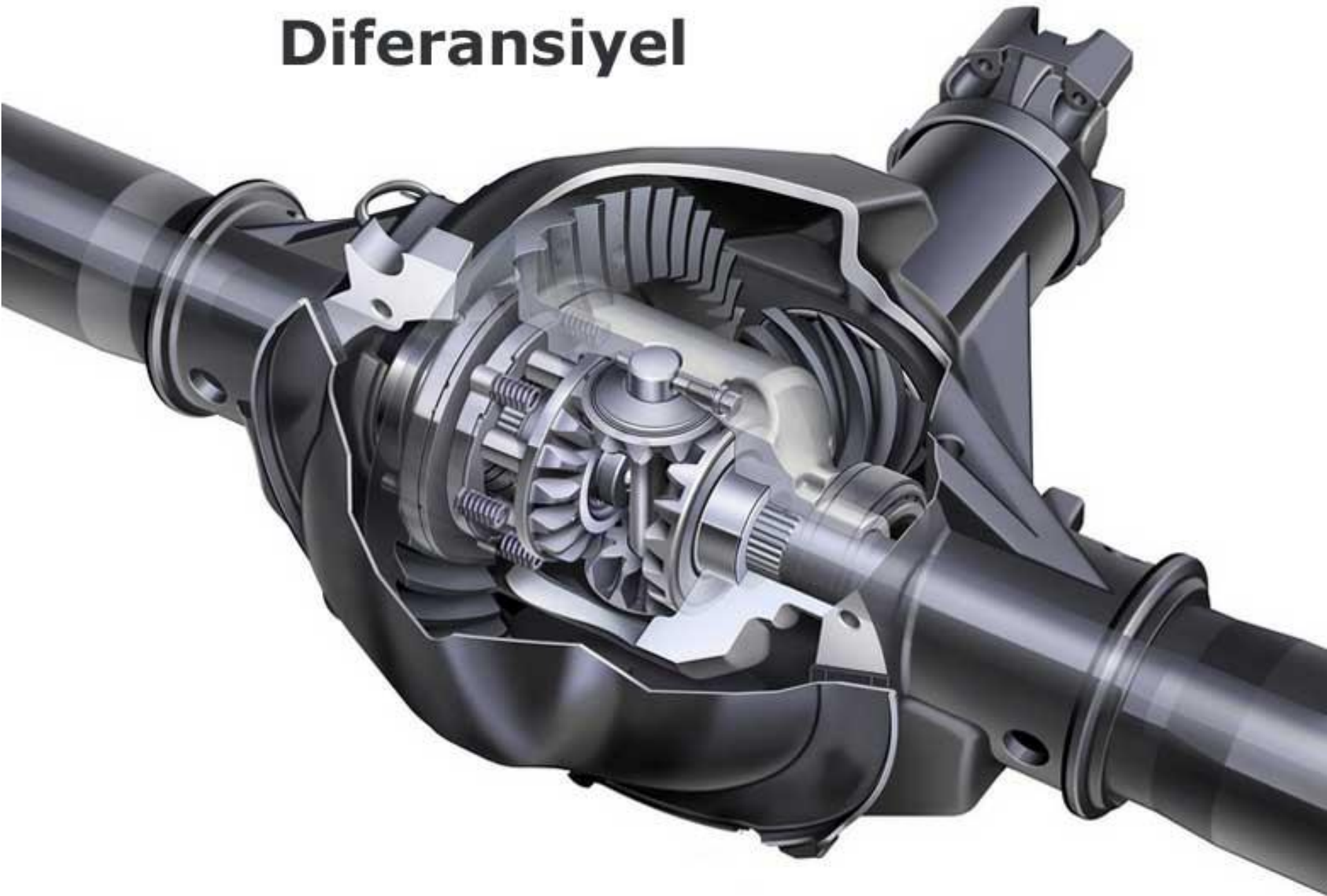
Function:

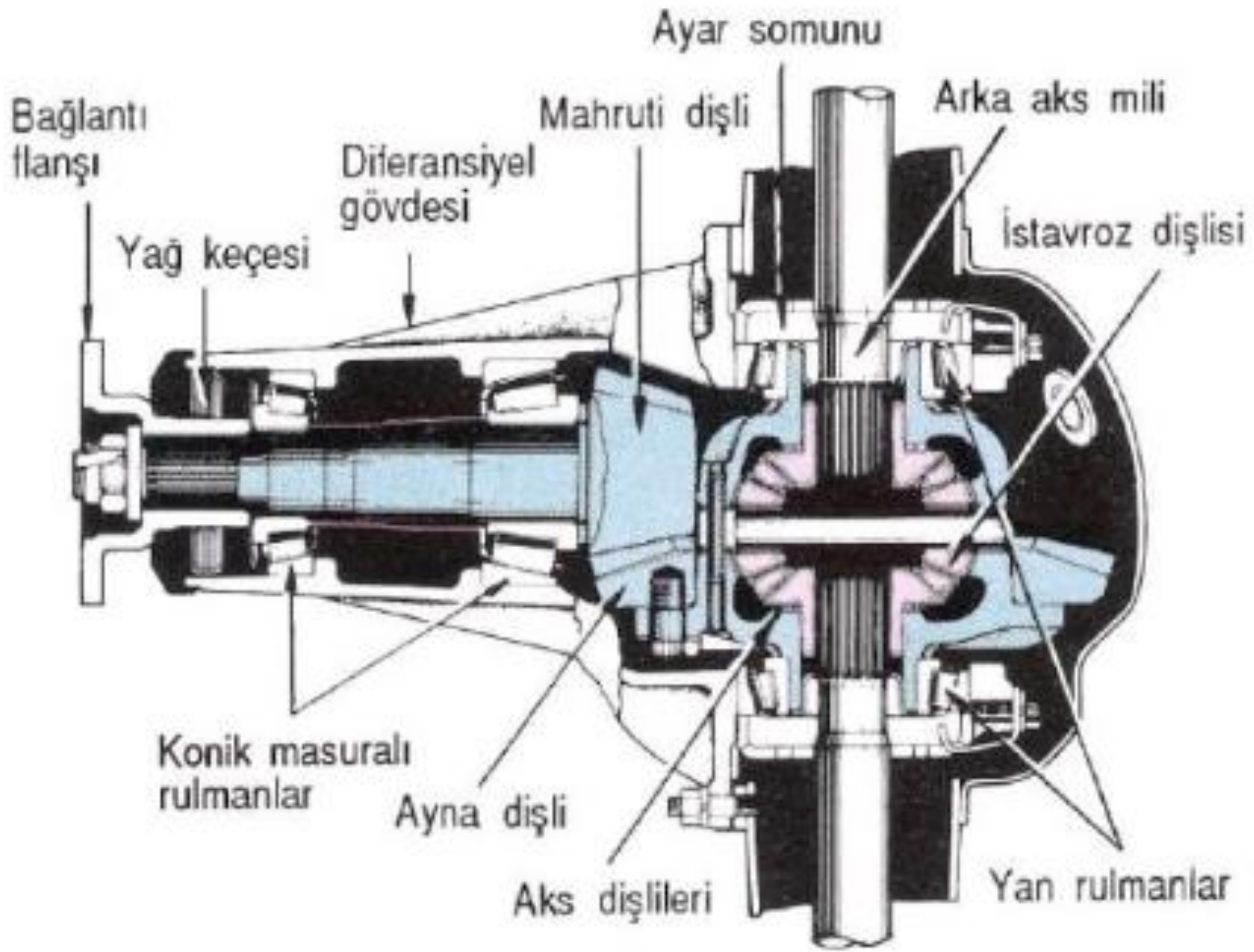
- Increases the moment by decreasing the speed of the movement coming from the shaft.
- It enables the inner wheel to turn faster than the slow outer wheel in bends, allowing the wheels to corner comfortably without friction and without skidding.
- It turns the direction of the incoming movement 90 degrees in rear wheel drive vehicles, and the direction of the incoming movement in front wheel drive vehicles.



Şekil 10-1. Virajda tekerleklerin almak zorunda oldukları yol.

Diferansiyel





3. Diferansiyel Çeşitleri

Otomobil ve ağır hizmet tipi araçlarda kullanılan diferansiyeller üç başlık altında toplanabilir;

1. Standart Diferansiyel Dişli Kutuları
2. Kontrollü Kayma Yapabilen Diferansiyeller
3. Kayma Yapmayan Diferansiyellerdir.

3. Differential Types

Differentials used in automobiles and heavy-duty vehicles can be grouped under three headings;

1. Standard Differential Gearboxes
2. Differentials with Controlled Slip
3. Non-Slip Differentials.

3.1 Standart Diferansiyel Dişli Kutuları

Standart diferansiyel dişli kutusunun bazı eksik yanları vardır, özellikle kaygan yollarda tekerin biri patinaja geçtiği zaman aracı yürütmek zorlaşır. Çünkü diferansiyel dişli kutusunun yapısı patinaja geçen tekerin rahatlıkla patinaj halini sürdürmesine imkân verir.

3.1 Standart Differential Gearboxes

The standard differential gearbox has some shortcomings, especially on slippery roads, when one of the wheels slips, it becomes difficult to drive the vehicle. Because the structure of the differential gearbox allows the skidded wheel to easily maintain its skid state.

Yerde sabit kalan tekere herhangi bir moment iletimi olmaz. Diferansiyel dişli kutusunun yapısından kaynaklanan bu eksik yan, özellikle, ağır hizmet tipi araçlar için büyük güçlükler doğurur. Lâstikler erken aşınır; aracı kurtarmak büyük gayret ve zaman kaybına yol açar.

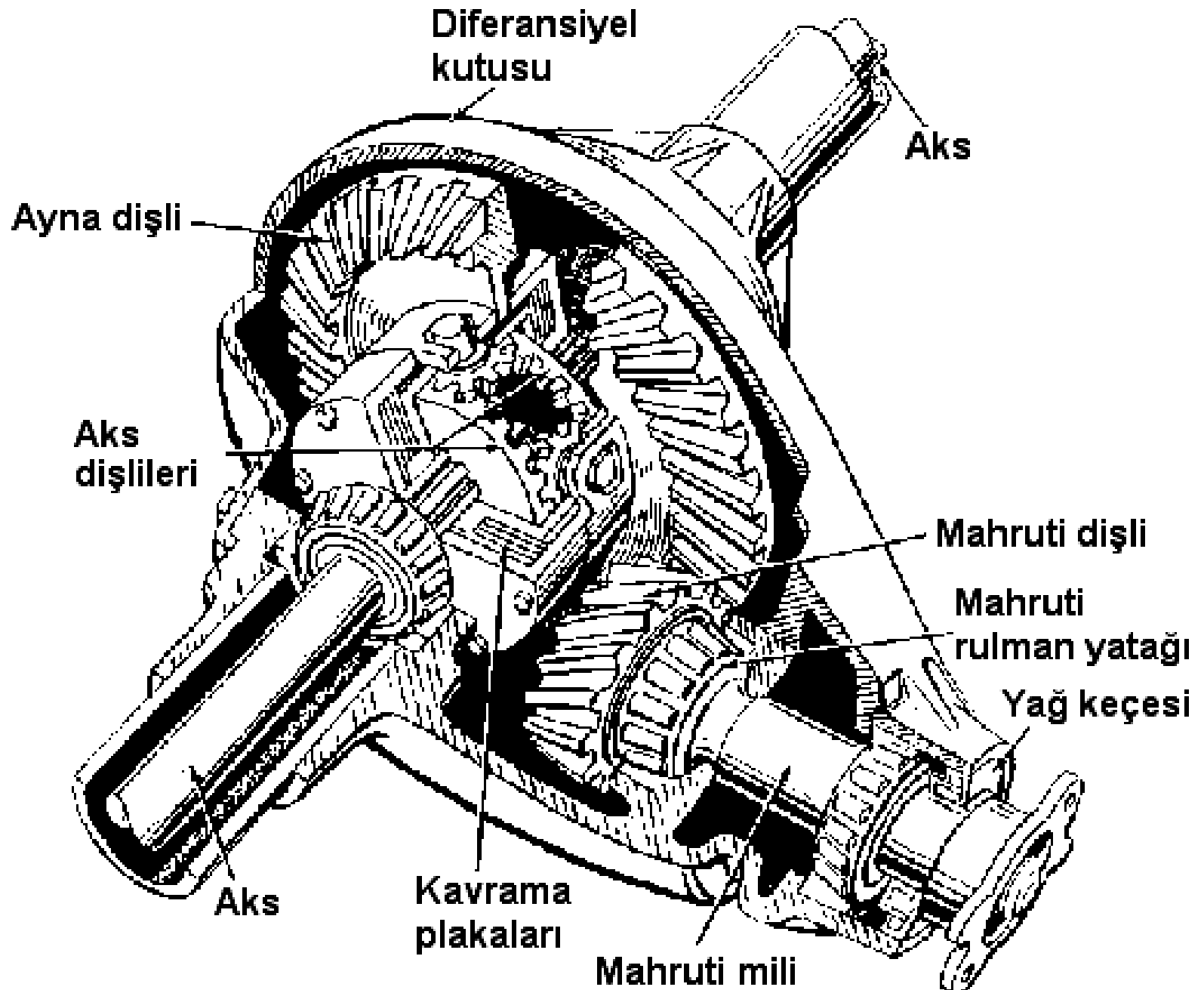
There is no moment transmission to the wheel that remains stationary on the ground. This missing aspect due to the structure of the differential gearbox creates great difficulties, especially for heavy-duty vehicles. Tires wear prematurely; Recovering the vehicle takes a lot of effort and time.

3.2 Kontrollü Kayma Yapabilen Diferansiyeller

Sınırlı kaymalı diferansiyel, standart diferansiyeldeki parçalara ek olarak, aks dişlilerini birbirine kilitlemek üzere elektrik, pnömatik veya hidrolik bir mekanizma içermektedir.

3.2 Differentials with Controlled Slip

In addition to the parts in the standard differential, the limited slip differential includes an electrical, pneumatic or hydraulic mechanism to lock the axle gears together.



3.3 Kayma Yapmayan Diferansiyeller

Ağır vasıtalarda diferansiyel ok nemlidir. Ve kesinlikle kayma yapması istenmez.

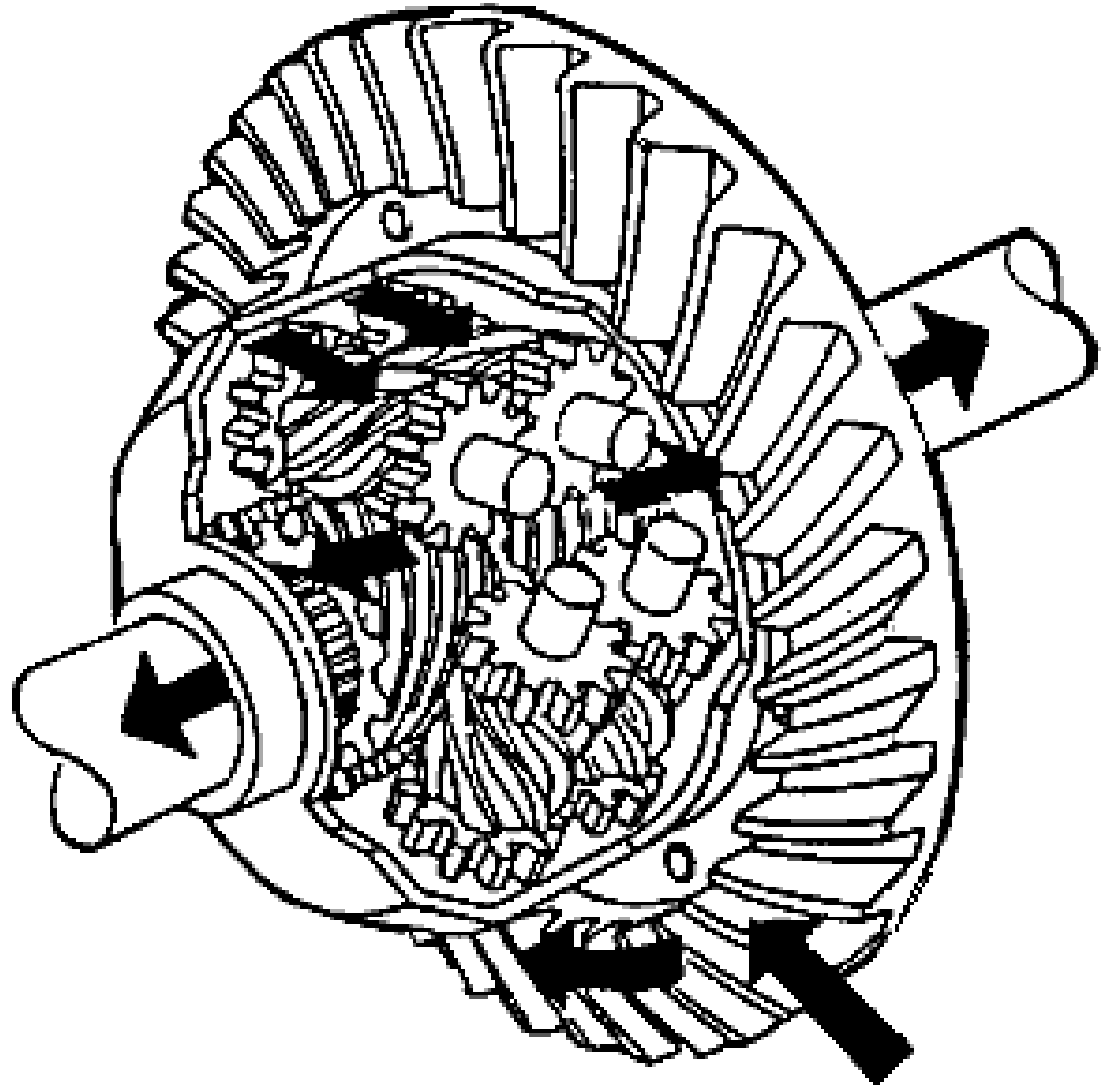
3.3 Non-Slip Differentials

Differential is very important in heavy vehicles. And it is absolutely undesirable to slip.



Torsen diferansiyel (**Torque Sensing Differential**), normal koşullarda açık diferansiyel gibi çalışır. Ancak bir tekerlek çekiş kaybetmeye başladığında torktaki farklılık torsen diferansiyeldeki dişlilerin birbirine bağlanmasına sebep olur.

Torsen differential (Torque Sensing Differential) works like an open differential under normal conditions. But when a wheel starts to lose traction, the difference in torque causes the gears in the torsen differential to engage.



4. Kullanılan Dişliler (Gears Used)

Düz Konik Dişliler:

Straight Bevel Gears:



Spiral Konik Dişliler:

Spiral Bevel Gears:



Spiral konik dişlilerin avantajları;

- Gürültü ve aşınma daha az,
- Kayma miktarı azaltılmış,
- Temas yüzeyi fazla,

Dezavantajları;

- Eksenel kuvvetler fazla

Advantages of spiral bevel gears;

- Less noise and wear,
- The amount of slip is reduced,
- Too much contact surface

Disadvantage:

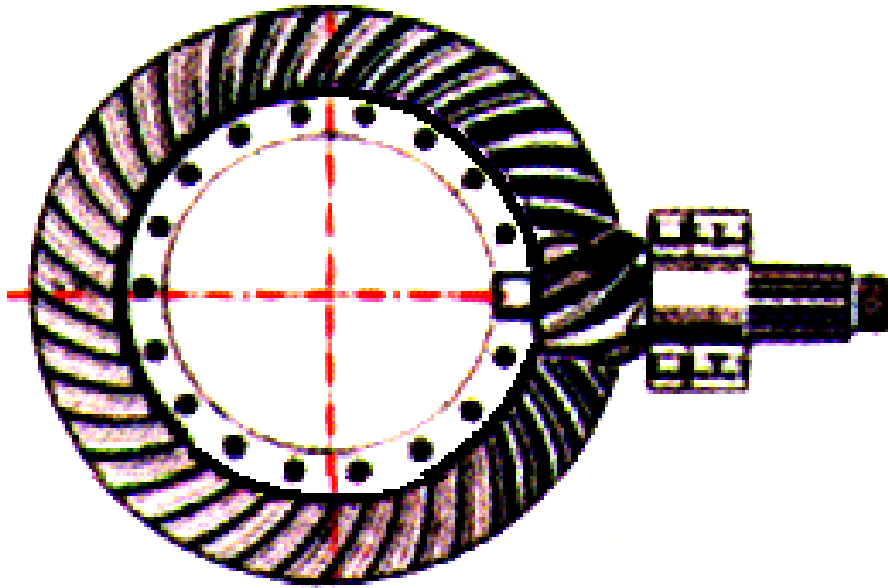
- Axial forces are high

Hipoid Dişli:

Hipoid dişliler spiral konik dişlilere benzerler ancak onlardan farklı olarak eksenleri çakışmaz.

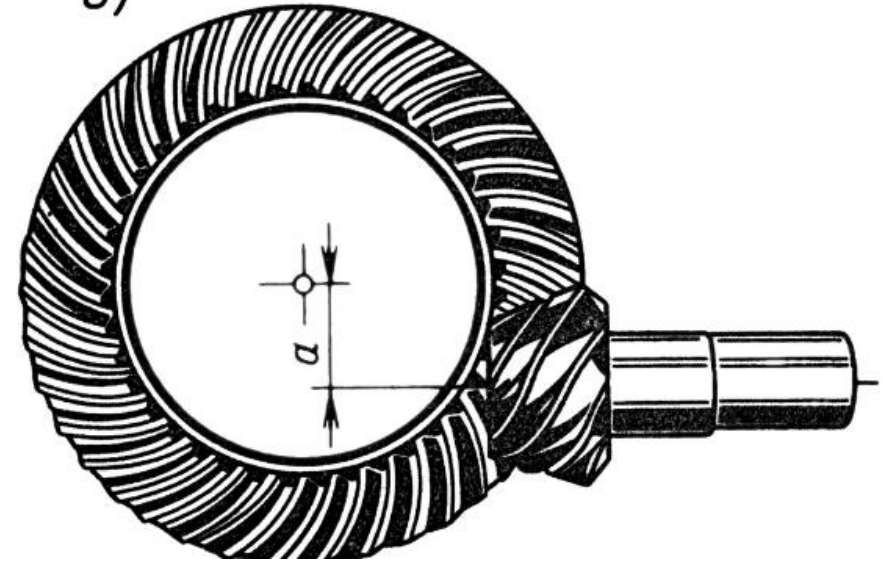
Hypoid Dişli:

Hypoid gears are similar to spiral bevel gears, but unlike them, their axes do not coincide.



Spiral konik dişli
Spiral bevel gear

δ)



Hipoid dişli
Hypoid gear

Hipoid dişlilerin konik dişlilere göre avantajları;

- Mahruti eksenin aşağı alınması
- Temas halindeki diş sayısının artması
- Daha yüksek güç iletiminde daha faydalı

Dezavantajları;

- Dişlerdeki göreceli kaymanın yüksek olması.

(Kaymanın yüksek oluşu dişlilerdeki yağ filminin bozulmasına sebep olabilir. Buda aşınmayı artırır. Bunu önlemek için daha nitelikli yağ kullanılabilir.)

Advantages of hypoid gears over bevel gears;

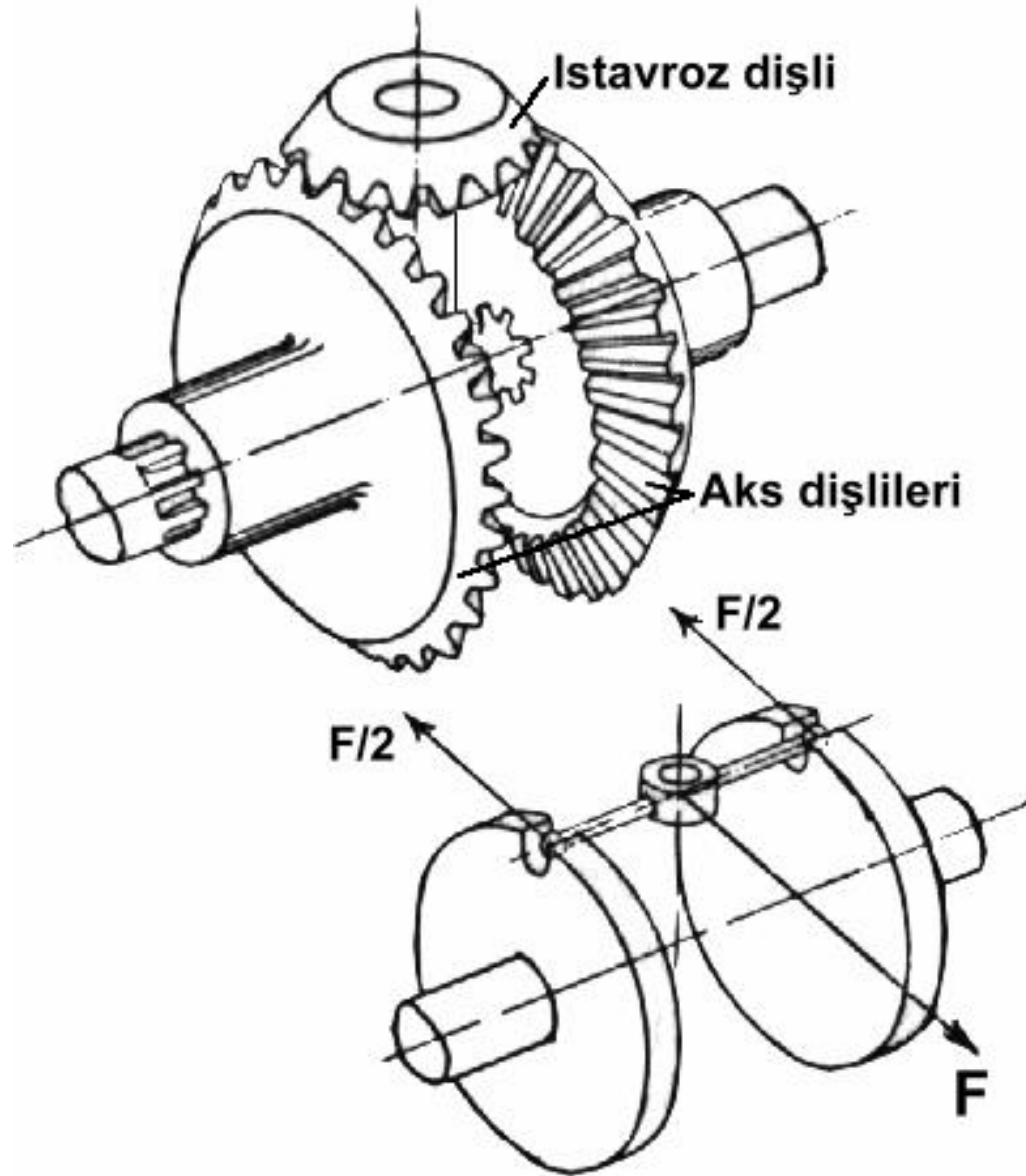
- Lowering the bevel axis
- Increase in the number of teeth in contact
- More useful in higher power transmission

Disadvantages;

- High relative slip of gears.

(High slippage may cause the oil film in the gears to deteriorate. This increases wear. More qualified oil can be used to prevent this.)

İstavroz ve Aks Dişlileri (Cross and Axle Gears)

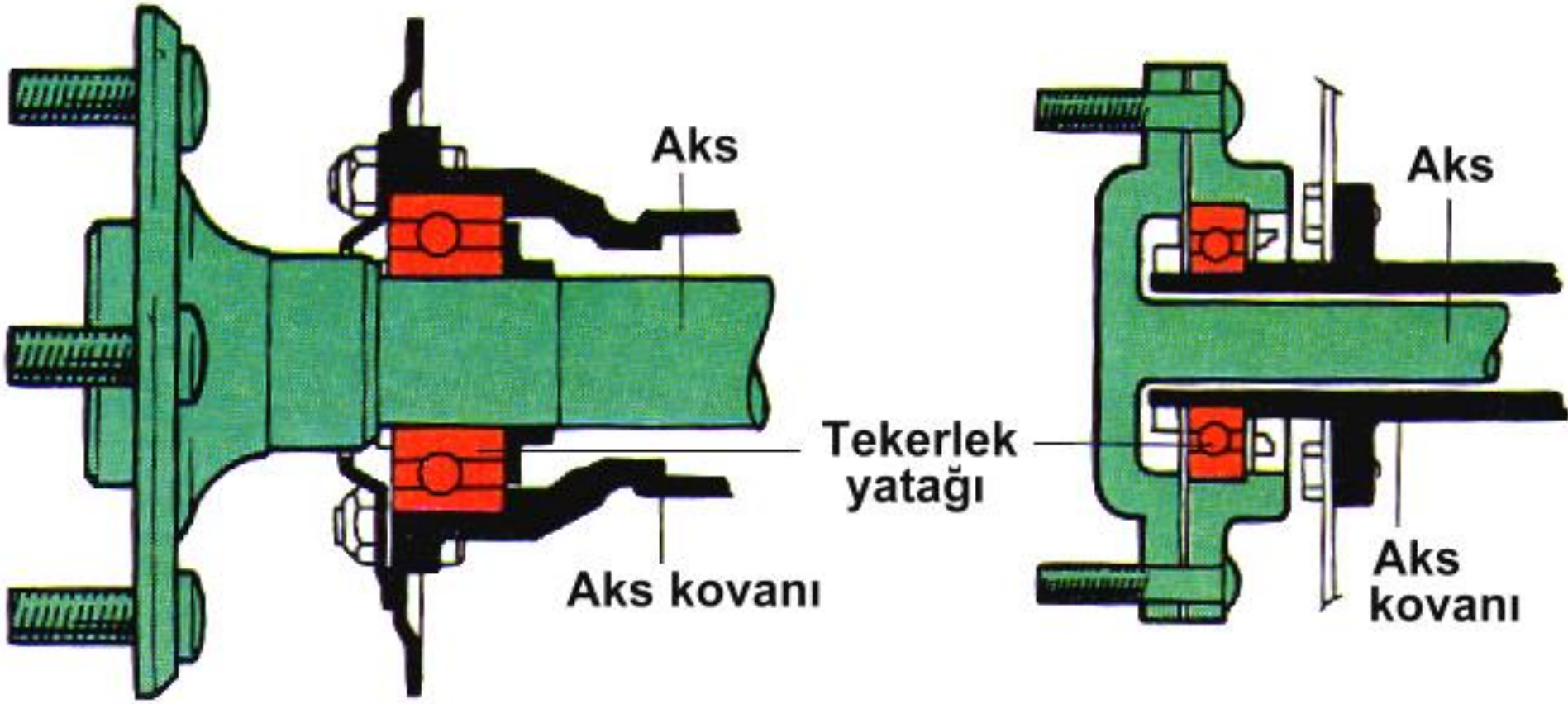


5. Akslar

Diferansiyel ile tekerlekler arasındaki iletimi sağlayan mile “**aks**” denmektedir. Tekerlek aksın ucuna tespit edilmiş olabildiği gibi, fren kampanasını taşıyan yalancı bir dingil üzerinde bulunabilir ve kamalı olan milin ucuna da geçebilir. Akslar yumuşak nikel-krom veya yarı sert krom-molibdenli çeliklerden yapılmaktadır.

5. Axles

The shaft that provides the transmission between the differential and the wheels is called the "axle". The wheel can be fixed to the end of the axle, or it can be located on a false axle that carries the brake drum, and it can also pass to the end of the splined shaft. Axles are made of soft nickel-chromium or semi-hard chrome-molybdenum steels.



Aks - tekerlek bağlantısı

Axle - wheel coupling

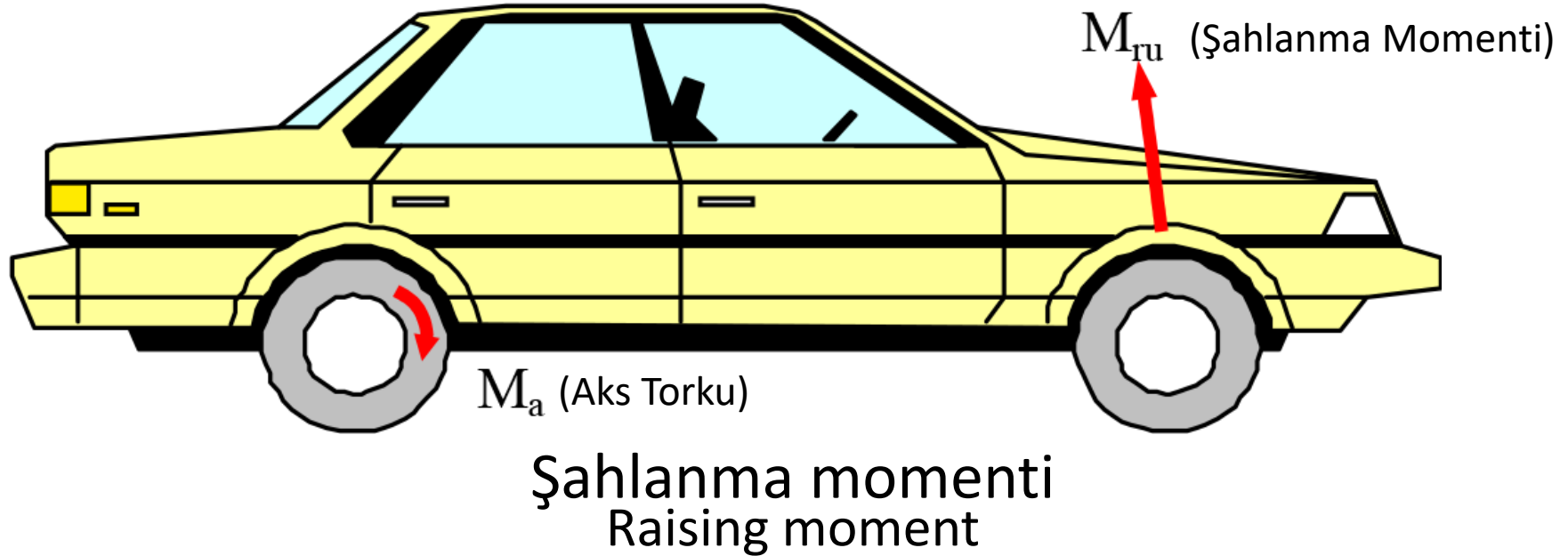
6. Şahlanma Momenti

Mahruti dişlinin ayna dişliye uyguladığı tork, tekerleklere iletilen aks torkudur. Tork iletimi sırasında mahruti dişli ayna dişli üzerinde yukarıya doğru tırmanmak ister ve yatakları üzerine ters yönde aks torkuna eşit bir moment uygular. İşte bu momente “**şahlanma momenti**” denmektedir.

6. Raising Moment

The torque applied by the bevel gear to the bevel gear is the axle torque transmitted to the wheels. During torque transmission, the bevel gear wants to climb upwards on the bevel gear and applies a torque equal to the axle torque on its bearings in the opposite direction. This moment is called the 'raising moment'.

Arka köprü bu momentin tesiriyle tekerlek milleri etrafında tekerleklerin aksi yönünde dönmek ister, süspansiyon yayları veya arka köprüye gelen boru bu hareketi önler.



With the effect of this moment, the rear bridge wants to turn around the wheel shafts in the opposite direction of the wheels, suspension springs or the pipe coming to the rear bridge prevent this movement.

Şahlanma momentinin ön tekerleklerde oluşturduğu yük azalması :

The load reduction caused by the raising moment on the front wheels:

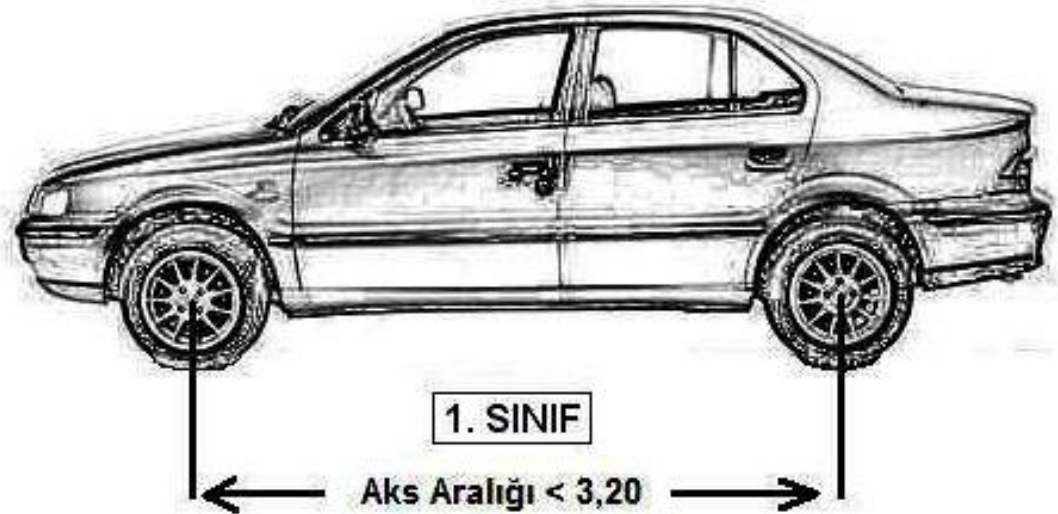
$$F = \frac{M_a}{L}$$

L = Dingiller arası mesafe (m)

Distance between axles (m)

M_a = Aks torku (Nm)

Axle torque (Nm)

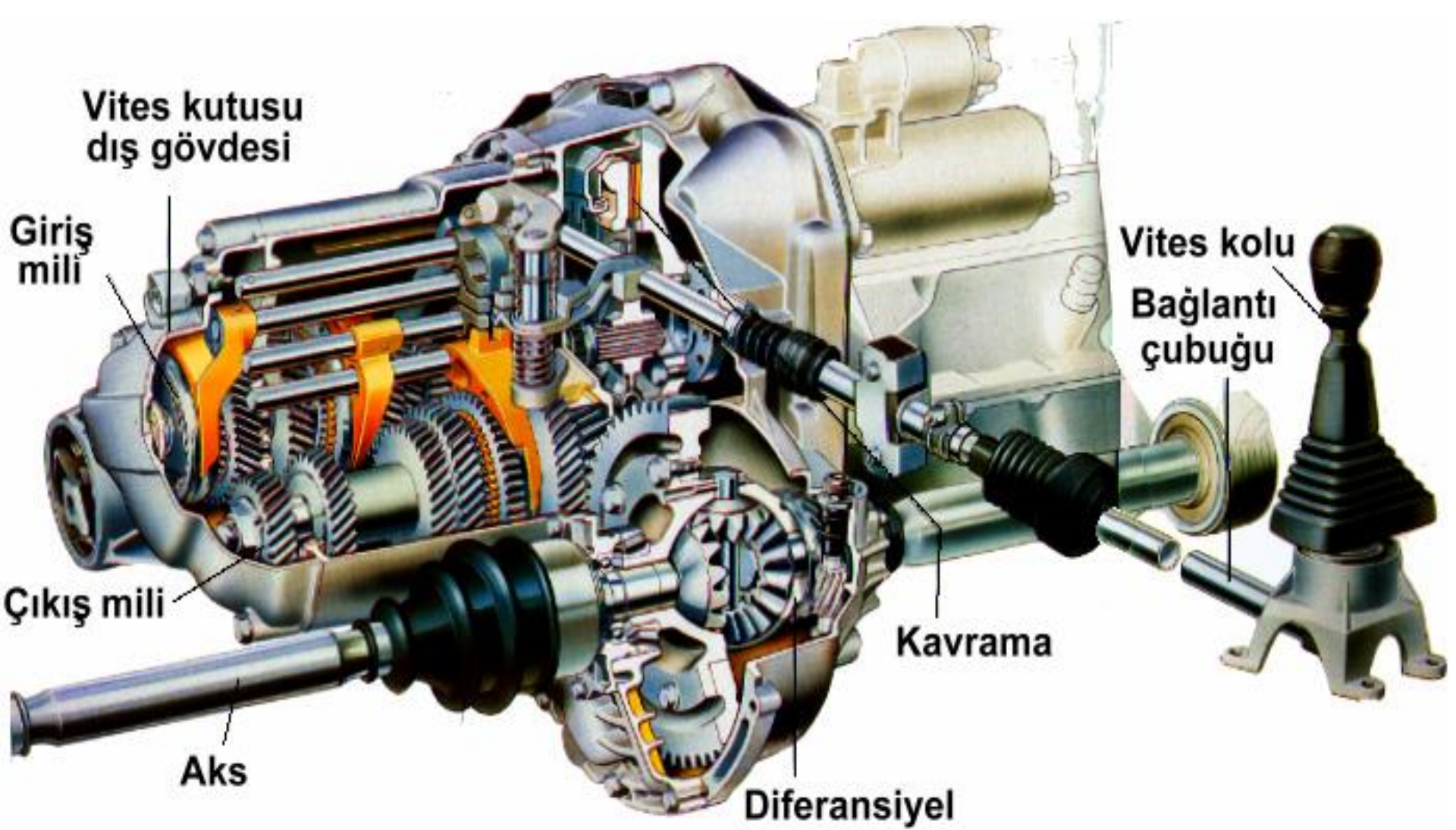


7. Transaks

Diferansiyel, vites kutusundan uzakta ve arka dingilin bir kısmı şeklinde olabileceği gibi, önden motorlu önden çekişli taşıtlarda, vites kutusu ile birleştirilebilmekte ve **transaks (transaxle)** olarak adlandırılmaktadır.

7. Transaxle

The differential can be far from the gearbox and in the form of a part of the rear axle, or it can be combined with the gearbox in front-engined front-wheel drive vehicles and is called a **transaxle**.



Transaks
Transaxle

İLGİNİZ İÇİN TEŞEKKÜR EDERİM

THANK YOU FOR YOUR INTEREST