

# DEMİRYOLU ARAÇ BAKIM ONARIMCISI MOTOR BİLGİSİ



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



**High-Speed TrainING**

**Haziran 2024**

## Özet

Bu eğitim programı; TCDD Taşımacılık A.Ş Araç Bakım birimlerinde çalışan demiryolu çeken araçların bakım ve onarım işçilerinin Araç Bakım birimlerinde unvana uygun uzmanlık eğitimi almalarını, demiryolu araçları dizel motorlarının bakım ve onarımını iş sağlığı ve güvenliği ilkeleri ile üretici motor bakım kataloglarına uygun olarak yapabilmelerini ve bu teorik bilgilerin atölye uygulamaları ile pekiştirilmesini amaçlar.

Bu ders notu içeriğinde Raylı Sistemler Çeken Araçların Dizel Motor Araç Bakım Onarımcısının işyerinde temel bilgileri öğrenip, kendi başına uygulayabilmesini sağlamak için hazırlanmıştır. Demiryolu çeken araçlarının dizel motor aksamında araç bakım işyerlerinde gerekli onarımlarının ve bakımlarının yapılma aşamalarını şekillerle anlatımı bulunmaktadır.

## İçindekiler

1. Motorlar.....	8
1.1 İçten Yanmalı Motorlar.....	8
1.2 II Zamanlı İçten Yanmalı motorlar.....	9
2. 645E/645E3C Tipi II Zamanlı Motorlar.....	10
2.1. 645E/645E3C Tipi II Zamanlı Motorların Teknik Özellikleri.....	10
2.2. 645E/645E3C Tipi II Zamanlı Motorların Yerleşim Düzeni.....	11
2.3. 645E/645E3C Tipi II Zamanlı Motorları Oluşturan Parçalar.....	12
2.3.1. Silindir Bloğu (motor bloğu) ve yağ karteri.....	12
2.3.2. Silindir Gömleği.....	15
2.3.3. Silindir Başlığı ve Aksesuarları.....	19
2.3.3.1. Egzoz supabı Köprü Komlesi.....	21
2.3.3.2. Külbütör Kolları.....	22
2.3.3.3. Dekompresyon Ventili.....	23
2.3.4. Piston Komitesi ve Segmanlar.....	24
2.3.4.1. Piston Komitesi.....	24
2.3.4.2. Segmanlar.....	25
2.3.4.2.1. Sıkıştırma (kompresyon) Segmanları.....	25
2.3.4.2.2. Yağlama Segmanları.....	27
2.3.4.2.3. Piston Emniyet Segmanı.....	27
2.3.5. Biyel Kolu Düzeni.....	28
2.3.6. Krank Mili.....	29
2.3.7. Eksantrik Milleri Kompleksi.....	32
2.3.7.1. Eksantrik Milleri Dişli Grubu.....	32
2.3.7.2. Eksantrik Mili.....	32
2.4. Yağlama Sistemi.....	33
2.5. Soğutma Sistemi.....	35
2.6. Yakıt Sistemi.....	37
2.6.1. Yakıt Enjektörleri.....	37
2.7. Hava Giriş ve Egzoz Sistemleri.....	38
2.8. Regülatör.....	42
2.9. Düşük Su ve Karter Basıncı Kontrol Düzeni.....	44
2.10. Regülatör Düşük Yağ Basıncı Plancırının Atması.....	45
2.11. Spesifikasyonlar.....	48
2.12. Nominal Değerler.....	49
2.13. Kapasiteler.....	50
2.14. Ağırlıklar.....	50
2.15. Tork Değerleri.....	53
3. Dört Zamanlı 16 PA4 V185 Tipi Motorlar.....	58
3.1. 16 PA4 V185 Dizel Motorun Özellikleri.....	58
3.2. Motor Düzeni.....	59
3.3. Dört Zamanlı (Stroklı) Dizel Motorun Çalışma Prensibi.....	59
3.3.1. 1. Zaman (Emme).....	60
3.3.2. 2. Zaman (Sıkıştırma).....	60
3.3.3. 3. Zaman (iş).....	61
3.3.4. 4. Zaman (Egzoz).....	61
3.4. 16 PA4 V185 Dört Zamanlı Dizel Motor Parçaları.....	64
3.4.1. Motor Bloğu.....	64
3.4.2. Krank Mili.....	65
3.4.3. Eksantrik (Kam) Mili.....	66
3.4.4. Silindir Gömlek ve Ceketleri.....	67

3.4.5. Silindir Başlığı ve Aksesuarları.....	69
3.4.6. Piston ve Piston Kolu.....	72
3.4.7. Titreşim Damperi.....	75
3.4.8. Elastik Kaplin.....	75
3.4.9. Volant.....	76
3.4.10. Regülatör.....	76
3.5. 16 PA4 V185 Dizel Motorun Donanımları.....	79
3.5.1. Hava Emme ve Egzoz Sistemleri.....	79
3.5.2. Yağlama Sistemi.....	83
3.5.3. Soğutma Sistemi.....	88
3.5.4. Yakıt Sistemi.....	90
3.6. 16 PA4 V185 Dizel Motorun Periyodik Bakım ve Kontrolleri.....	96
3.6.1. Kontrol Bakım.....	97
3.6.2. Küçük Bakım 1.....	97
3.6.3. Küçük Bakım 2.....	97
3.6.4 Küçük Bakım 3.....	98
3.6.5. Genel Bakım.....	98
3.6.6. Büyük Genel Bakım.....	98
3.7. 16 PA4 V185 Dizel Motorun Ateşleme Silindir Sıra Numaraları (örnek).....	100
3.8. 16 PA4 V185 Dizel Motorları Sıkma Talimatları ve Tork Değerleri.....	101

## Şekiller

Şekil 1. GM 645 E/EC3 tipi motor silindir gömleği ve su ceketini.....	9
Şekil 2. Motorların çalışmasının şematik resmi.....	10
Şekil 3. 645E/645E3C tipi dizel motor silindir yerleşim düzeni.....	11
Şekil 4. 645EC3 16 silindir motor kompleksi, Yandan görünüş.....	12
Şekil 5. 645E3C 16 silindir motor kompleksi, Önden görünüş .....	12
Şekil 6. Silindir bloğu (motor bloğu).....	13
Şekil 7. Silindir bloğu ve yağ teknesi.....	14
Şekil 8. Silindir bloğunun üstten görünüşü.....	14
Şekil 9. Silindir bloğunun üstten görünüşü.....	15
Şekil 10. Silindir gömleği.....	16
Şekil 11. Su giriş reflektörü.....	16
Şekil 12. Silindir gömleği su çıkış delikleri.....	17
Şekil 13. Kılavuz saplama.....	18
Şekil 14. Kılavuz delik.....	18
Şekil 15. 645E/E3C motorlarda kullanılan başlık altı conta kompleksi.....	19
Şekil 16. Supaplarla birlikte silindir başlığı.....	19
Şekil 17. 645E/645E3C motor tipi başlık alt yüzeyi.....	20
Şekil 18. 645E/645E3C tipi motor başlık üst görünümü ve egzoz kanalı.....	20
Şekil 19. Silindir başlığı kompleksi yaygın görünüşü.....	21
Şekil 20. Supap köprüsü kompleksi.....	22
Şekil 21. Enjektör külbütör kolu ile egzoz külbütör kolu arasındaki farklar.....	23
Şekil 22. Dekompresyon ventili.....	23
Şekil 23. 645E tipi motor piston üzerindeki segman kanalları.....	24
Şekil 24. Pistonun değişik kısımlarındaki çalışma sıcaklıkları.....	25
Şekil 25. Sıkıştırma (alev) segmanının piston üzerindeki montajı.....	26
Şekil 26. Yeni alev segmanı.....	26
Şekil 27. 2.,3. Ve 4. Sıkıştırma segmanlarının piston üzerindeki montajı.....	26
Şekil 28. Yeni sıkıştırma segmanı.....	27
Şekil 29. Yağlama segmanlarının montajı.....	27
Şekil 30. Piston emniyet segmanının montajı.....	28
Şekil 31. Biyel kolları, yatak kılıfları ve yatak kepi.....	28
Şekil 32. Bıçak-biyel kolu pabucu mavi-siyah renk değişimi.....	29
Şekil 33. Krank mili.....	29
Şekil 34. DE 22000-DE 33000 tipi motor krank mili.....	30
Şekil 35. DE 22000-DE 33000 tipi baskı halkası.....	30
Şekil 36. DE 33000 baskı halkası montajlı hali kompleksi .....	30
Şekil 37. 16 silindirli 654EC3 tipi motor ana yatak montajı kompleksi.....	30
Şekil 38. Krank mili yağ geçişi.....	31
Şekil 39. DE 33.000 Lokomotif Krank Mili Kompleksi.....	31
Şekil 40. Eksantrik mili dişli grubu.....	32
Şekil 41. 16 silindir eksantrik mili kompleksi.....	33
Şekil 42. Yağlama sistemi.....	34
Şekil 43. Soğutma sistemi.....	36
Şekil 44. Yakıt enjektörü.....	38
Şekil 45. Motor hava filtresi.....	39
Şekil 46. Blöver.....	39
Şekil 47. Turbo kompresör.....	40

Şekil 48. Turbo kompresör tahrik dişlisi ve kavrama düzeni.....	40
Şekil 49. Hava soğutucusu.....	41
Şekil 50. Egzoz manifoldları.....	41
Şekil 51. Regülatör.....	43
Şekil 52. Su ve karter basıncı dedektörleri.....	44
Şekil 53. Yağ basıncı duyucu hattı.....	47
Şekil 54. Motor düzeni.....	59
Şekil 55. Emme zamanı.....	60
Şekil 56. Sıkıştırma zamanı.....	60
Şekil 57. İş (genişleme) zamanı.....	61
Şekil 58. Egzoz zamanı.....	61
Şekil 59. Dört zamanlı örnek bir dizel motor supap ayar diyagramı.....	62
Şekil 60. Dört zamanlı örnek bir dizel motor P- $\alpha$ diyagramı.....	63
Şekil 61. Dört zamanlı örnek bir dizel motor P-V (basınç-hacim) diyagramı.....	64
Şekil 62. Motor bloğu.....	65
Şekil 63. Krank mili.....	66
Şekil 64. Eksantrik mili.....	67
Şekil 65. Silindir ceketi.....	68
Şekil 66. Silindir gömleği.....	69
Şekil 67. Supap yayı.....	70
Şekil 68. Supap, yayı ve çekirdeği.....	70
Şekil 69. İtici makara.....	71
Şekil 70. Silindir başlığı düzeni.....	71
Şekil 71. Biyel kolu.....	73
Şekil 72. Piston ve segmanları.....	73
Şekil 73. Piston segmanı.....	74
Şekil 74. Çeşitli yataklar.....	74
Şekil 75. Titreşim damperi.....	75
Şekil 76. Elastik kaplin.....	76
Şekil 77. Regülatör ön görünüş.....	78
Şekil 78. Regülatör yandan görünüş.....	78
Şekil 79. Dizel motora montajlı regülatör.....	79
Şekil 80. Hava emme ve egzoz sistemi.....	80
Şekil 81. Turbo kompresör kesit görünüşü.....	81
Şekil 82. Aşırı hava doldurma akış şeması.....	82
Şekil 83. Hava soğutucusu (intercooler).....	82
Şekil 84. Motor yağlama sistemi.....	84
Şekil 85. Motora montajlı yağ pompaları.....	85
Şekil 86. Motor dışı yağlama donanımı.....	86
Şekil 87. Yağ filtresi.....	87
Şekil 88. Yüksek hararet soğutma devresi.....	89
Şekil 89. Alçak hararet soğutma devresi.....	90
Şekil 90. Yakıt şeması.....	92
Şekil 91. Dizel motor yakıt pompası ve boruları.....	92
Şekil 92. Yakıt ısıtıcısı.....	93
Şekil 93. Çelik Yakıt filtresi.....	93
Şekil 94. Yakıt ikmal motoru ve pompası.....	93
Şekil 95. Elemanlı yakıt filtresi.....	94
Şekil 96. Yakıt pompası ve sistemi kesit görünüşü.....	94
Şekil 97. Yakıt enjeksiyon pompası.....	95
Şekil 98. Aşırı devir yakıt çekmecesi.....	95
Şekil 99. Yakıt borusunun silindire giriş bağlantısı.....	96

Şekil 100. Yakıt enjektörü.....	96
Şekil 101. Ateşleme sırası .....	100
Şekil 102. Ateşleme sırası.....	101

## 1. Motorlar

Motorlar, bir enerji formunu mekanik enerjiye çeviren makinelerdir. Belçikalı mühendis Étienne Lenoir 1859'da "Gazlı ve genişmiş havalı motor" adı altında iki zamanlı içten yanmalı bir motorun patentini almış ve 1860 yılında elektrik ile ateşlenen ve su soğutmalı ilk içten yanmalı motoru geliştirmiştir. Bu motorlara içten yanmalı motor adının verilmesinin sebebi, yanma olayının motor içerisinde gerçekleşmesindedir. Dıştan yanmalı motorlar da ise dışarıda yanma gerçekleştiğinden bunlara dıştan yanmalı motorlar denilmiştir. Örneğin: Buhar makinesi. Motorlar, yaktığı yakıtı göre(benzinli, dizel, lpg vs.), yakıtın yakıldığı yere göre (içten yanmalı, dıştan yanmalı), zamanlama sistemine göre(2 zamanlı,4 zamanlı), soğutma tipine göre(Hava soğutmalı, su soğutmalı) gibi bir çok çeşide ayrılmaktadır. Bu bölümde 2 zamanlı ve 4 zamanlı içten yanmalı motorlar ele alınacaktır.

### 1.1. İçten Yanmalı Motorlar

Bu tip motorlarda yakıtın kimyasal enerjisi motorun (silindirin) içinde ısı enerjisine dönüşür. Günümüzde pistonlu içten yanmalı motorlar yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu motorlarda, yanma sonucu elde edilmiş yüksek basınç ve sıcaklıktaki gazlar, piston yüzeyine etki eder ve onu harekete geçirir. İçten yanmalı motorların diğer mekanik enerji üreten sistemlere göre üstünlükleri aşağıdaki gibidir.

- Birim güç başına harcanan yakıt daha azdır, yani daha ekonomiktirler.
- İlk harekete geçme ve yükleme süreleri diğer termik motorlara göre çok kısadır.

Bu üstünlüklerinin yanında dezavantajları da vardır:

- Konstrüktif ve teknolojik açıdan çok komplike makinelerdir.
- İmalat maliyetleri yüksektir.
- Yüksek kaliteli yakıtlara gereksinim duyarlar.

Yukarıdaki bilgiler klasik motor sistemlerine göre belirtilmiş olup, elektrikli motorlar bu kapsam dışında bırakılmıştır. Günümüzde elektrik motorlu araçların yakıt verimi çok yüksek, tamir ve bakım masrafları daha azdır. En büyük dezavantajları ise hareketi için gerekli enerjiyi dışarıdan almaları gerekmektedir. İçten yanmalı motorlarda tanımlar ve kısaltmalar

Üst ölü nokta (Ü.Ö.N.): Piston üst yüzünün silindir içinde çıkabildiği en üst nokta. Bu anda silindir içinde oluşan hacim minimumdur.

Alt ölü nokta (A.Ö.N.): Piston üst yüzünün silindir içinde indiği en alt nokta. Bu anda silindir içinde oluşan hacim maksimumdur.

Piston stroku: Silindir içinde, Ü.Ö.N. ile A.Ö.N. arasındaki mesafedir. Kurs boyu olarak ta isimlendirilir. Bu ölü noktalar arasındaki hacme de strok hacmi ya da kurs hacmi denir.

Yanma odası hacmi: Piston Ü.Ö.N.'da iken pistonun üstünde kalan hacimdir. Bu hacme sıkıştırma hacmi de denir.

Silindir hacmi: Piston A.Ö.N.'da iken pistonun üstünde kalan hacimdir. O nedenle, silindir hacmi, strok hacmi ile yanma odası hacminin toplamına eşittir.

Toplam silindir hacmi: Silindir hacmi ile silindir sayısının çarpımıdır.

Sıkıştırma oranı: Silindir hacminin, yanma odası hacmine oranıdır

İş çevrimi: Bir işin elde edilebilmesi için tekrarlanmadan oluşan olaylar topluluğudur. Motorda dört zamanın toplamına bir çevrim denir.



Zaman: Bir iş çevriminin oluşturulması için gerekli emme, sıkıştırma, iş (genişleme) ve egzoz süreçlerinden her birine zaman adı verilir.

Süpürme: İki zamanlı motorlarda temiz havanın silindire alınması işlemi

Port: İki zamanlı motorda bulunan emme veya egzoz pencereleri

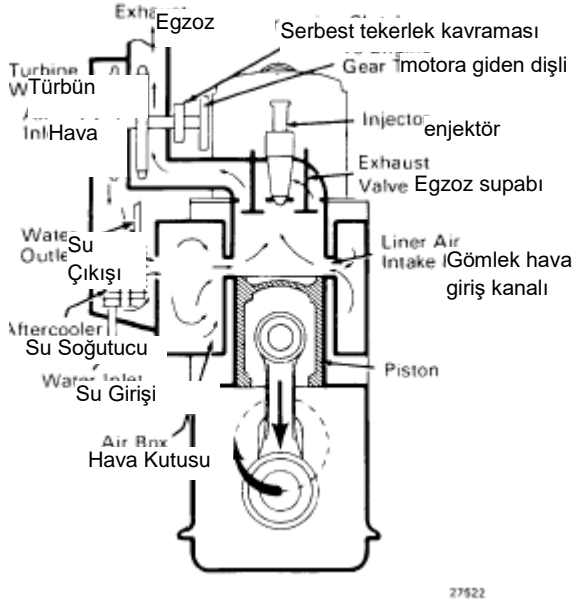
## 1.2. II Zamanlı İçten Yanmalı Motorlar

İki zamanlı bir motorda her silindir, krank milinin bir turunda bir güç periyodunu tamamlar. Bu motorlarda çevrim, pistonun iki hareketiyle tamamlanmaktadır. Krank mili bu esnada bir devir (360°) yapar. Zamanlar birbirine içine girmiştir. Piston ÜÖN' dan AÖN' ya gelirken iş ve egzoz, AÖN' dan ÜÖN' ya giderken de emme ve sıkıştırma yapar. İki stroklu motorlarda dış havayı emen, hafifçe sıkıştıran ve silindire gönderen ayrı bir hava pompası (turboşarj ya da süperşarj) kullanılmaktadır. Aşağıda çalışması açıklanan iki stroklu motor, DE 22000 ve DE 33000 tipi lokomotiflerde bulunan GM 645E/E3C tipi motora aittir. Motorun silindir başlığında dört adet egzoz supabı vardır. Emme supabı yerine silindirin alt kısmında, çepeçevre portlar (delikler) bulunur.



Şekil 1- GM 645 E/EC3 tipi motor silindir gömleği ve su ceketi

Pistonun kursunun en alt noktasında olduğu ve henüz yükselmeye başladığı varsayılsa, kanallardan hava girecek ve egzoz supabı açılacaktır. Basınç altındaki hava gömlek girişinden silindire dolar, bir önceki güç kursundan kalan egzoz gazlarını egzoz valflerinden dışarı doğru iter ve silindirleri taze hava ile doldurur. Piston alt ölü noktadan 45 °'ye geldiğinde, hava giriş kanalları piston tarafından kapatılacaktır. Hava giriş kanalları kapatıldıktan kısa bir süre sonra, egzoz valfleri de kapanacaktır ve taze hava silindir içinde kapatılmış olacaktır. Hava giriş kanallarından sonra egzoz valflerinin kapanması, silindir içindeki yanma gazlarının süpürülmesinde en yüksek verimi sağlar.



Şekil 2- Motor çalışmasının şematik resmi

İçten yanmalı motorlar ilk hareket kabiliyetsizdirler, bu nedenle ilk hareket dışarıdan sağlanmak zorundadır. İlk hareketi genellikle gücünü aküden alan marş motorlarıyla sağlarlar. Marş motorları krank miline bağlı volanı çevirmek için kullanılırlar, volan döndüğünde otomatik olarak krank mili de dönmeye başlayacak ve pistonlar hangi zamanda ise diğer zamana doğru hareket edeceklerdir. Yani eğer bir piston ilk marş sırasında üst ölü noktada ise alt ölü noktaya, alt ölü noktada ise üst ölü noktaya doğru harekete başlayacaktır. Krank mili ilk hareketine başladığında kendisine dişliler aracılığıyla bağlı bulunan ve motorun sağlıklı çalışabilmesi için gerekli olan yağlama, soğutma ve yanma havası sistemlerini de devreye alacaktır. Bu sistemler ve 2 zamanlı motor parçaları DE22000 ve DE33000 tipi lokomotifler bölümünde ele alınmıştır.

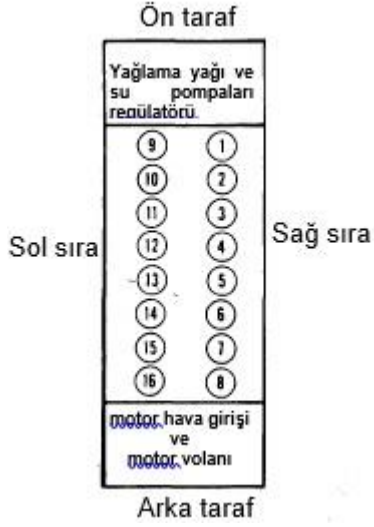
## 2. 645E/645E3C Tipi II Zamanlı Motorlar

### 2.1. 645E/645E3C Tipi II Zamanlı Motorların Teknik Özellikleri

	DE 33000	DE 22000
Dizel motor tipi	GM16-645E3 C	GM16-645E
Güçü	3195-3390 HP	2140-2295
HP Çalışma özelliği	2 zamanlı, türbolu	2 zamanlı, blöverli
Yakıt sistemi	Pompa enjektörlü	
Silindir sayısı ve düzeni	16 silindirli, "V" tipi (45o açılı)	
Silindir çapı	230 mm	
Silindir stroku	254 mm	
Strok hacmi	10570 cm <sup>3</sup> (645 inch <sup>3</sup> )	
Sıkıştırma oranı	16 / 1	
Motor ağırlığı	14 742 kg	
Aşırı devri	1007 d/d	
Tam devri	904 d/d	
Normal rölanti devri	318 d/d	
Düşük rölanti devri	235 d/d	-
Yakıt pompası en az besleme değeri	1200 l/h	600 l/h
En fazla izin verilen yağ sıcaklığı	127 o C	
Ana yağlama manifoldu yağ basıncı	900 d/d: 3,8-5,7 bar, rölanti: 1,7-2 bar	Tam devir: 4,2 bar, rölanti: 1 bar
Yağlama yağı kapasitesi	920 litre	806 litre
Soğutma suyu kapasitesi	1117 litre	833 litre
Yakıt kapasitesi	6435 litre	5600 litre
Yüke ve devre oranlı her saat için yağ tük.	Yakıt tüketiminin %o 6 sı kadar (3 kg)	
Normal rejimdeki özgül yakıt tüketimi	164 g/HP-h	186 g/HP-h
Max. devamlı rejimdeki özgül yakıt tük.	152 g/HP-h	180 g/HP-h

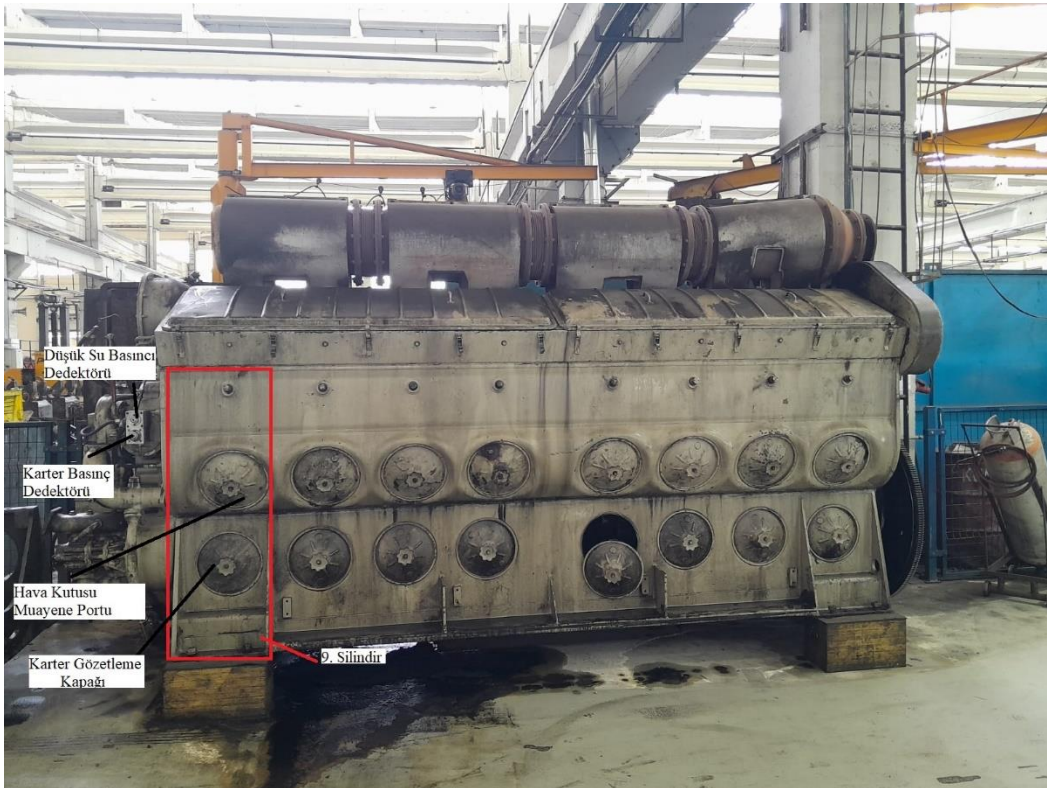
Max. devamlı rejimdeki her saat için tük.	503 kg	390,7 kg
Düşük rölantideki yakıt tüketimi	11,34 kg/h	12,93 kg/h (318d/d)
DE 33000'ler DE 22000'lere göre iş zamanı bazında %12 daha az yakıt tüketirler		

## 2.2. 645E/645E3C Tipi II Zamanlı Motorların Yerleşim Düzeni

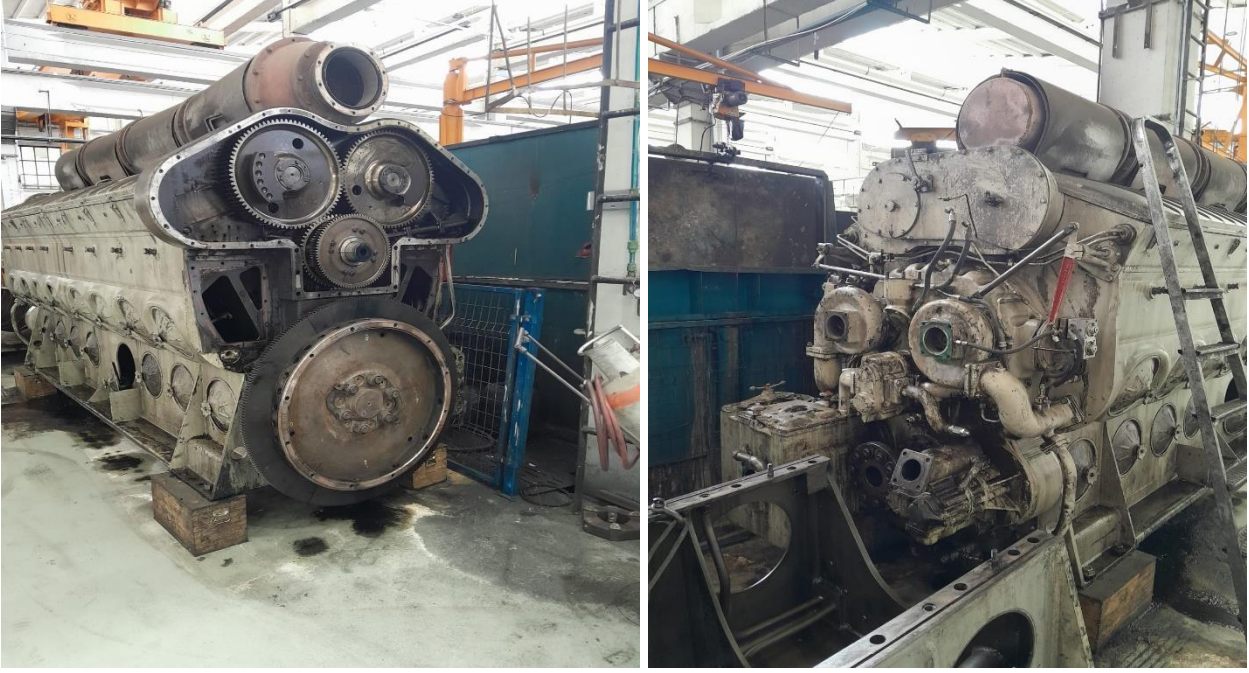


Şekil 3- 645E/645E3C tipi dizel motor silindir yerleşim düzeni

Not: DE 22.000 ve DE 33.000 tipi lokomotiflerin motorlarında bulunan Düşük su basıncı dedektörü veya karter basınç dedektörü yanında bulunan (Marş kolunun yanındaki) silindir 9. silindir o silindire karşılık gelen (Atom mazot filtrelerinin yanındaki) silindir 1. numaralı silindirdir.



Şekil 4- 645E3C 16 silindir motor kompleksi, Yandan görünüş

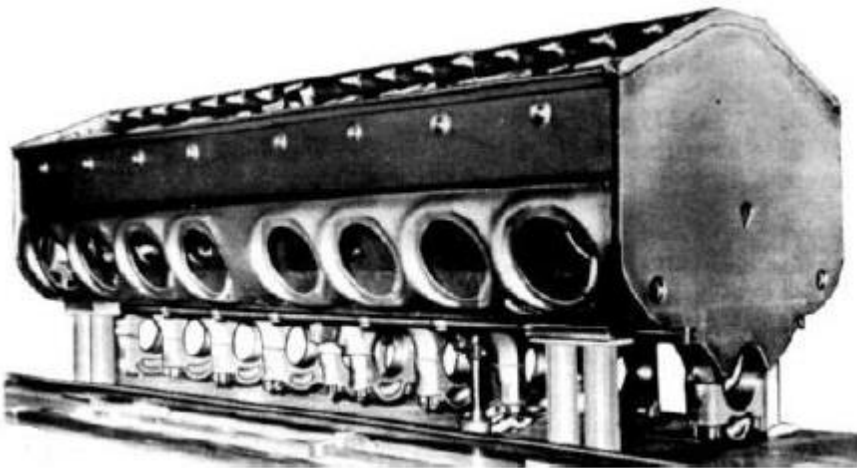


Şekil 5- 645E3C 16 silindir motor kompleksi, Önden görünüş

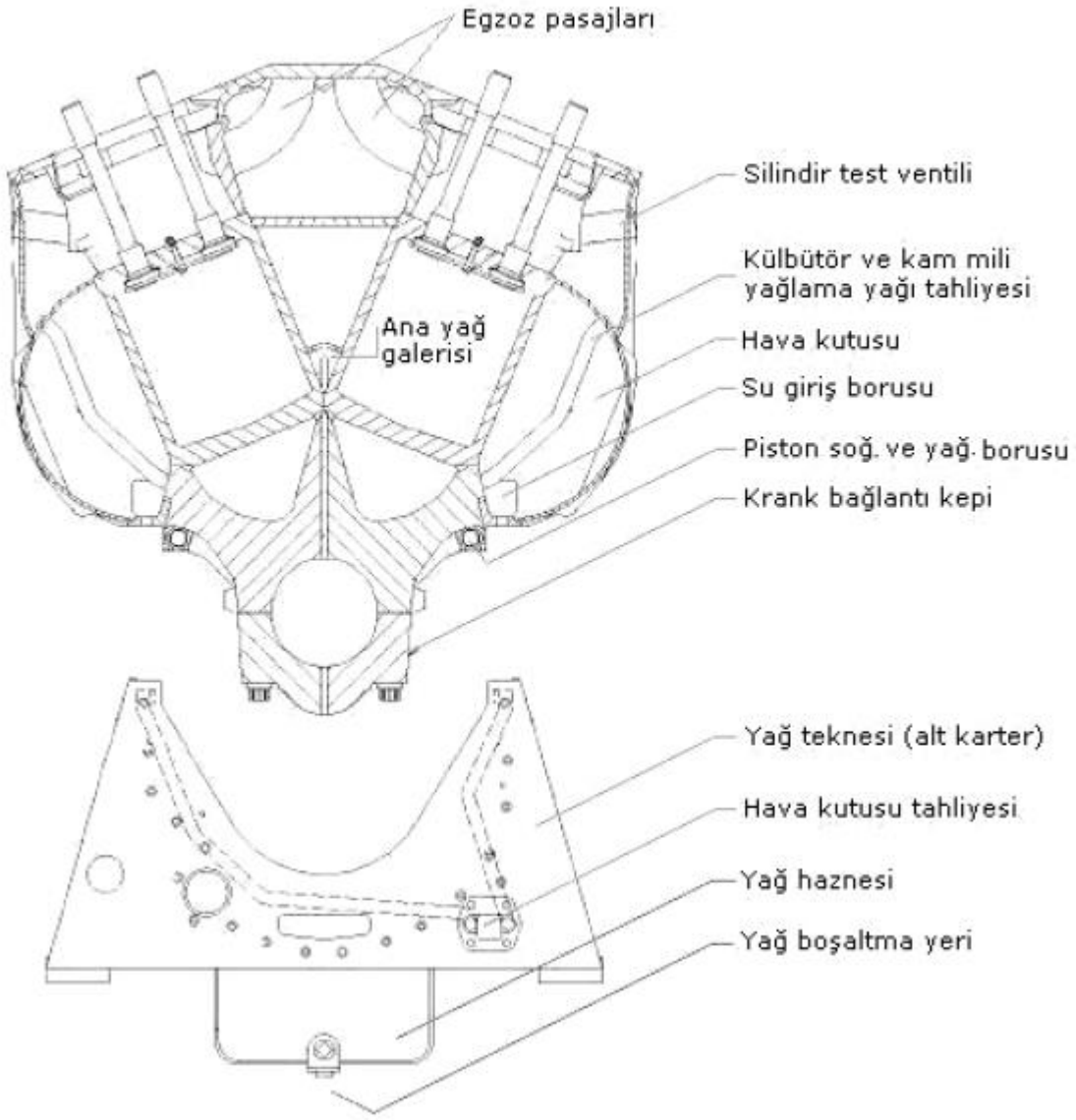
### 2.3. 645E/645E3C Tipi II Zamanlı Motorları Oluşturan Parçalar

#### 2.3.1 Silindir bloğu (motor bloğu) ve yağ karteri

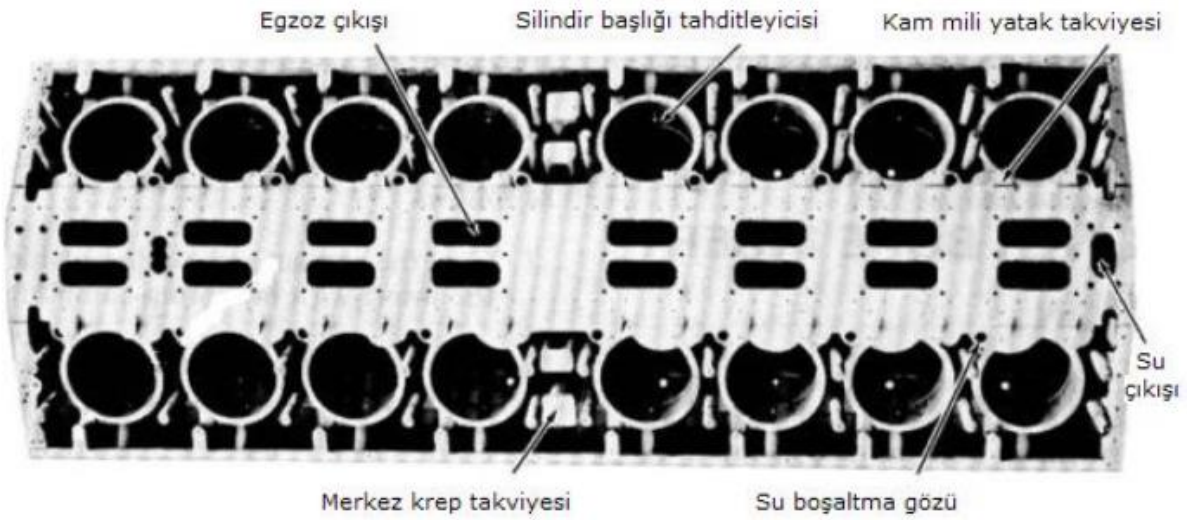
Silindir bloğu motorun ana yapısal parçasıdır. Silindirleri/su ceketlerini, silindir başlıklarını, krank milini, kam millerini ve motora monteli aksesuarları içine alan çelikten imal edilmiş kuvvetli ve kendini destekleyici yapıya sahiptir. Contalı kapaklarla kapatılan yan panellerdeki delikler, gerektiğinde gömlek ve pistonların muayenesine, hava kutusunun temizlenmesine ve su manifoldu ile yağ teknesi monte civatalarına ulaşılmasına olanak sağlarlar. Bloğun her alt gömlek deliğinde aşınma yüzeyi sağlamak amacıyla fosfatla işleme tutulmuş dökme demir değiştirilebilir bir bilezik kullanılmıştır. Alt gömlek kılavuzundaki oluklarda sağlanan sızdırmazlıklar bilezik ile gömlek arasındaki hava geçişini önler. Yağ teknesi çelikten imal edilmiş bir montaj düzeni olup, bloğa destek olur ve motor temeli görevi yapar. Motor yağ haznesi, yağ teknesinin merkezine yerleştirilmiş olup, yağ tahliye borularına sahiptir.



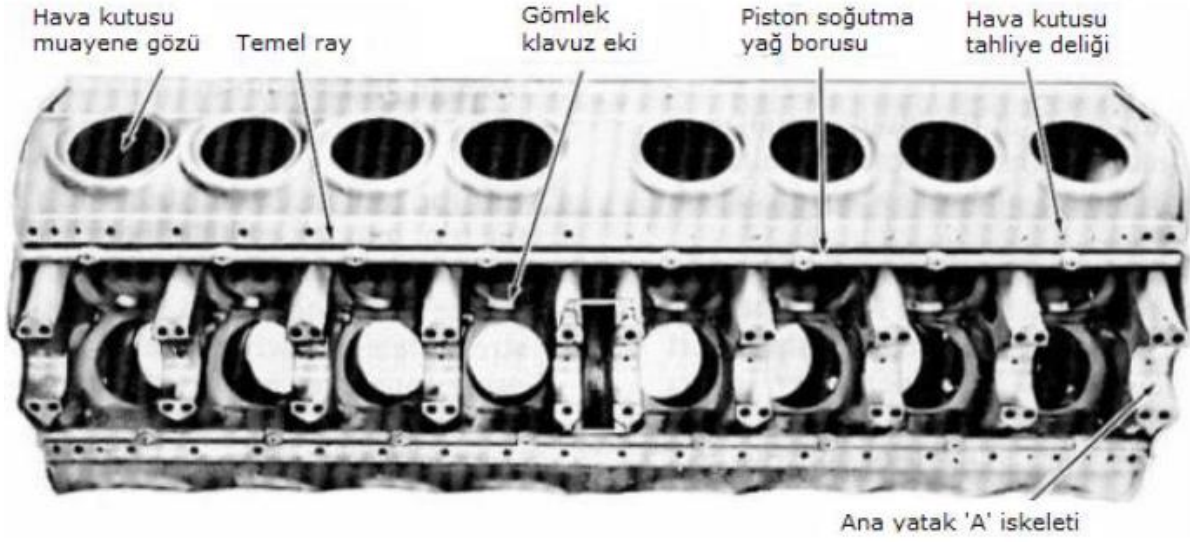
Şekil 6- Silindir bloğu (motor bloğu)



Şekil 7- Silindir bloğu ve yağ teknesi kesiti



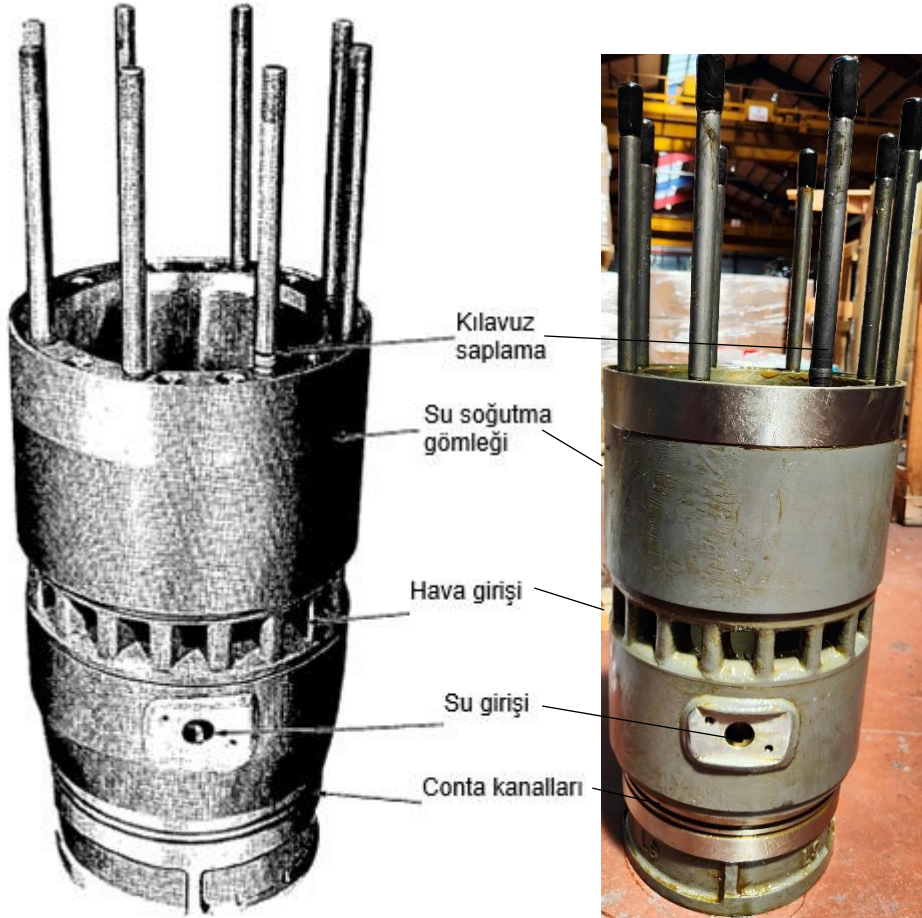
Şekil 8- Silindir bloğunun üstten görünüşü



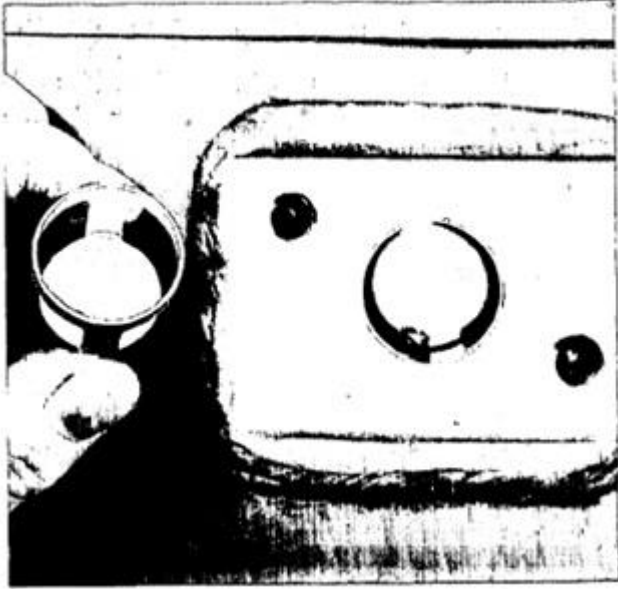
Şekil 9- Silindir bloğunun alttan görünüşü

### 2.3.2 Silindir gömleği

Silindir gömleği, şekil 4-1, iki ayrı su soğutma gömleği içeren döküm malzemeden, lehimlenerek üretilmiştir. Bir sıra hava giriş portu gömleği çevreler. Dış tarafta portların altındaki flanş, gömleğin soğutma suyu hattına bağlanmasını sağlar. Şekil 4- 2'deki su reflektörü (saptırıcı), içeri giren suyun doğrudan doğruya iç gömlek duvarına çarpmasını engeller. İçeri giren su, gömleğin dip çevresinde sirkülasyon yapar, şekil 4-3' deki silindir gömleği başlığındaki on iki delikten dışarı doğru boşalır. Her deliğin çevresindeki fatura, teflon ısı barajı ve silindir başlığı monte edildiğinde silikon su sızdırmazlığı sağlamakta kullanılır.

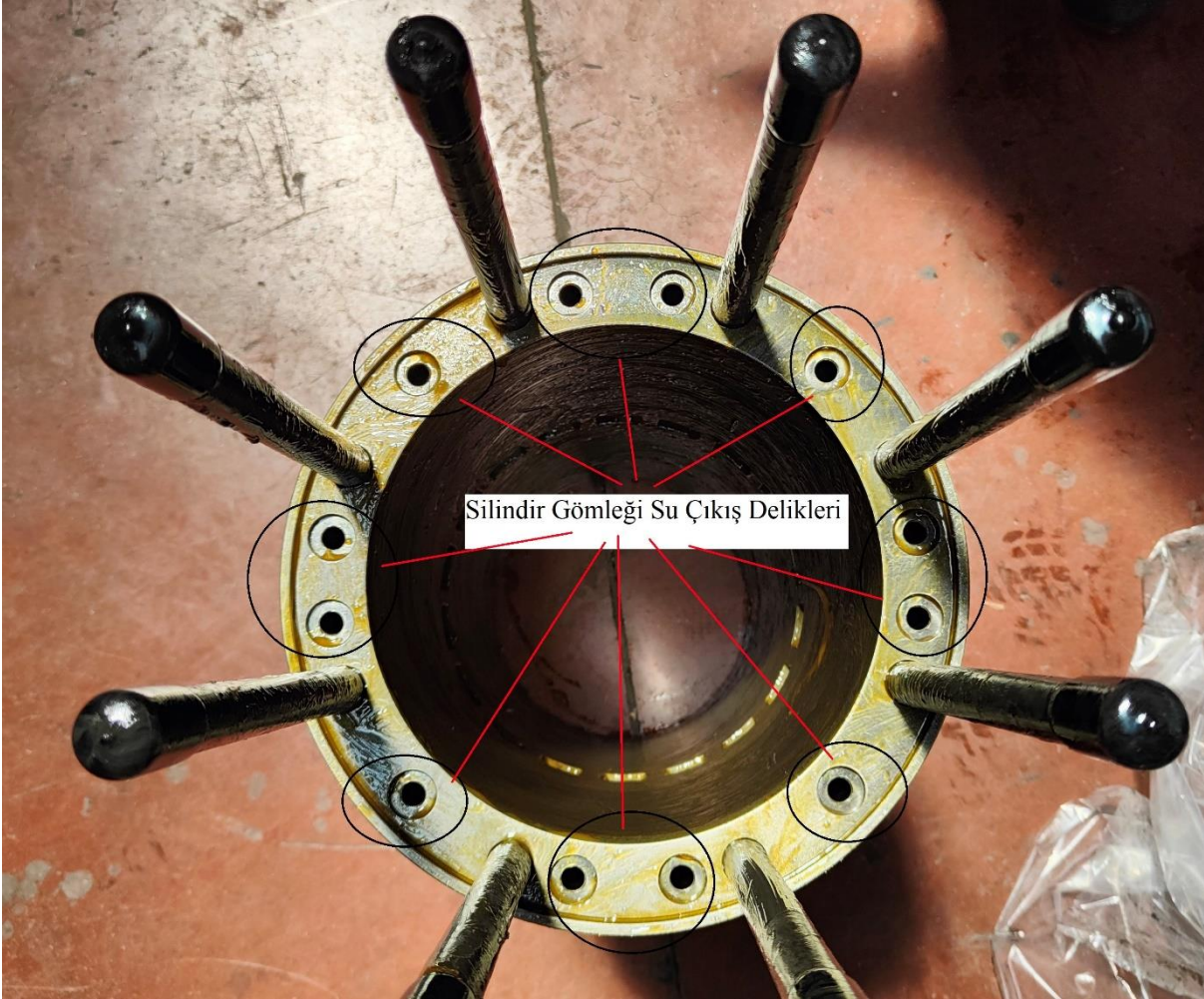


Şekil 10- Silindir gömleği



i

Şekil 11- Su giriş reflektörü



Şekil 12- Silindir gömleği su çıkış delikleri

Soğutma suyu şekil 4-3 de gösterilmiş olan 12 adet delikten çıktıktan sonra şekil 6-5' de gözüken silindir başlığına geçer. Bu esnada yanma odasına su sızıntısını engellemek ve yanma odasından kompresyon kayıplarını önlemek amacıyla şekil 4-5' de gösterilen başlık altı conta ve egzoz contası kullanılmaktadır. Şekil 4-5 den de anlaşılacağı gibi başlık altı conta kompleksi 12 adet lastik ve 1 adet lastik contaları çevreleyen bakır

contadan oluşmaktadır. 12 adet lastik conta su sızdırmazlığını sağlamakta iken bakır conta ise yanma odasından kompresyon ve egzoz kayıplarını önlemede kullanılır. Görevleri itibariyle çok önemli işler yapan başlık altı contanın montajının düzgün yapılması büyük önem arz eder. Bu sebeple başlık altı contanın montajında dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıdaki gibidir.

- Sökülen başlık altı contanın oturacağı zemin, su çıkış delikleri ve conta yüzeyi kuru bir bez ile temizlenmelidir.(Üstü gibi kolay parça bırakan bezlere dikkat edilmeli artık parça oturma yüzeyinde bırakılmamalıdır)
- 12 adet lastik contanın başlık altı conta üzerinde olduğuna dikkat edin. Bu kontrol en iyi paket açılmadan önce bütün lastik contaların yerinde olup olmadığına bakılarak yapılabilir.
- Conta 8 adet ceket saplamasına aynı anda takılmalı ve yavaş yavaş yerine doğru kaydırılmalıdır.. Başlıkaltı contanın montajı sırasında en önemli noktalardan biride contanın üstünde yazan “top” ve “pilot hole” yazılarına dikkat etmektir. Pilot hole yazılı delik silindir gömleğinin saplamaları üzerindeki kılavuz saplamaya gelmeli ve “top” yazısı da yukarı doğru bakmalıdır.



Şekil 13- Kılavuz Saplama



Şekil 14- Kılavuz Delik

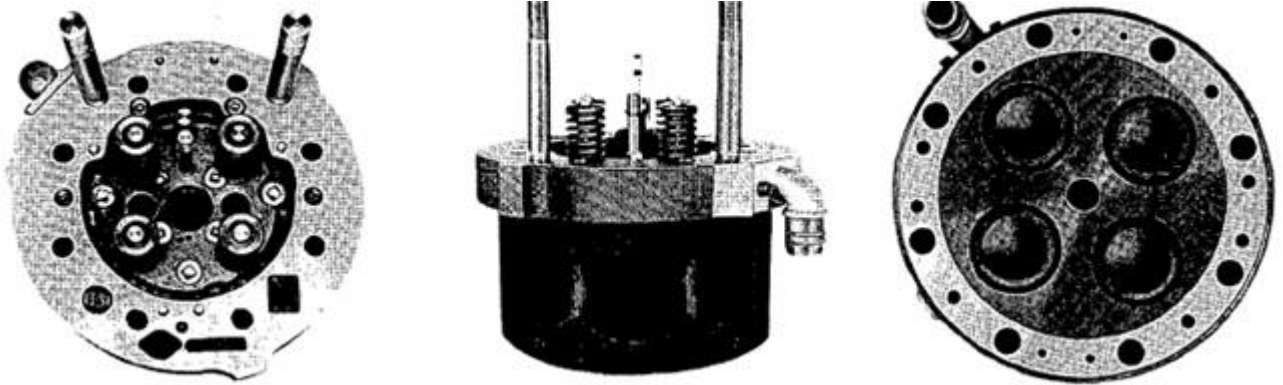
- Başlık altı contanın montajı sırasında başlıkaltı contaya veya lastik contalara herhangi bir gres veya yağ uygulamayınız.





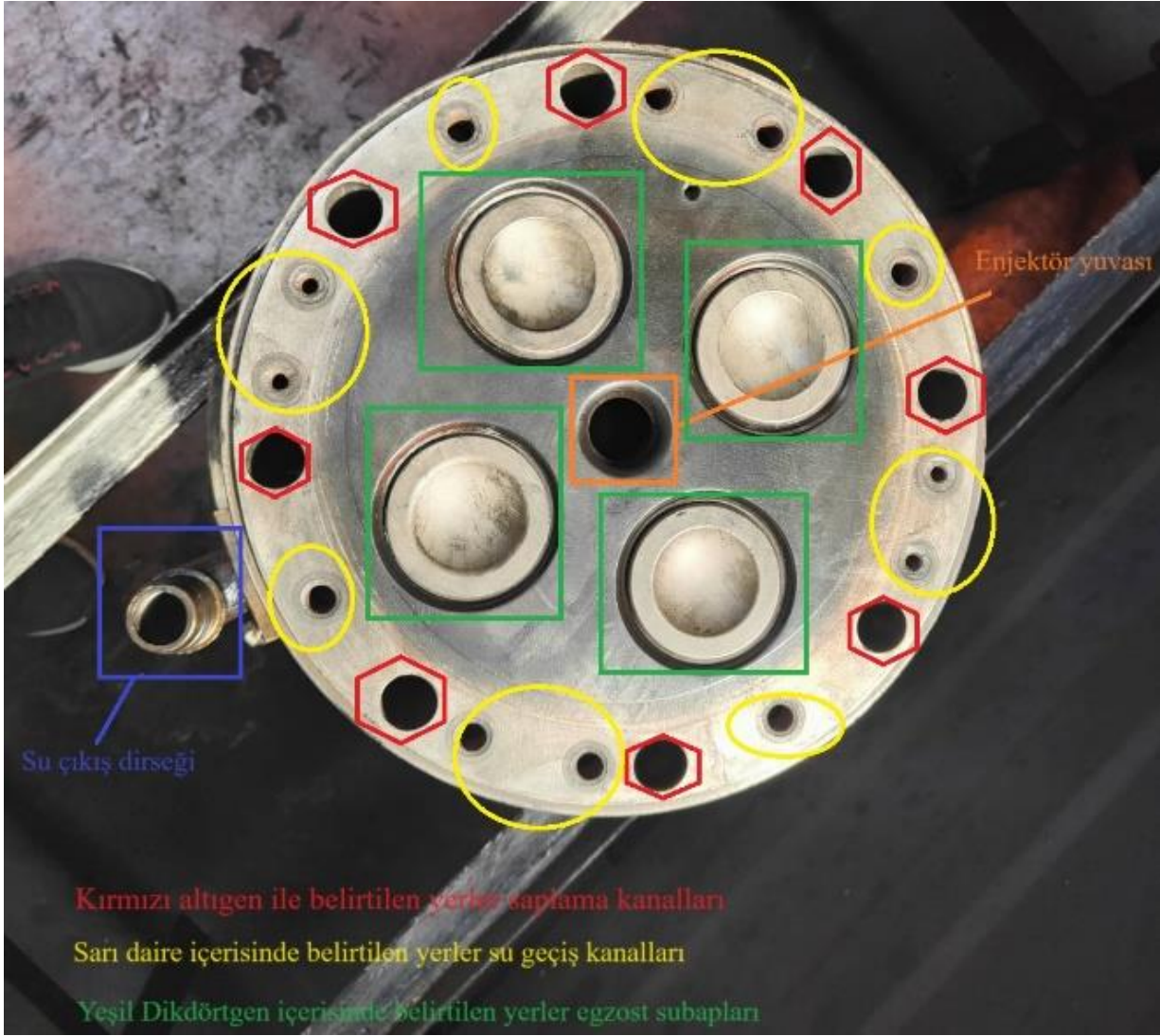
Şekil 15- 645E/E3C motorlarda kullanılan başlık altı conta kompleksi

### 2.3.3 Silindir Başlığı ve Aksesuarları

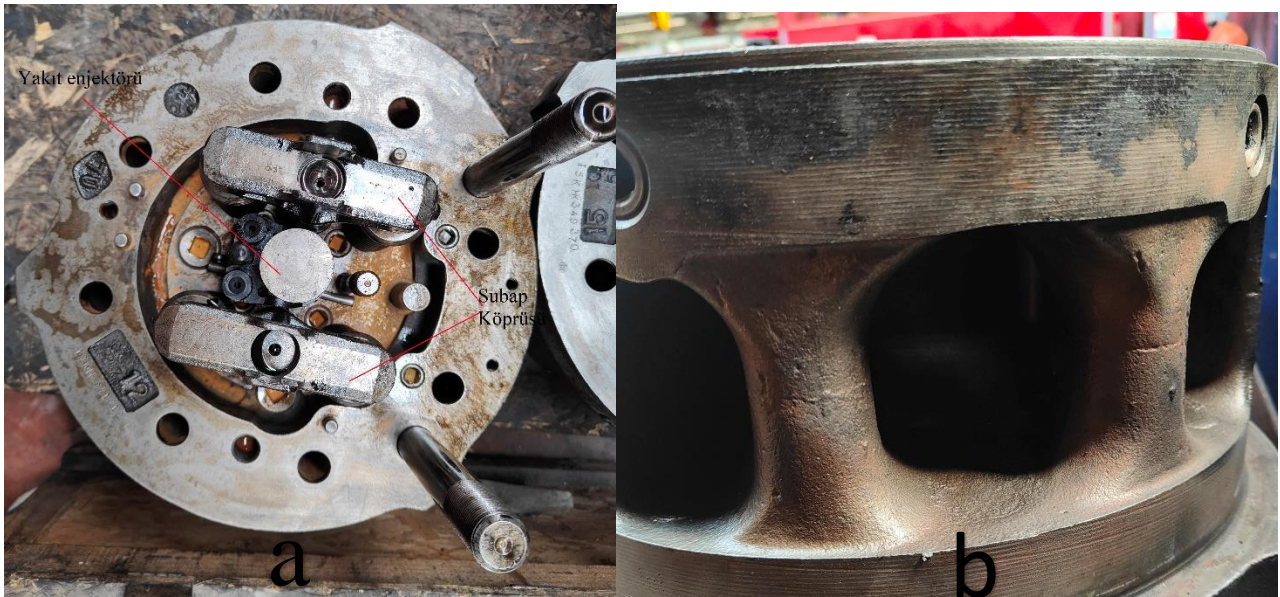


Şekil 16- Supaplarla birlikte silindir başlığı

Şekilde görülen silindir başlığı, su ve egzoz gazlarının çıkışı için döküm geçişleri bulunan dökme demir alaşımından yapılmıştır. Silindir başlığının alt tarafında delinmiş olan su boşaltma delikleri, gömlekteki su boşaltma delikleri ile karşı karşıyadır. Soğutma suyu başlık boyunca sirkülasyon yapar ve başlık montaj çerçevesinin yanına monte edilmiş dirsekten boşalır.



Şekil 17- 645E/645E3C motor tipi başlık alt yüzeyi



Şekil 18- a) 645E/645E3C tipi motor başlık üst görünümü b) egzoz kanalı

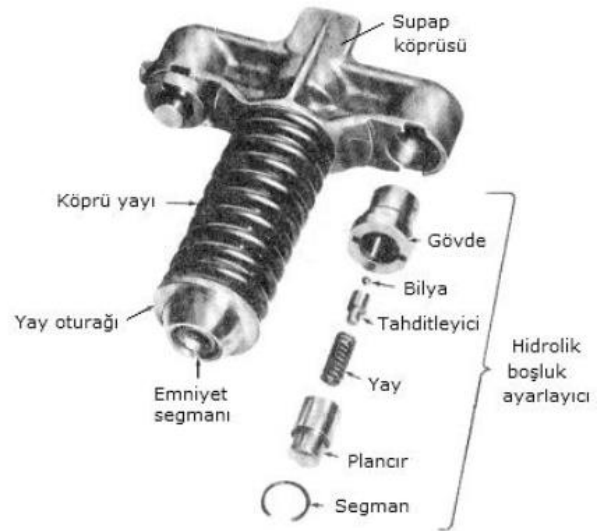
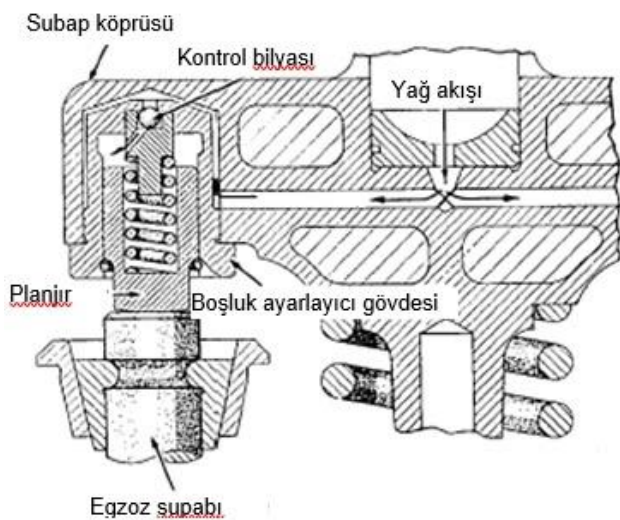
Yukarıdaki şekillerden de görüleceği üzere başlık üzerinde yakıt enjektörü ve supap köprülerini taşır, yakıt enjektörü silindir içerisinde yanmanın gerçekleşmesi için yanma odasına yakıtı enjekte ederken supap köprüsü ise yanma sonucu oluşan gazların bacaya sevk edilmesini sağlar. Başlık, silindir gömleğinden gelen soğutma

suyunu kanalları içerisinde çepeçevre gezdirir ve yanma sonucu oluşan gazların soğutulmasını sağlar. Ayrıca yanma sonucu oluşan gazları da bacaya sevk eder.



Şekil 19- Silindir başlığı kompleksi yaygın görünüşü

### 2.3.3.1. Egzoz Supabı Köprü Kompleksi



Şekil 20- Supap Köprüsü Kompleksi

Supap köprüsü, şekil 20 de gösterildiği şekilde bir külbütör kolundan iki egzoz supabını çalıştırır. Bir yay ve yay oturağı, supap köprüsü sapına segman ile tutturulur. Yay yuvası silindir başlığı içindeki bir sokettedir ve yay, supap köprüsü ve külbütör kolu arasındaki kontağı sağlamak için baskı uygular. Hidrolik boşluk ayarlayıcı, supap sapı ucu ve supap köprüsü arasında sıfır boşluk sağlar. Yağlama yağı, külbütör kolundan, bir delik yoluyla boşluk ayarlayıcının üstündeki supap köprüsüne akar, kontrol bilyesinden geçer ve gövde içine girer. Külbütör kolu supap köprüsüne bastığında, boşluk ayarlayıcıdaki planjirin az miktardaki hareketi, kontrol bilyesini yerleştirir, yağ içeri akar. Yağ pratik olarak sıkıştırılmayan bir sıvı olduğundan, külbütör kolunun ileri hareketi, boşluk ayarlayıcı göbeğini, egzoz supabını açmaya zorlar.

### 2.3.3.2 Külbütör Kolları

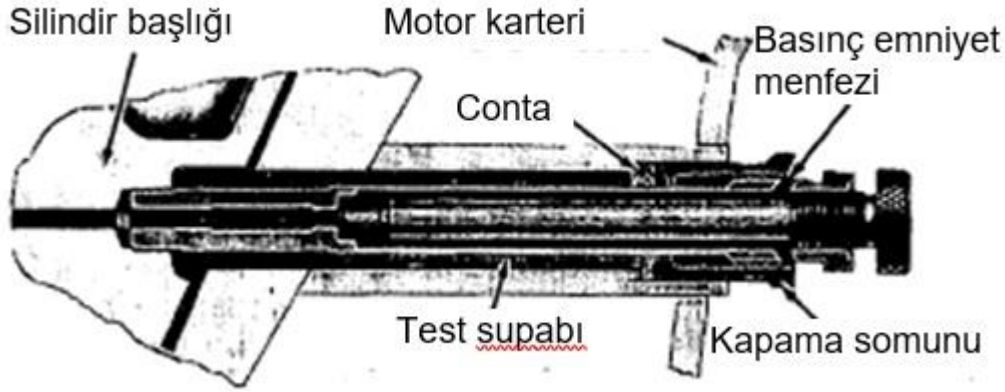
Külbütör kolları, silindir başlığı üzerine monte edilir. İki külbütör kolu, dört egzoz supabını tahrik eder, üçüncüsü enjektörü (püskürtücüyü) çalıştırır. Külbütör kolları doğrudan, her külbütör kolu çatal uçlarına monte edilmiş supap itici makarası yoluyla eksantrik mili tarafından çalıştırılır. Her külbütör kolunun karşı ucunda, enjektör zamanlamasını ve hidrolik boşluk ayarlayıcıyı ayarlayan bir ayar vidası ve kitleme somunu bulunur. Enjektör külbütör kolu görünüşte egzoz külbütör kolu ile aynı olmasına rağmen, egzoz külbütör kolundan daha güçlüdür, enjektör külbütör kolu, supap itici makarası ucundaki kare şekilli flanş ile egzoz külbütör kolundan ayırt edilebilir, egzoz külbütör kolundaki flanş “V” şeklindedir. Aynı zamanda, sadece enjektör külbütör kolunda aşırı hız ayarlayıcısı için işlenmiş çentik bulunur. Enjektör ve egzoz külbütör kolları birbirleri ile değiştirilemez.

Supap itici makara kompleksine, ayarlama vidası ve külbütör kolundaki boydan boya delinmiş geçişe yağlama yağı tedarik edilir.



Şekil 21- Enjektör külbütör kolu ile egzoz külbütör kolu arasındaki farklar

### 2.3.3.3 Dekompresyon Ventili



Şekil 22- Dekompresyon Ventili

Dekompresyon ventili, her silindir üzerinde bulunan ve silindir de çeşitli testler yapmak için kullanılan silindir test supablarıdır. Dekompresyon ventilleri açıldığında silindir içerisindeki basınçlar azalacaktır, bu sayede krank mili rahatça döndürülebilir. Ayrıca piston üzerine soğutma sıvısı kaçağı testi ve supap kaçağı testi de bu ventil yardımı ile yapılmaktadır. Bu testler ileri ki bölümlerde detaylandırılacaktır.

### 2.3.4 Piston Komplexi ve Segmanlar

#### 2.3.4.1 Piston Komplexi

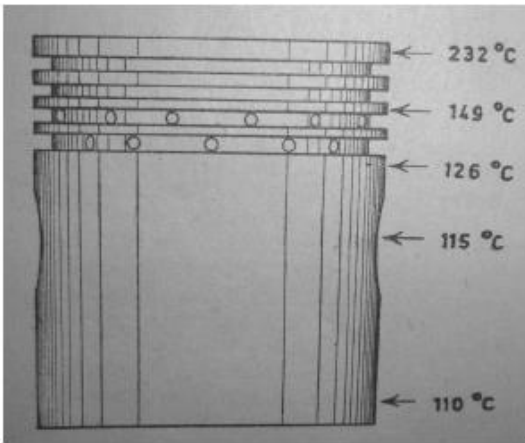
Pistonlar, motorun hareket üreten ana parçalarıdır. Silindir içerisinde iki ölü nokta arasında hareket ederek zamanları meydana getirir. 645E/645E3C tipi motorlarda bulunan pistonlar alaşımli dökme demirden imal edilmiş olup, aşağıdaki şekilde belirtildiği üzere 2 adet yağ kontrol segman kanalı, 4 adet sıkıştırma(kompresyon) segman kanalı ve son olarak piston iç yüzeyinde bulunan piston emniyet segman kanalından oluşmaktadır. Ayrıca sıkıştırma segman kanallarının en üstünde bulunan segman alevle karşılaşan segman olduğu için buraya alev segman kanalı da denilmektedir.

Pistonlar silindir içerisinde herhangi bir yere sabitlenmemiştir. Bu nedenle kendi eksenleri etrafında dönerek silindir ceketini içerisinde hareket ederler. Bu sayede pistonların her tarafının aynı derecede aşınması sağlanır. Ancak pistonun herhangi bir yere sabitlenmemiş oluşu motor çalışırken pistoncuğun (taşıyıcı) aşağıya hareket ederek pistondan çıkmasına sebep olabilir. Bu durum meydana gelmişken motor marşlandığında büyük arızalar meydana gelebilir. Bu sebeple pistonun içerisine piston emniyet segman kanalı açılmış olup, buraya montajlanan piston emniyet segmanı ile bu durumun oluşmasının önüne geçilmiştir.



Şekil 23- 645E tipi motor piston üzerindeki segman kanalları

Piston başları çanak (iç bükey) biçiminde yapılmaktadır. Piston başında segman yuvaları bulunur. Yağ segman yuvalarında yağ akıtma delikleri bulunur. Piston ile silindir arasında yeterli boşluk bulunması çok önemlidir. Çok fazla boşluk pistonun silindir içinde sallanarak piston vuruntusu yapmasına sebep olur. Boşluk çok az olursa silindirin üst kısımları ile segmanlara yeterli miktarda yağ çıkamaz. Bundan başka genleşme sonucunda piston silindir içinde sıkışıp silindire sarabilir.



Şekil 24- Pistonun değişik kısımlarındaki çalışma sıcaklıkları

### 2.3.4.2 Segmanlar

Segmanlar karter ile yanma odası arasında vakum, sıkıştırma, patlama, süpürme işlemleri meydana gelirken sızdırmazlık sağlayan temel elemanlardır. Bunun yanı sıra yanma ile ortaya çıkan yüksek sıcaklığı silindire ve dolayısıyla soğutma suyuna aktarma görevini de üstlenmektedir. Segmanlar, motorunun içerisinde hareket eden pistonların aşırı ısınmasına engel olmak için özel olarak tasarlanan parçalardır. Piston başında yer alan segmanlar, silindir cidarlarına belli miktarda basınç uygular. Örneğin: Emme zamanında pistonun üst ölü noktasından alt ölü noktasına ilerlerken, karter tarafındaki havanın yanma odası tarafına geçmesini önleyen parça segmandır. Segmanlar silindirde iyi bir vakum oluşmasını ve emme zamanında karışımın silindire dolmasını mümkün kılar.

Motorlarda 3 tip segman kullanılmaktadır. Bunlardan 1. si sıkıştırma(kompresyon) segmanları 2. si yağ segmanları ve 3. sü ise piston emniyet segmandır. 645E/645E3C tipi motorlarda 4 adet sıkıştırma (kompresyon) 2 adet yağ ve 1 adet de piston emniyet segmanı bulunmaktadır.

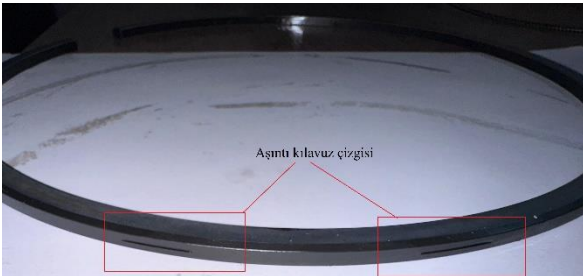
#### 2.3.4.2.1 Sıkıştırma (Kompresyon) Segmanları

Kompresyon segmanları, sıkıştırma ve yanma stroku esnasında, piston ile silindir arasından karter yağ haznesine hava-yakıt karışımı ve yanmış gazın kaçmasını engeller.



Şekil- 25 1. Sıkıştırma(Alev) segmanının piston üzerindeki montajı

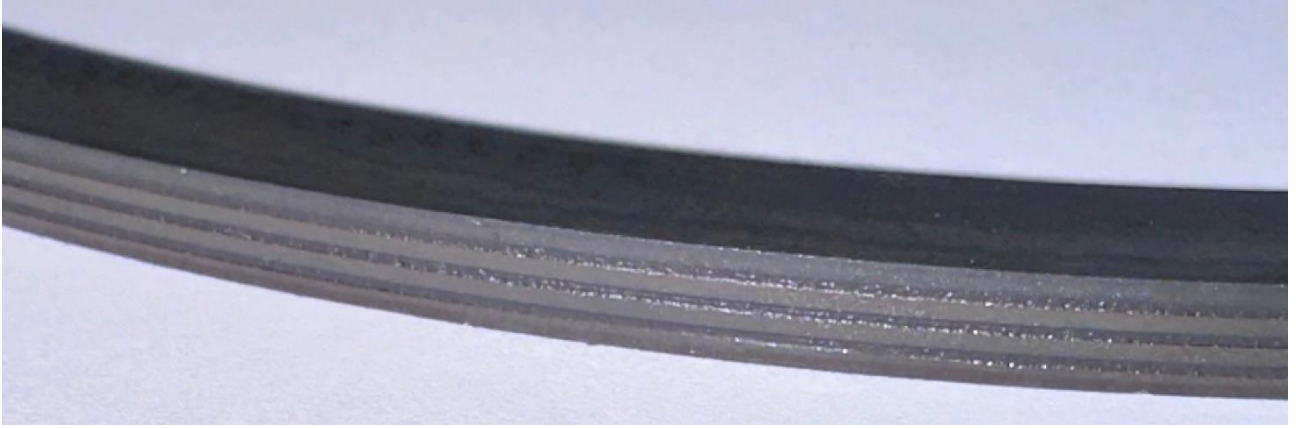
Şekilde görüleceği üzere piston üzerindeki 1 numaralı segman kanalına alev segmanı numarası yukarı bakacak şekilde montajlanır.



Şekil 26- Yeni alev segmanı



Şekil 27- 2. ve 3. ve 4. sıkıştırma segmanlarının piston üzerine montajı



Şekil 28- Yeni sıkıştırma segmanı

#### 2.3.4.2.2 Yağlama Segmanları

Yağ segmanları, silindir blok veya gömlek üzerine yapılan yağlamada yüzeyde fazla kalan yağın kartere sıyırılmasını ve yüzeyde ince bir yağlama katmanının kalmasını sağlamaktadır. Böylece yanma odasına fazla yağ girmesi ve yağ yakılması önlenmiş olur.





Şekil 29- Yağlama segmanlarının montajı

### 2.3.4.2.3 Piston Emniyet Segmanı

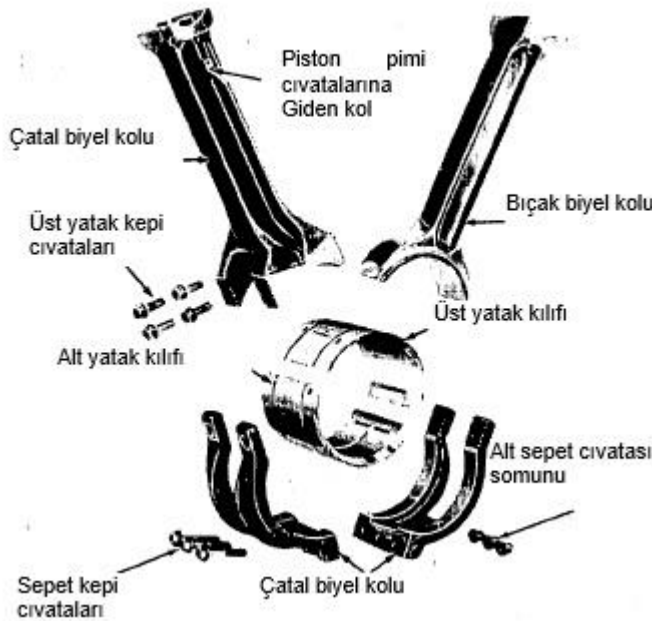
Piston emniyet segmanı pistonlar konusunu anlatırken açıklanmıştı



Şekil 30- Piston emniyet segmanın montajı

### 2.3.5 Biyel kolu düzeni

Muylu tipi (tunning type) biyel kolları, şekil 3 – 13, içten kitlemeli, bıçak ve çatal yapılarıdır. Bıçak biyel kolu, üst krank piminin gerisinde ileri geri hareket eder ve çatal koldaki faturada yer alır. Bıçak biyel kolunun bir ucundaki kaydırma ayağı diğerinden uzundur, bu ayak uzun uç (parmak) (long toe) olarak adlandırılır. Bıçak biyel kolları, uzun uç ile birlikte, motorun merkezine doğru sağ sırayla monte edilir. Çatal biyel kolları sol sıraya monte edilir. Yan diplerdeki tırtıklar, çatal biyel kolu yatak kepindeki benzer tırtıklarla eşleşir, şekil 3 – 13. Biyel kolu yatak kepi, birbirlerine dipten üç cıvata ve kendinden kitlemeli somunlarla tutturulan iki yarıdan oluşur. Çatal biyel kolları ve yatak kepleri, komple halinde delindiğinden birbirleri yerine kullanılamazlar. Hem yatak kepi hem de biyel kolu, eşleştirme ve tanımlama amacıyla aynı komple seri numarası ile markalanır.



Şekil 31- Biyel kolları, yatak kılıfları ve yatak kepi

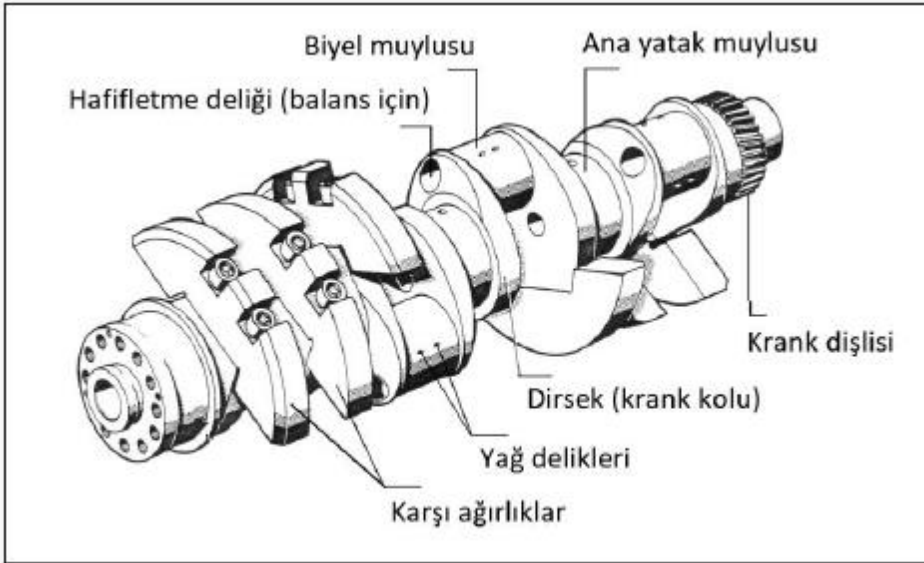
Alevle sertleştirme işlemi, bıçak biyel kolu pabuç ayağında mavi – siyah bir renk oluşturur. Bu renk değişimi normaldir ve çalışma sırasında aşırı ısınmadan dolayı oluşmamıştır. Pabuç yüzeyinde renk değişimi izlenmemelidir.



Şekil 32- Bıçak-biyel kolu pabucu mavi-siyah renk değişimi

### 2.3.6 Krank mili

Yanmış gaz basıncı, piston ve biyel yoluyla krank milindeki biyel muylusuna ve biyel muylusu yoluyla da krank miline geçerek, krankın dönmesini sağlar. Böylece de pistonların doğrusal hareketi, biyel yardımıyla, döner süreli harekete çevrilir. Darbelere karşı dayanımını artırmak ve muyluların aşınmalarını azaltmak için, sertleştirme işlemine tabi tutulur.



Şekil 33- Krank mili



16 - Silindir

Şekil 34- DE 22.000-33.000 Tipi Motor Krank Mili



Şekil 35- DE 22.000-33.000 tipi Baskı Halkası

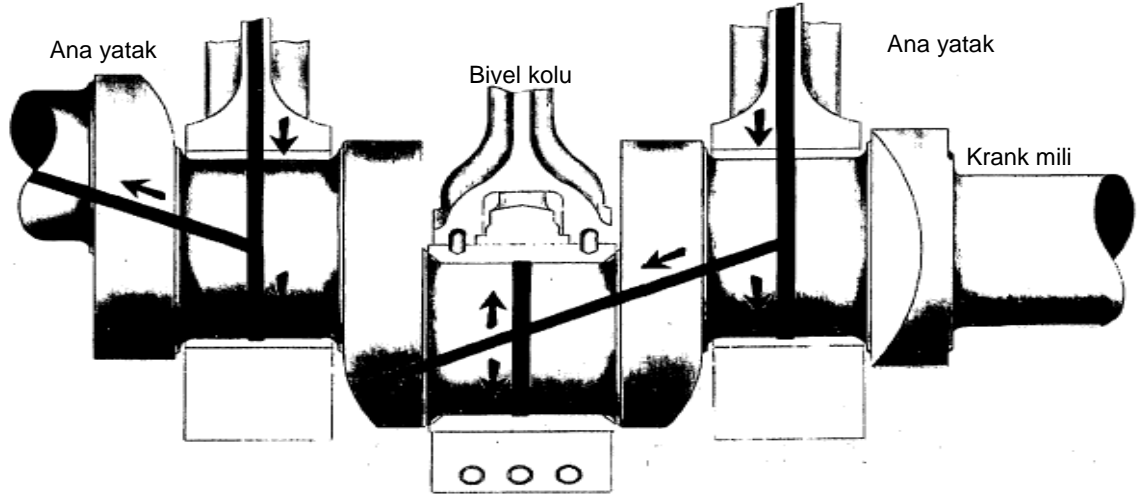


Şekil 36- DE 33.000 Baskı Halkası Montajlı Hali Komitesi

Krank mili (Şekil 6-1), karbon-çelik malzeme dövme parçası olup, ana ve krank pimi saplamalarının indüklenerek sertleştirilmesi sonucu elde edilmiştir. Krank mili, 16 ve 20 silindirli motorlarda, halkaları birbirlerine dövülmüş iki bölümden oluşmaktadır. DE 22.000 ve DE 33.000 tipi lokomotifler 16 silindirli olmaları nedeniyle krank milleri 2 parça halindedir. Bu parçalar arasında montaj yapılırken yukarıda şekil 6-2 de resmi verilen baskı halkası kullanılmaktadır. Baskı halkaları bronzdan yapılmış olup, yarım daire şeklinde 2 parçadan oluşmaktadır. Krank milinin doğrusal hareketini engellerler. Bu yatak montajlandığında şekil 6-3 deki gibi dışarıdan gözle görülebilmektedir. Bu parça ana yatakların aşınma kontrolü yapılması sırasında arızalı bir parça olarak görülebilmekte olup, bu hataya düşülmemesi için 5. ve 6. ana yatakların kontrolünde dikkat edilmesi gerekmektedir.



Şekil 37-16 silindirli 654EC3 tipi motor ana yatak montajı kompleksi



20798

Şekil 38- Krank Mili Yağ Geçişi

Krank milinin yapısına ve modeline tesir eden birçok etkenler varsa da krankın uzunluğunu, muyluların sayısını ve krank kollarının durumunu, motordaki silindirlerin sayısı ve sıralanışı tayin eder. Aynı zamanda, krank milindeki biyel muyluların durumu ve kam milindeki kamların sıralanışı motorun ateşleme sırasını tayin eder.



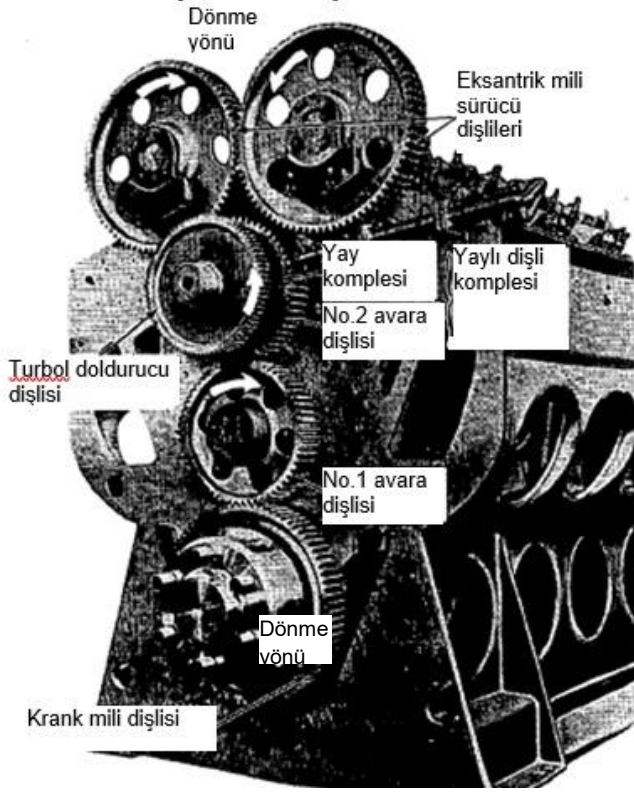
Şekil 39- DE 33.000 Lokomotif Krank Mili Komitesi

Ana yatak zarfları ince bir kurşun kalay tabakasına sahip çelik kılıflı kurşun-bronz kaplı hassas tip zarflardır. Yataktaki uçlar yatakları uygun dingil pozisyonunda tutar ve yatakları dönmekten korur. Üst ve alt yatak zarfı yarıları, aralarında değiştirilemez.

### 2.3.7 Eksantrik Milleri Kompleksi

Eksantrik mili hareketini krank milinden dişliler yardımı ile alır. Üzerindeki supap ve enjeksiyon kam milleri ile egzoz zamanlarını ve yakıt enjeksiyon zamanlarını oluşturur. Bu nedenle eksantrik mili 2 kısımda incelenecektir.

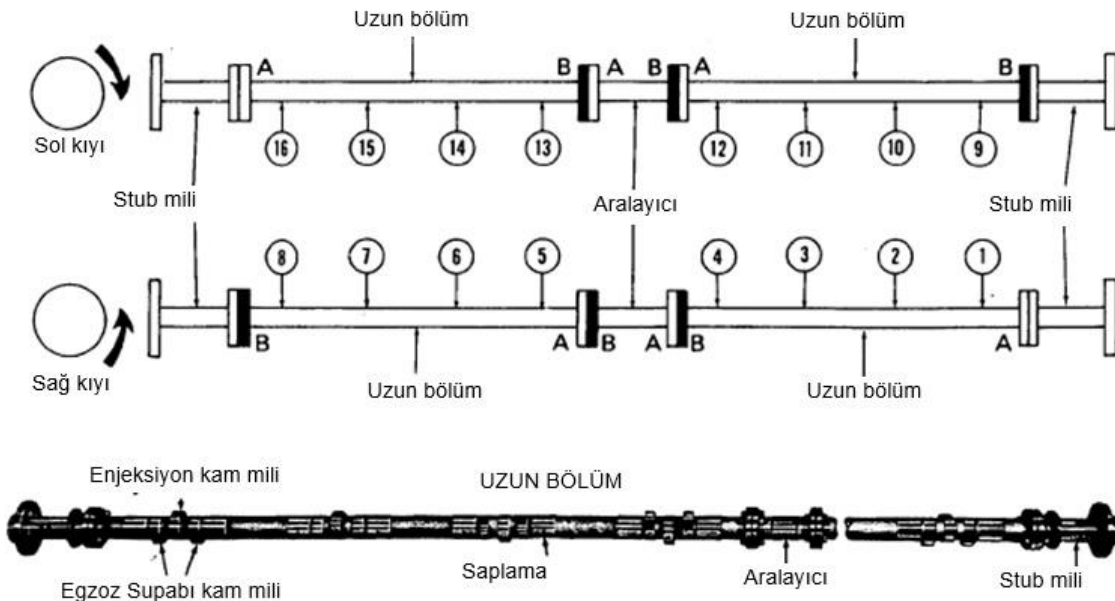
#### 2.3.7.1 Eksantrik Milleri Dişli Grubu



Şekil 40- Eksantrik mili dişli grubu

Şekil 40 de görülmekte olan dişli grubu krank mili üzerine monte edilen krank mili dişlisi, No.1 avara dişlisi, yaylı dişli kompleksi, sağ ve sol eksantrik mili dişlilerinden oluşmaktadır. Yaylı dişli kompleksi No.2 avara dişlisi, yay kompleksi ve türbinli doldurucu dişlisinden oluşmaktadır.

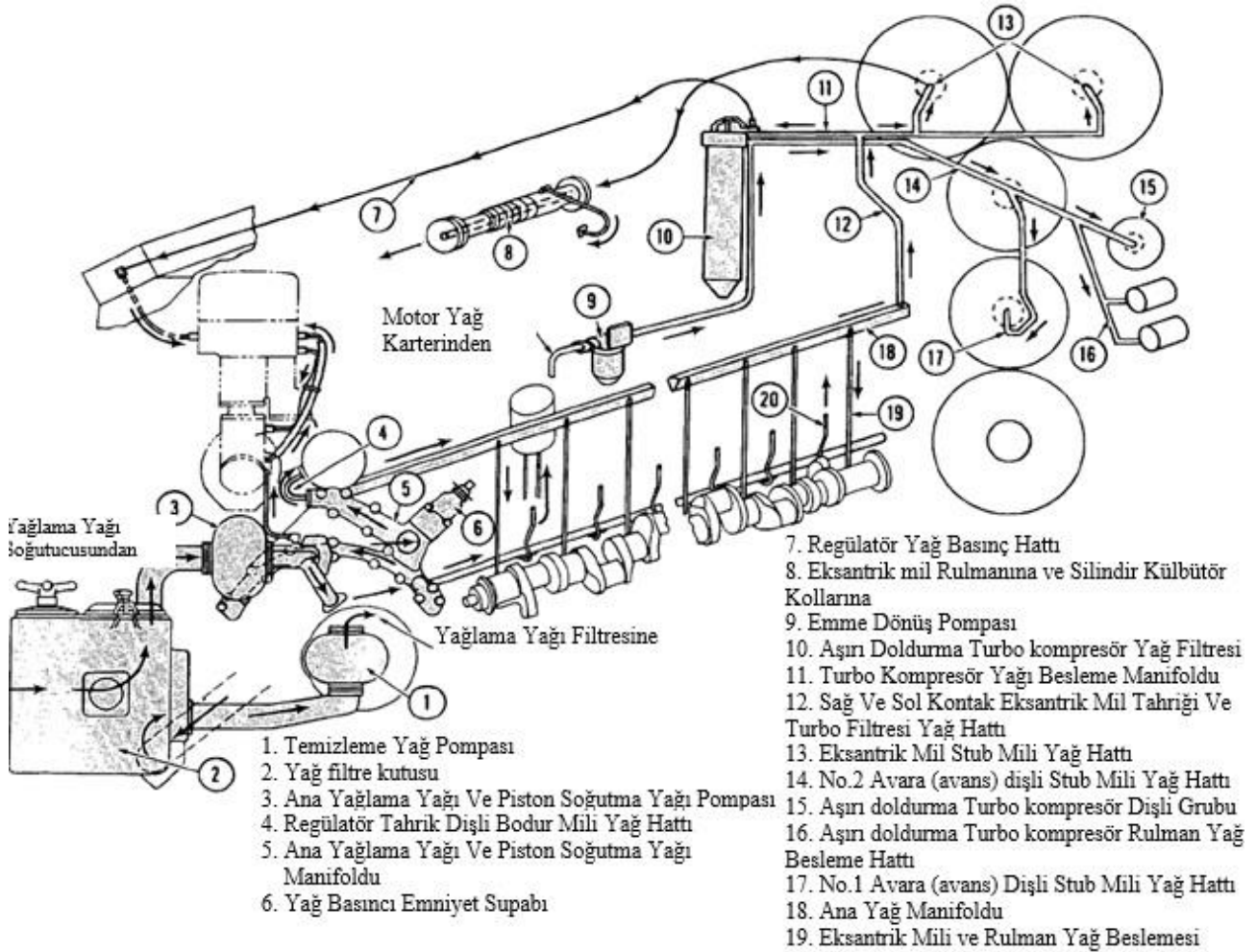
#### 2.3.7.2 Eksantrik Mili



Şekil 41- 16 silindir eksantrik mili kompleksi

Şekil 41’de görülmekte olan eksantrik mili kompleksi, halka bölümleri, ön ve arka bodur(Stub) mili, 16 silindirli motorlar için merkez bölümleri arasında arayıclardan oluşmaktadır. Her bölümde 4 silindir bulunmaktadır. Halka bölümleri Şekil 40’de görüldüğü gibi montaj için markalanmıştır. Her silindirde 2 egzoz kam mili, 1 enjeksiyon kam mili ve 2 rulman saplaması bulunmaktadır.

## 2.4 Yağlama Sistemi



Şekil 42- Yağlama Sistemi

Tüm motor yağlama sistemi üç ayrı sistemin birleşimidir. Bunlar ana yağlama sistemi, piston soğutma sistemi ve temizleme yağı sistemidir. Her bir sistem kendine ait bir pompaya sahiptir. Ana yağlama yağı pompası ve piston soğutma yağı pompası ayrı olmasına rağmen her ikisi bir kutu ve ortak tahrik miline sahiptir. Temizleme yağ pompası ayrı bir pompadır. Tüm pompalar motorun ön tarafında bulunan yardımcı dişli gurubundan tahriğini alır.

Ana yağlama yağı manifoldundan gelen yağ motorun arkasında ve avara dişlisi stub mili desteğinde bulunan dişli grubuna girer. Stub mili desteği içinde bulunan yağ kanalları yağı dağıtır. Kanallardan biri sağ ve sol kontak eksantrik mili tahrik dişlisi stub mili destekleri ile ve turbo kompresör yağ filtresi boyunca bir manifold ile temas halindedir. Filtre boyunca geçtikten sonra, yağ manifold içindeki geri dönüş hattına girer ve avara dişli stub miline akar. Avara dişli stub mili desteği içindeki bir kanal üst ve alt stub mili rulmanlarına yağı iletir. Filtre edilmiş yağ üst avara dişli sub milinden gelerek turbo kompresör yağ sistemine girer. Turbo kompresör filtre başı içindeki bir yağ kanalı, filtre çıkış hattı ile paralel, turbo kompresör yağ manifoldu içindeki bir kanala bağlıdır. Bir yağ basıncı hattı manifold kanalı ve regülatör içindeki düşük yağ basıncı aygıtı arasına bağlıdır. Yağ eksantrik mili tahrik stub milinden eksantrik mili boyunca uzanan delik içine girer. Eksantrik mili içindeki açısız (Radyal) delikler her bir eksantrik mili rulmanları içine yağı iletir. Her bir

silindirdeki eksantrik mili rulmanından gelen yağ hattı; külbütör kolu mili, külbütör kolu kama kompleksi, hidrolik vurma ayarlayıcıları ve enjektör külbütör kolu tuşuna yağın iletilmesini sağlar Sızan yağ üst montaj kapağı ve yağ karteri arasındaki kanallardan süzülerek yağ karterine geri döner. Turbo kompresör içindeki kanallar turbo kompresör rulmanları, avara dişlisi, planet dişli kompleksi ve yardımcı tahrik deliğine yağı iletir. Motor kapatıldığı zaman türbinin metal parçaları üzerinde hayli fazla ısı kalacaktır ve turbo kompresöre giden yağ beslemesi aniden kesilirse su ısı turbo kompresör rulman bölgesini etkileyecektir. Turbo kompresörün olası aşırı ısınmasını engellemek için motor kapatıldıktan sonra yağ beslemesi otomatik olarak beslemeye devam eder.

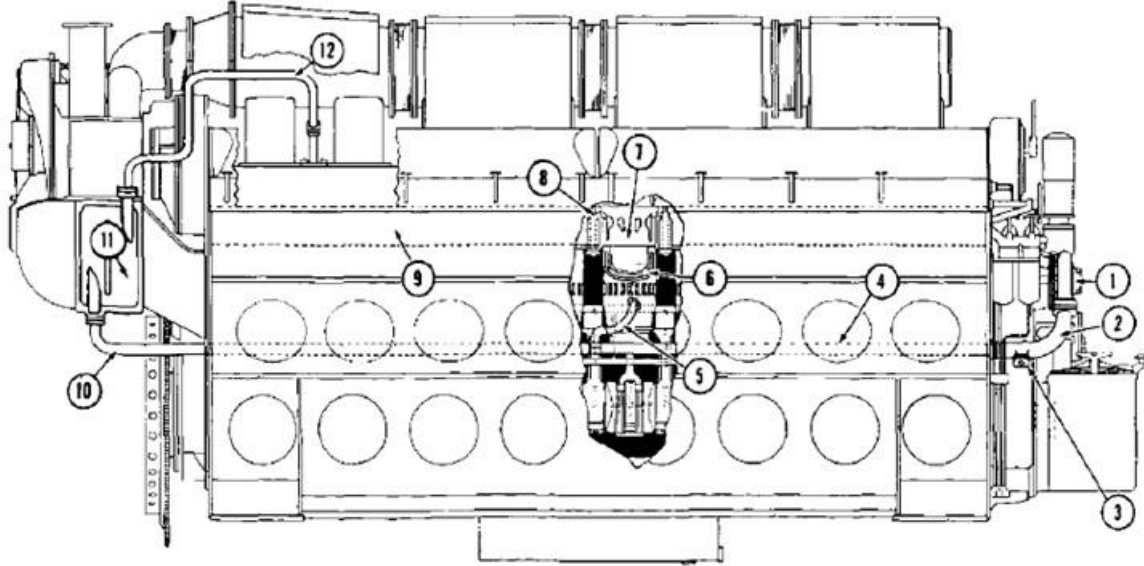
Piston yağ soğutma sistemi pompası yağı ana yağlama pompasına sahip ortak bir emmeden alır ve motor uzunluğu boyunca uzanan her bir tarafta bir adet olan iki piston soğutma yağ manifolduna yağı dağıtır. Her bir silindirde ki bir adet piston soğutma yağ borusu yağ akışını piston üst kısmının alt tarafına ve segman kayışına iletir. Bu yağların bazıları piston pin rulmanlarındaki kanallara girerken diğer kısmı taşıyıcı içindeki delikler boyunca yağ karterine akar.

Temizleme yağ sistem pompası, Şekil 43, yağ karteri yağ deposundan gelen yağı temizleme yağ filtresinden alır. Pompa yağı sonra yağ filtresine ve motor yanına yerleştirilmiş olan yağ soğutucusuna pompalar. Yağ sonra temizleme yağ filtresine, ana yağlama yağı pompasına ve piston soğutma yağ pompasına soğumuş ve temizlenmiş olarak gönderilmek için geri döner. Filtre kutusu içinde ki engel üzerinde bulunan fazla yağ dökülerek yağ karterine geri döner.

Motorda yağın istenilen miktarda olması çok önemlidir. Bu nedenle motorda 4 ve 5. silindirin arasında şekil 44' de gösterilen yağ seviye çubuğu vardır. Motorun yağ seviyesi ölçümü kesinlik motor rölantide çalışırken ve yağ sıcakken alınır (yağ sıcaklığı  $\approx 49$  °C)

Motor çalışırken her zaman uygun yağlama yağ basıncı kontrolü yapılmalıdır. Çalışan ve rölantide çalışan motorda, yağ basıncı sürekli görülmek zorundadır. Soğuk yağ dolaşımı sırasında, basınç güvenlik supabı ayarı olan yaklaşık 862 kPa (125 psi $\approx$ 8,62 bar) değerine kadar yağ basıncı çıkabilir. Yağlama yağı basıncı ayarlanamaz. Çalışma basınç aralığını belirleyen etkenler üretim toleransları, yağ sıcaklığı, yağ seyreltme ölçüsü, aşınma ve motor hızıdır. Motor rölantide çalışırken minimum yağ basıncı yaklaşık 55 - 83 kPa (8 - 12 psi $\approx$ 0,55-0,83 bar) ve tam güçte çalışırken yaklaşık 172-200 kPa (25-29 psi $\approx$ 1,73-2 bar) dir. Yetersiz yağ basıncı sırasında, regülatör içine yerleştirilmiş kapatma elemanı otomatik olarak motoru koruyacaktır.

## 2.5. Soğutma Sistemi



- |                           |                                     |                                  |
|---------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| 1. Su pompası             | 6. Silindir gömleği su kanalı       | 11. Sağ kenar son soğutucusu     |
| 2. Su giriş dirseği       | 7. Silindir kafası                  | 12. Son soğutucu su basma borusu |
| 3. Sistem boşaltma flansı | 8. Silindir kafası çıkış dirseği    |                                  |
| 4. Su giriş manifoldu     | 9. Su basma manifoldu               |                                  |
| 5. Su giriş borusu        | 10. Son soğutuculara giden su hattı |                                  |

Şekil 43 –Soğutma Sistemi

Motor soğutma sistemi, motordan tahrikli santrifüj devridaim su pompaları, her bir gömleğe giden münferit atlama hatlı değiştirilebilir su giriş manifoldları, silindir kafası basma dirsekleri, ve içerisinden soğutma suyunun dolaştığı bir çıkış manifoldundan oluşur. İki adet (DE 22.000 tipi lokomotiflerde bir adet) santrifüj su pompası aksesuar tahrik muhafazasının üstüne monte edilmişlerdir ve regülatör tahrik dişlisi tarafından tahrik edilirler.

Motor basma suyu motor tarafından alınan ısıyı harcamak üzere bir dış soğutma sisteminin içerisinden akar. Bu sistem bir su deposu, su seviyesi göstergeleri, sıcaklık göstergeleri, radyatörler, ve bunları birbirine bağlayan boru tesisatından oluşur. Her bir silindir gömleği münferit olarak su manifoldundan bir su giriş boru grubunun içerisinden soğutma suyu ile beslenir. Suyu saptırmak ve gömlek iç cidarının üstüne doğrudan çarpmasını önlemek üzere her bir gömlek su girişinde bir saptırıcı kullanılır. Su, silindir kafasına gömleğin üstündeki 12 tane basma deliğinin içerisinden girer. Her bir deliğin etrafındaki bir freze baş oyuğu bir ısı barajı ve bir su keçesi oluşturur. Karterin üstü boyunca giden su basma manifolduna bir su kanalı sağlamak üzere her bir silindir kafasına bir su basma dirseği civata ile tutturulmuştur. Karterde su basma manifoldunun içerisinde iki tane “entegre” sifon borusu vardır. bir tanesi sağ kenarda arkadan ikinci silindirde, ve diğeri de sol kenarda arkadan ikinci silindirde yer almaktadır. Motorun suyu boşaltıldığı zaman bu, motorun terazisinde olmaması halinde motor soğutma suyunun boşaltılmasını sağlar.

Soğutma suyu çözeltileri su, korozyon inhibitörü, ve gerekirse antifrizden oluşur. Doğru bir soğutma suyu çözeltilerinin seçilmesi ve bakımı soğutma sisteminin verimli çalışması için gereklidir. Bu faktörlerin önemini kavrayamamak soğutma sisteminde hasara, artan bakım maliyetlerine ve donanımın gereksiz ölü zamanlarına yol açabilir. Korozyon inhibitörlerinin özgül konsantrasyonlarının sağlandığından emin olmak için soğutma sisteminden soğutma suyu numuneleri alınmalıdır.

Soğutma suyunda meydana gelecek kaçaklar önemli arızalara sebebiyet vereceğinden. Kaçak tespit edilir edilmez giderilmeli ve yağ numunelerinde sodyum veya su görülürse derhal lokomotif su testine tabi tutularak kaçak tespit ve tamir edilmelidir.



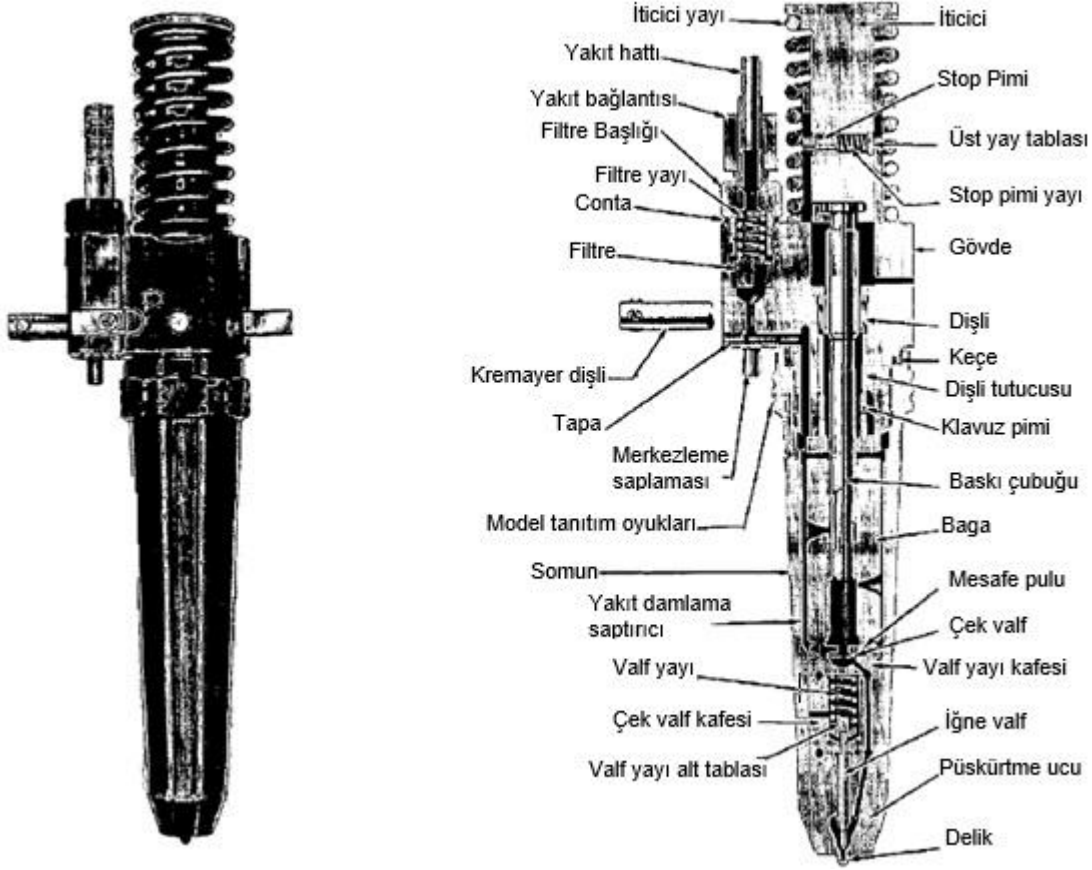
## 2.6. Yakıt Sistemi

Motor yakıt sistemi, yakıt enjektörü, motora monte edilmiş yakıt filtresi, ve yakıt gidiş ve dönüş manifoldlarından oluşmaktadır. Motor tahrikli yakıt pompası, yakıt deposu, yakıt emiş süzgeci gibi motorun dışındaki komponentler ile bunları birbirlerine bağlayan hatlar yakıt sistemini tamamlar. Çalışma sırasında yakıt, bir emiş süzgecinin içerisinden yakıt pompası sayesinde yakıt deposundan emilir ve motora monteli filtreye basılır. Daha sonra filtre elemanlarının içerisinden yakıt manifoldu besleme hattına ve her bir silindirdeki enjektör giriş filtresinin içerisinden de enjektörün içine geçer. Her bir enjektöre beslenen yakıtın küçük bir bölümü, çok yüksek bir basınçla iğne valfin ve enjektörün püskürtme ucunun içerisinden silindirin içerisine pompalanır. Püskürtülen yakıtın miktarı, baskı çubuğunun enjektör kremayer dişlisi ve governör tarafından ayarlanmış olan döner pozisyonuna bağlıdır. Enjektör tarafından kullanılmayan yakıtın fazlası, çalışan aksamı yağlamak ve soğutmaya hizmet etmek üzere enjektörün içerisinden akar. Yakıt, dönüş yakıt filtresinin içerisinden enjektörü terk eder. Bu filtre, yakıt dönüş hattından enjektöre bir ters akış olması durumunda enjektörü korur. Enjektördeki dönüş yakıt filtresinden gelen fazla yakıt, manifolddaki yakıt dönüş hattının içerisinden motora monteli yakıt filtresinin üstündeki “dönüş yakıtı” gözetleme camının basınç emniyet valfi girişine geçer. Bu valf dönüş yakıtının akışını sınırlayarak enjektörlerin üzerinde bir ters basınç uygular. Yakıt, “dönüş yakıtı” gözetleme camının içine doğru, camın altındaki dikey borunun içerisinden ve dönüş hattının içerisinden yakıt besleme deposuna doğru akmaya devam eder.

### 2.6.1. Yakıt Enjektörleri

Resim 11-2’de görülen bir enjektör, püskürtme ucunun kafanın biraz altından taşması ile her bir silindir kafasının merkezindeki bir konik delikte yer alır ve yuvaya yerleştirilir. Kafanın içerisinden bir saplama sayesinde merkezlenir ve bir enjektör kelepçesi ve somun sayesinde yerinde tutulur. Enjektörün dıştaki çalışan aksamı enjektör külbütör kolu ayar vidasının ucundan yağ tarafından yağlanır. İçteki çalışan aksam ise enjektörün içerisinden geçen motorin akışı sayesinde yağlanır ve soğutulur. Birim enjektörün bir kesiti ve muhtelif parçaların isimleri Şekil 44’te gösterilmektedir. Enjektör kamının külbütör kolu ve baskı çubuğu üzerinden etkimesi sayesinde baskı çubuğuna sabit stroklu bir ileri geri hareketi verilir. İtme çubuğu stroku sırasındaki enjeksiyon süresinin zamanlaması, külbütör kolunun sonundaki bir ayar vidası sayesinde ayarlanır. Şekil 44 aşağıya doğru bir strok sırasında yakıtın enjektörün içerisindeki akışını göstermektedir. Baskı çubuğunun kremayer tutturulmuştur. Baskı çubuğunun tabanının yakınındaki helisler, baskı çubuğu baganın her iki yakıt deliğinin açılmasına ve kapanmasına kumanda eder. baskı çubuğunun dönmesi aşağı strok sırasında her iki deliğin kapalı olduğu süreyi düzenleyerek bu suretle Şekil 44’te görüldüğü gibi silindirin içerisine püskürtülen yakıtın miktarına kumanda eder. Baskı çubuğu rölanti konumundan tam yük konumuna çevrildiği zaman strokun pompalama kısmı uzar, enjeksiyon daha erken başlatılır, ve daha fazla yakıt enjekte edilir.

Yakıtın düzgün atomize olması, yakıtı iğne valfin ötesine ve enjektörün ucundaki püskürtme deliklerinin içerisinden dışarıya zorlayan baskı çubuğunun aşağı stroku sırasında yaratılan yüksek basınç sayesinde gerçekleştirilir.

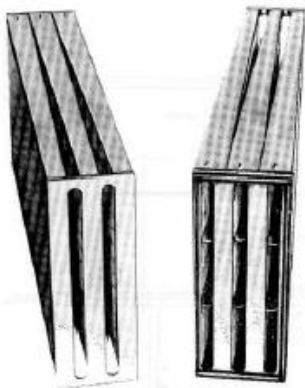


Şekil 44- Yakıt Enjektörü

## 2.7. Hava girişi ve egzoz sistemleri

Hava filtreleri, merkezi hava bölmesi içinde ana jeneratörün üst kısmında bulunur. Kullanılıp atılabilir olan, kıvrımlı kâğıt elemanlı filtre kullanılmaktadır. Lokomotifler, filtrelerin kirliliğini makiniste ihbar eden bir sistemle donatılmıştır. Her iki tip lokomotifte filtrelerin kirli olması durumunda, bir vakum anahtarı (FVS) ile AN 16 modülü üzerindeki “motor hava filtresi tıkalı” ledi yakıtılarak ihbar eder. DE 33000 tipi lokomotiflerde ikinci bir aşama olarak filtrelerin ileri düzeyde kirli olması durumunda, ikinci bir vakum anahtarı (EFS) ve bir kilitleme rölesi (EFL) çalışır ve bunlar lokomotif çalışmasına kısıtlama getirir. EFS anahtarı kapandığında (sadece DE 33000’lerde);

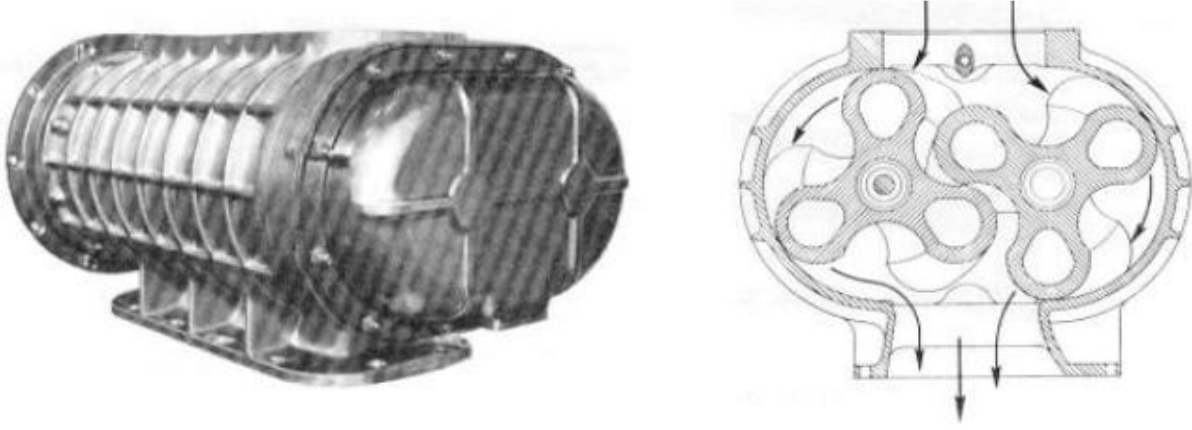
1. Motor kumanda paneli üzerindeki “regülatör stop” lambası yanar.
2. Regülatör içindeki “D” bobini enerjilendirilir. Bu da motor devrini, gaz kolu 8. kademede ise 6. kademe devrine, 7’ de ise 5. kademe devrine/gücüne düşürür.



Şekil 45- Motor hava filtresi

### **Blöver:**

DE 22000 tipi lokomotiflerde aşırı doldurma ünitesi olarak kullanılır. Eksantrik mili dişli düzeni içinde bulunan dişlilerden hareket alan ve sağ ve sol hava kutularını beslemek üzere iki adet blöver kullanılmıştır. Bir blöver, alüminyum bir yuva içinde dönen bir çift helisel üç yuvarlak uçlu rotordan ibarettir. Rotor yatakları yardımcı tahrik yuvasından verilen motor yağı ile basınçlı yağlamalıdır. Her bir rotor milinin uç pleyti içine yağ keçeleri konularak rotor yuvasına yağ sızması önlenmiştir.



Şekil 46- Blöver

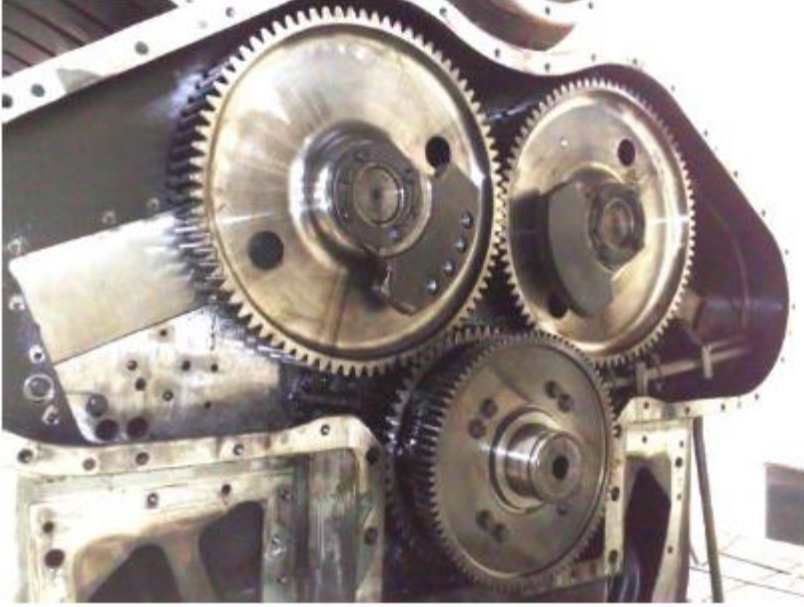
### **Turbo kompresör:**

DE 33000 tipi lokomotiflerde silindirler içine daha fazla hava sokarak motor gücünü artırmak amacıyla kullanılır. Her iki tip lokomotif motorları karşılaştırıldığında turbo kompresörün %50 güç kazandırdığı görülmektedir. Silindirlerden gelen yanmış gazlar, egzoz manifoldları aracılığıyla turbo kompresörün türbin kısmından içeriye girer. Bacadan çıkmadan önce turbo kompresör içindeki türbini hareket ettirir. Türbin miline bağlı olan kompresör kısmındaki pervane döner ve havayı, hava soğutucusu üzerinden hava kutusuna gönderir.



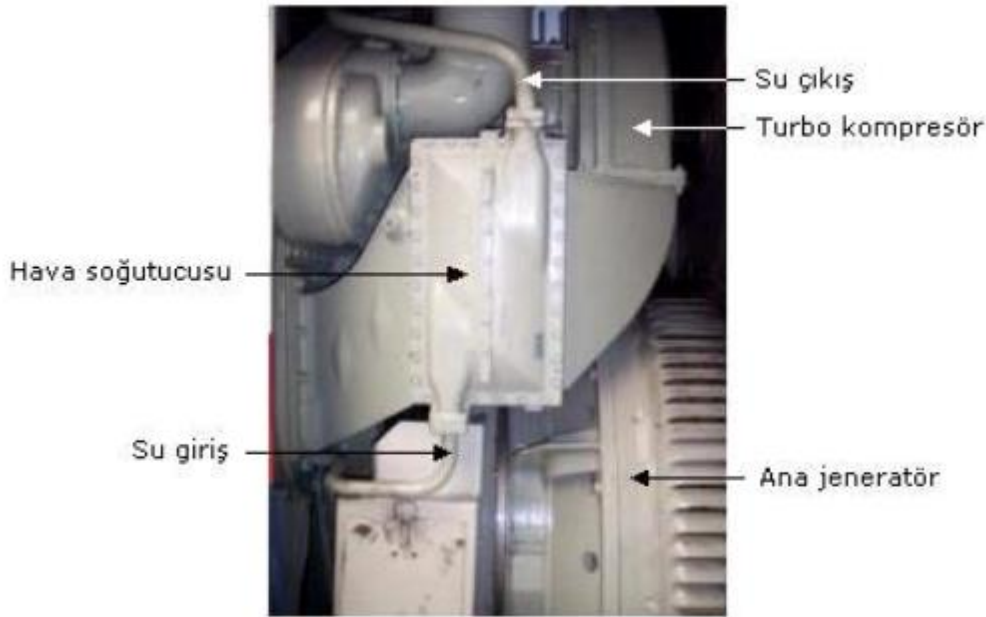
Şekil 47- Turbo kompresör

Marş basarken ve düşük güç seviyelerinde tutuşma için gereken havayı yeteri kadar çabuk temin etmesi için türbini ve pervane tertibatını hareket ettirecek yeterli egzoz enerjisi yoktur. İlk harekette ve düşük güç seviyelerinde motor, mevcut olan egzoz gazının biraz yardımıyla turbo kompresörü bir dişli çark takımından tahrik eder. Daha yüksek güç seviyelerinde egzoz gazı enerjisi, turbo kompresörü herhangi bir yardım almadan harekete geçirmeye yeterlidir ve dişli çark takımında bulunan bir serbest tekerlek kavraması, mekanik tahriki motordan ayırır.



Şekil 48- Turbo kompresör tahrik dişlisi ve kavrama düzeni

### **Hava soğutucusu:**



Şekil 49- Hava soğutucusu

DE 33000 tipi lokomotiflerde iki adet olarak bulunur. Turbo kompresör tarafından sıkıştırılan havanın basıncıyla birlikte sıcaklığı da artar. İki adet hava soğutucusu havanın silindirlere verilmeden önce soğutulmasını sağlar. Soğutma, motor suyu ile yapılır. Her bir hava kutusu içinde bulunan su giriş borularının devamından yakınındaki soğutucuya su girer, havanın ısını aldıkdan sonra çıkışları, başlıklardan çıkan suların toplandığı deşarj kanalına boşalır.

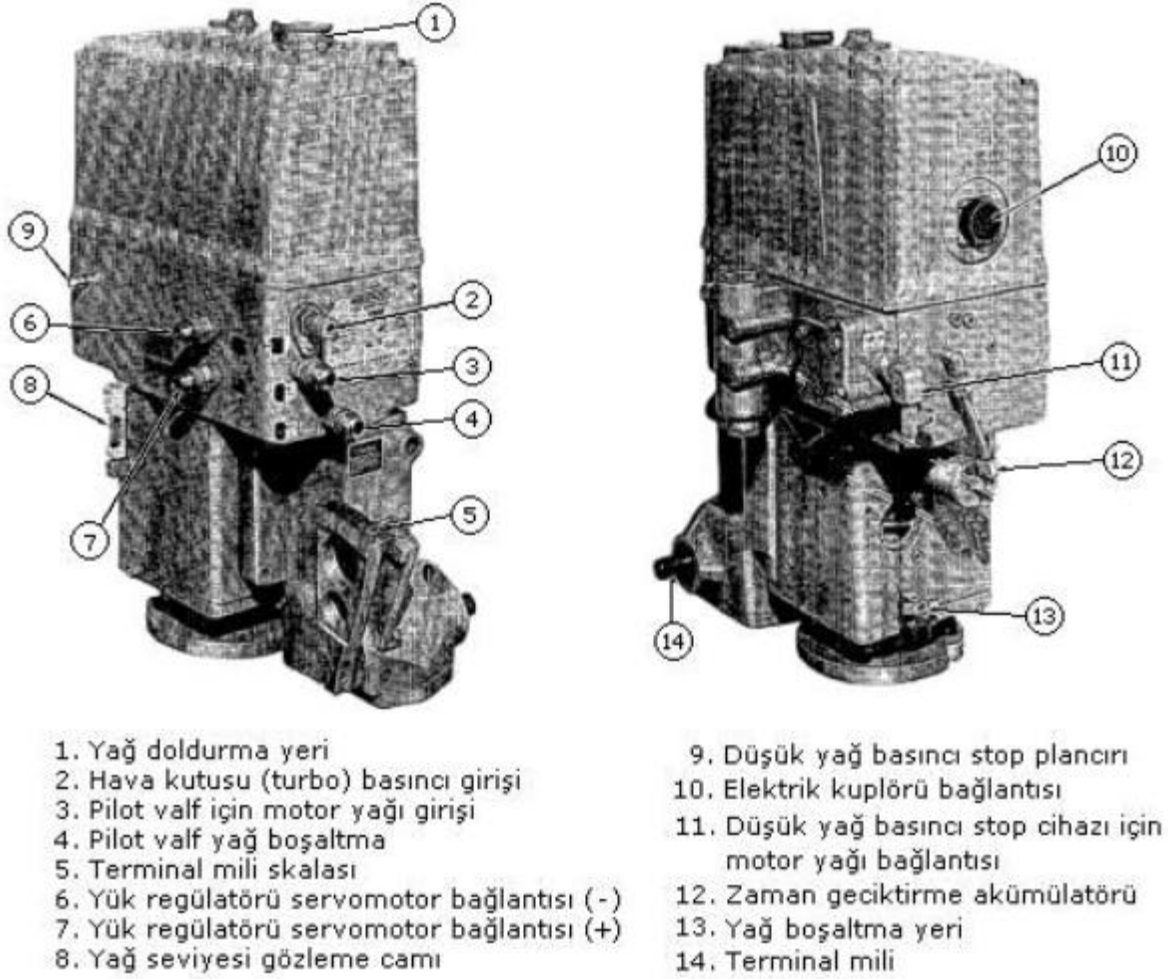
### **Egzoz manifoldları:**



Şekil 50- Egzoz manifoldları

Motor silindirlerindeki egzoz gazları, supapların açılması ile silindir başlıklarından geçer ve blok içindeki egzoz dirseklerine ulaşır. Bu egzoz dirsekleri, silindir başlığı egzoz çıkışlarını egzoz manifoldlarına bağlar. Egzoz gazları, dirseklerin çıkışındaki egzoz manifoldlarına ulaşmadan önce blok içinde bulunan ve dirsekleri çevreleyen soğutma suyu deşarj kanalları aracılığıyla soğutulur. Egzoz manifoldları bölümler şeklinde yapılmıştır ve bölümleri özel bant ve kısaç bağlayıcı düzenleri ile birbirine bağlanmıştır. DE 33000 tipi lokomotiflerde bağlantının ucu turbo kompresöre bağlıdır ve buradan geçen egzoz gazları türbini çevirerek bacadan dışarı çıkar. DE 22000 tipi lokomotiflerde her bir manifoldun çıkışı, bacalardan (4 adet) dışarıya verilmiştir.

## 2.8. Regülatör



Şekil 51- Regülatör

1. Regülatörün görevi, motor devrini makinist tarafından tayin edilen bir değerde tutmaktır. Regülatör, makinist tarafından seçilen motor devrini sürdürmek için elektro-hidrolik devir kontrolüne sahiptir.

2. Gaz değişimi ile motor devrini değiştirmek veya yük değişimiyle motor devrini sabit tutabilmek için, silindirler içerisine püskürtülen yakıt miktarı değiştirilmelidir. Motor devrini izleyen regülatör, yakıt enjeksiyon miktarını değiştirecekse, regülatör döner mili ve enjektör bağlantı çubukları üzerinden enjektör kumanda kramayerini hareket ettirir.

3. Regülatör içerisinde motor devir kontrolünü düzenleyen 4 adet bobin bulunur. Bunlar 'A-B-C-D' olarak rumuzlandırılırlar. Bunların farklı şekillerdeki enerjilenme kombinasyonlarına göre motor devir kontrolü yapılır. Bobinlerin farklı kombinasyonlardaki enerjilenme durumları gaz kolu hareketiyle ve kumanda kontrol ve emniyet devreleri aracılığıyla sağlanır. Bobinlerin durumuna göre regülatör, enjektör kumandası için gaz kolunu hareket ettirerek yakıt enjeksiyonunu değiştirir.

4. Regülatör içindeki yağ, hareket eden parçaları yağlar ve regülatörün değişik parçalarını çalıştırmak için gerekli olan kuvveti sağlar. Regülatör yağı olarak Petrol Ofisi REGAL OİL - 100 numaralı yağ kullanılır. Farklı yağ konulmamasına dikkat edilmesi gerekir. Lokomotifin her teslim alınışında yağ seviyesi gözlenmelidir ve dolu olduğu görülmelidir.

## 2.9. Düşük Su ve Karter Basıncı Kontrol Düzeni

1. Su ve karter basıncı dedektörleri mekanik olarak çalışan, basınca hassas cihazlar olup, motor soğutma sistemi ve karter basınçlarında anormal durumları bulmak için kullanılır.

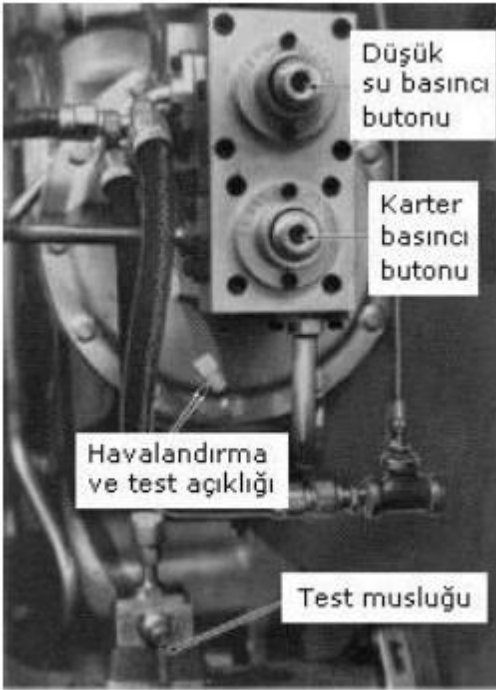
2. Düşük su basıncı dedektörü, bir yağ boşaltma valfini kapalı durumda tutmak için, su pompası çıkış basıncı ve su pompası giriş basıncı farkını hava kutusu basıncı ile hafif bir yaya karşı dengede tutar. “Su pompası çıkış basıncı – su pompası giriş basıncı = Hava kutusu basıncı + yay gücü “

3. Su pompa boyunca basınç farkı, hava kutusu basıncından daha az olduğu zaman diyafram, yağ boşaltma valfini açıp regülatör içindeki düşük yağ basıncına duyarlı cihazından yağı akıtmak için hareket eder, düşük su basıncı butonu atar ve yağı boşaltır. Regülatör düşük yağ basıncına duyarlılık gösterir.

Bu durumda:

- a) Kendi üzerindeki düşük yağ basıncı stop plancırı dışarı çıkar,
- b) Motor stop eder ve
- c) Motor kumanda panelinde lamba yanar.

Bu cihaz, düşük soğutucu seviyesi, aşırı soğutucu sıcaklığı, soğutma sistemindeki egzoz gazları veya bunun gibi soğutma sistemi bozukluklarından dolayı su pompasını ve motoru koruma görevi yapar.



Şekil 52- Su ve karter basıncı dedektörleri

4. Motor stop edildiği zamanlarda hava kutusu basıncı yoktur, fakat yay basıncı butonun atmasını engeller. Bazen motor durduğunda ve ilk marş esnasında basınç farklılıklarından dolayı buton atabilir. Bu durum arıza olduğunu göstermez ve tekrar resetlenir.

5. Su pompası çıkış hattında ve dedektöre giriş hortumu üzerine bir test musluğu takılmıştır. Bu musluk su basıncını elle düşürmeyi ve bunun sonucu butonun atma hareketi üzerinde bir kontrol imkanı sağlar. Test musluğu kolunu yatay pozisyona döndürerek, musluktaki küçük delikten soğutucunun boşaltılması için sabit bir akış sağlanmalıdır. Bu durumda butonun attığı görülür.

6. Cihazın karter basıncı kısmı, su kısmındakine benzer bir yağ boşaltma valfinden ibaret olup, karterden pozitif bir basınç oluşuncaya kadar kapalı durumda tutulur. Herhangi bir arıza sonucu karter basıncı yükselirse,

yağ boşaltma valfi serbest bırakılır ve butonu dışarı çıkar. Bu durumda regülatöre giden yağ basıncı düşer ve su kısmında olduğu gibi, regülatör düşük yağ basıncına duyarlılık gösterir ve motoru durdurmayı başlatır.

7. Karter basıncı butonunun atması nedeniyle motor durursa, motor soğuması için muayene yapmak için en az iki saat herhangi bir kapağı açmayınız. Atma nedeni tespit edilip düzeltilinceye kadar motoru yeniden çalıştırmayınız. Basınç bekçisinin çalışması, aşırı ısınmış yatak gibi bir durumun motor içinde meydana gelmesi olasılığını gösterir. Böyle bir durum, havanın içeri girmesine izin verilmesi halinde sıcak yağ buharlarını patlayıcı bir kuvvetle tutuşturabilir.

## 2.10. Regülatör Düşük Yağ Basıncı Plancırının Atması

Düşük yağ basıncı stop cihazı, regülatörün entegre bir parçasıdır. Bu cihaz kendisine ince bir boru ile bağlantılı olan yağın basıncını izler. Bu borudaki basıncı düşük görürse, yağ basıncı stop plancırının dışarı çıkmasını sağlar. Bu durumda regülatör, enjektör kumanda çubuğunu hareket ettirir, enjektör kremayerlerini yakıt kesme durumuna getirir ve motor stop eder. Aynı zamanda motor kumanda panelindeki “regülatör stop” lambası yanar. Böyle bir durumda, motoru tekrar çalıştırmak için plancır el ile tanzim edilmelidir. Eğer motorda stoba çekilme koşulları sürüyorsa, plancır el ile içeride tutulsa bile bu hareket meydana gelecektir.

Düşük yağ basıncı stop cihazına, motorun arka kısmından ince bir boru ile ana yağlama yağı akışı sağlanır. Ayrıca bu boru devamına:

- d) Yağ termostatik valfi,
- e) Düşük su basıncı dedektörü ve
- f) Karter basıncı dedektörü bağlantısı yapılmıştır.

Düşük yağ basıncı durumu meydana geldiği zaman, cihaz motoru stopa çekmek suretiyle cevap verecektir. Bu durum, aşağıdaki nedenlerden birisi tarafından meydana gelir:

1. Sistemde gerçek yağ basıncı düşümü.
2. Karter basıncı butonunun atması. Buna neden olan arızalar:
  - Dedektörün arızalı olması,
  - Sekman kırılması,
  - Piston delinmesi,
  - Silindir gömleği çatlaması,
  - Silindir etek contalarının deformasyonu,
  - Yağ seperatörünün kirlenmesi,
  - Yatak sarma başlangıcı,
  - Karter içine yakıt veya su karışması.
3. Düşük su butonunun atması. Buna neden olan arızalar:
  - Dedektörün arızalı olması,
  - Su seviyesi düşüklüğü,

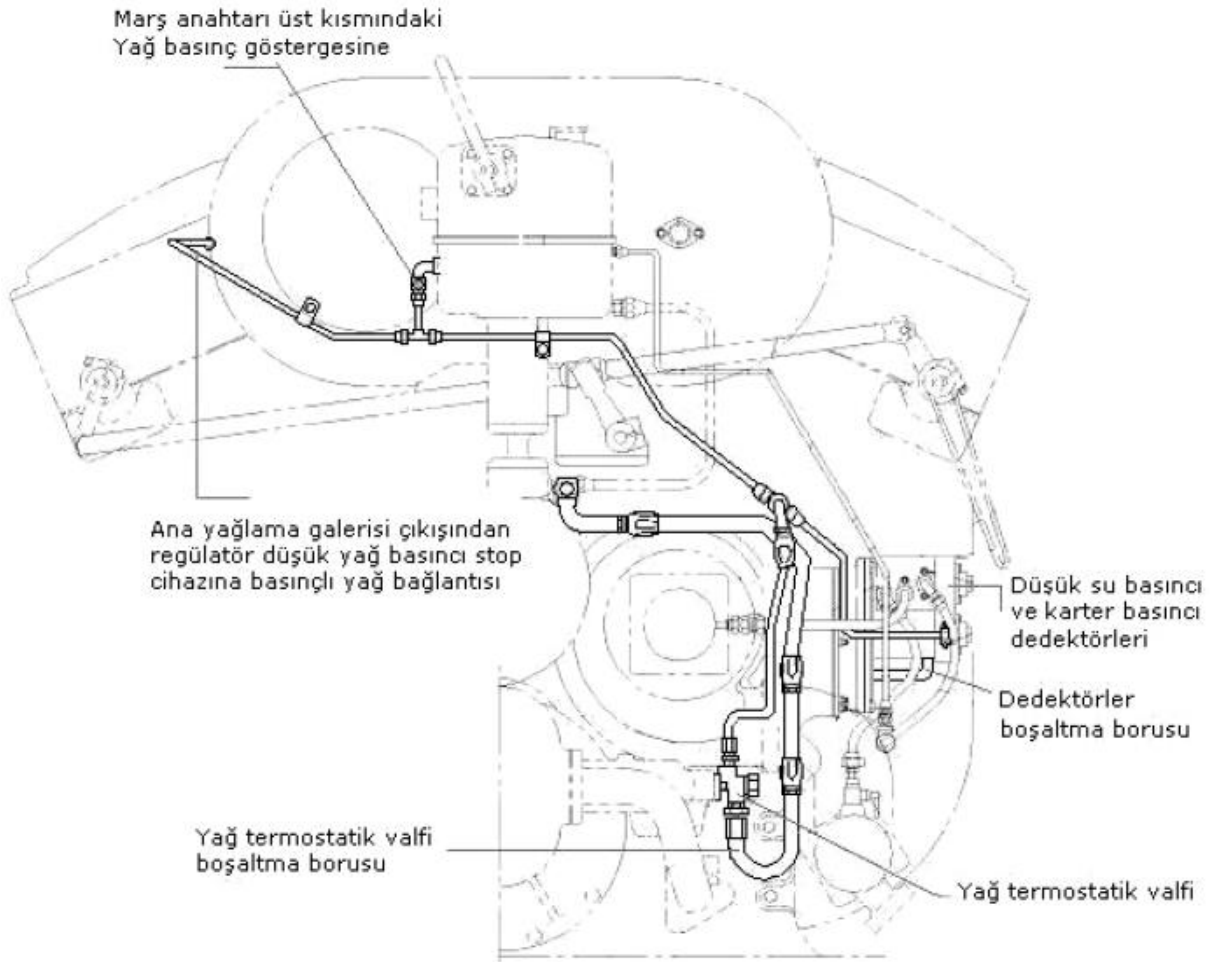


- Su harareti,
- Su pompası arızası,
- Soğutma sistemine egzoz gazlarının karışması.

#### 4. Yağ termostatik valfinin açması. (127 C°)

Bu durumlarda yağ basınç hattından regülatöre giden basınç düşecektir. Bu nedenlerden birisi ortaya çıktığında, motor 1-2-3. gaz kademesi devirlerinde ise, motor stop etmeden önce yaklaşık 55 saniyelik bir zaman gecikmesi sağlanmıştır. Zaman gecikmesi, motor yeni çalıştırıldığında çalışma basıncına ulaşılmasına olanak vermek ve yanlış görev yapma durumunda arıza yerini belirleyebilmek için verilmiştir. Fakat stop nedenini bulmak için motorun tekrar tekrar marş yapılması girişiminde bulunulmaması gerekir. Motorun 4-5-6-7- 8. gaz kademesi devirlerinde gecikme olmaz ve yaklaşık iki saniye sonra motor stop eder.

Yukarıdaki durumların dışında, motorun aşırı devrinde, aşırı devir mekanizması tarafından motor stop ettirildiğinde aynı zamanda regülatör yağ basıncı stop plancırının da dışarı çıktığı gözlenmektedir. Bunun nedeni, stop esnasında oluşan düşük yağ basıncını, regülatör düşük yağ basıncı stop cihazının algılamasından kaynaklanmaktadır. Bu durumda motorun tekrar çalıştırılması için sadece aşırı devir kolunun tanzimi yeterli değildir, aynı zamanda plancırın da elle tanzimini yapmak gerekir.



Şekil 53- Yağ basıncı duyucu hattı

Servis esnasında markizdeki “regülatör stop” lambasının yanarak motorun stop etmesi durumunda makinistin yapacağı işlemler:

1. Böyle bir durumda sigortalarda veya markizde arıza aramayınız. Mutlaka regülatör üzerindeki yağ basıncı stop plancırını dışarı çıkmıştır.

2. Öncelikle;

a) Karter basıncı butonunu,

b) Düşük su basıncı butonunu ve

c) Aşırı devir kolunu kontrol ediniz. Çünkü bunlar görülebilir işaret vermektedirler.

3. Karter basıncı butonu atmışsa imdat isteyiniz. Motor üzerinde hiçbir kapak açmadan kol çıkarması gibi görülebilir bir durumun olup olmadığını dışarıdan gözle kontrol ediniz. “Bir defa tanzim edin ve yola devam edin” emri verilse bile kesinlikle buna girişmeyiniz.

4. Düşük su basıncı butonu atmışsa bunun üç temel nedeni olabilir:

a) Su seviyesi düşük olabilir. Su seviyesi düşükse, radyatörlerden, boru bağlantılarından, başlık çıkış dirseklerinden, hava kutusu içindeki su giriş borusu ve silindir bağlantılarından, silindir başlığı ve silindir ceketi çatlağından kaynaklanabilir. Hava kutusu içindeki bağlantı kayıpları, şasi altındaki hava kutusu tahliye borusu çıkışı kontrol edilerek görülebilir. Ayrıca karter yağ seviyesini kontrol ediniz, eğer yüksekse kartere su iniyor olabilir ve bu durumda imdat isteyiniz. İmkan varsa su ilavesi yapılarak yola devam edilir. Fakat aşırı ısınmış motora soğuk su eklememeye özen gösteriniz. Ayrıca tamirat defterine su ilavesi yapıldığı yazılmalıdır.

b) Su harareti olabilir. Eğer kızgın motor alarmı motor ısınıp düşüremezse, düşük su basıncı butonu atar ve motor stop eder. Bu da gerçekleşmezse yağ termostatik valfi açar. Su harareti nedeniyle düşük su basıncı butonu atmışsa, motoru tekrar çalıştırmak için soğuması beklenmelidir. Çalıştırdıktan sonra da soğutma sistemi kontrolü yapılır. Öncelikle fanların çalışması ve panjurların açılıp açılmadığı kontrol edilir.

c) Su pompası arızalı, sisteme egzoz gazları karışmış ve dedektörün kendisi arızalı olabilir. Bu durumların varlığını makinist tespit edemez ve yapacağı herhangi bir şey yoktur. Butonu tanzim etmeye çalışır, fakat tutturamıyorsa imdat ister.

5. Regülatör stop planjırı ile birlikte aşırı devir kolu da atmışsa, sorunu aşırı devir sisteminde aramak gerekir. Böyle bir durumda, regülatör stop planjırının tanzim edilmesinde şüpheli bir durum yoktur. Aşırı devir kolunun tanziminde şu hususa özellikle dikkat etmek gerekir: Aşırı devir kolu atması gerçek bir aşırı devre kaçmanın sonucu mu gerçekleşti yoksa motorun tam devrini aşmadan mı gerçekleşti. Bu ayrımı yapmak gerekir. Eğer gerçek bir aşırı devre kaçma durumu varsa, depo ile görüşmeden tekrar marş yapmayınız. Çünkü motorun kontrol edilmesi gerekebilir. Deponun talimatı doğrultusunda hareket edilir. Eğer gerçek bir aşırı devir olmadan aşırı devir kolu attıysa, tekrar tekrar tanzim etmekte bir sakınca yoktur.

6. Düşük yağ basıncı nedeniyle stop etmenin nedeni; yağ seviyesinin düşmesi, yağ pompası arızası veya tıkanmış bir turbo kompresör yağ filtresi olabilir. Düşük yağ basıncı nedeniyle, durma gerçekleştiyse, her zaman su ve yağ seviyelerini kontrol ediniz. Aynı zamanda su sıcaklığını da kontrol ediniz.

7. Yağ harareti nedeniyle motor stop etmeden önce normalde motor kızdı alarmı görülür. Çünkü soğutulamayan yüksek su sıcaklığı yağ hararetine neden olur. Ayrıca yağ soğutucusunun arızalı olması da yağ hararetine neden olabilir. Yağ termostatik valfi açması nedeniyle durma gerçekleştiyse, kızgın yağ buharlarının alev alma ihtimali olması nedeniyle, motor soğuyuncaya kadar motor kontrolü yapmayınız. Açık olan valf, sıcak yağ soğuduktan sonra otomatik olarak reset olur. Ancak, tekrar marş yapmak için motorun komple bir kontrolünün yapılması gerekir. Böyle bir durumda depo ile görüşülerek verilecek talimata göre hareket edilir.

## MOTOR BİLGİSİ

### 2.11. SPESİFİKASYONLAR

Silindir yuvası çapı (bore)	230.19 mm (9-1/16'')
Kurs (strok)	254.0 mm (10'')
Kontaklar arasındaki açı	45°
Sıkıştırma oranı 16:1	
Silindir başına yer değiştirme	10 750 cm <sup>3</sup> (645.cu.in)
Rotasyon (arka tarafla karşılaşma)	saatin tersi yönde
Yanma sırası	
16 silindir	1,8,9,16,3,6,11,14, 4,5,12,13,2,7,1,15
Egzoz supabı (silindir başına)	4
Ana rulmanlar	
16 silindir	10
Regülâtör (düzenleyici)	PGR
Besleme	Tek akış
Besleme havası vantilatörü tipi	22.000/33.000 Blower/Turbo – santrifüj
Soğutma sistemi	Basınçlı
Su pompaları	Santrifüj
Yağlama sistemi	Tamamen basınçlı
Yağ pompaları	
Ana yağ pompası ve piston soğutma pompası	bir yuvada iki pompa, Çift tahliyeli.
Yardımcı (temizleme) pompası	helisel dişli tipli
Yakıt enjeksiyonu	iğne valfli enjektör ünitesi
Yakıt pompası	pozitif kayma
Motorun çalışması	çift elektrik motoru

## 2.12. NOMİNAL DEĞERLER

### E3C

Tam zamanlı düşük boşta çalışma hızı	200/235/255 RPM
Boşta alışma hızı	269/300/318 RPM
Tam hız	904 RPM
Verim (ekiş BG)	
16 silindir	3000 HP

## 2.13. KAPASİTELER

### E3C

#### 900 RPM

Litre/dak

Galon/dak

### Yağ pompası

Ana yağlama yağı

16 silindir	700	185
-------------	-----	-----

### Piston soğutması

16 silindir	348	92
-------------	-----	----

### Tarama

16 ve 20 silindir	1476	390
-------------------	------	-----

### Yakıt pompası

16 ve 20 silindir	17	4.5
-------------------	----	-----

### Su pompası

16 silindir	3218	850
-------------	------	-----

Emme dönüş pompası

8, 12, 16 ve 20 silindir

11

3

## 2.14. AĞIRLIKLAR – 645E3C

Aşağıda listelenen ağırlıklar, 16 silindirli motorlar için maksimum ağırlıklardır. Ağırlıklar kullanılacak olan taşıma prosedürüne karar verme konusunda yardım amacı ile verilmiştir. Ağırlıklar ünite başına kilogram olarak verilmiştir.

<u>TANIM</u>	KG	<u>TANIM</u>	KG
Motor kompleksi	16,522	Yaylı tahrik dişli kompleksi	77
Motor gömleği (rulmanlar yatakları dahil)	5319	Aksesuar tahrik kapak kompleksi	60
Yağ karteri	953	Fazla hız kovan kompleksi	19
krank mili	1442	Regülatör	50
Eksantrik mili amortisörü (dişli tipli)	170	Fazla hız tahrik dişli kompleksi	24
Aksesuar tahrik dişlisi	44	Regülatör tahrik kovan kompleksi	18
krank mili dişlisi	51	Su pompası	49
Volan dişlisi	132	Su manifoldu kompleksi	31
Kavrama diski	147	Ana yağlama ve piston soğutma yağı pompa kompleksi	89
Silindir güç kompleksi		Yardımcı (temizleme) pompa kompleksi	101
W/ çatal çubuk	185	Yağlama yağı filtre kompleksi	92
W/ bıçak biyel	165	Yakıt (fuel-oil) filtre kompleksi	22
Silindir başlığı kompleksi	66	Turbo kompresör kompleksi	816
Silindir gömleği	58	Yedek tahrik kompleksi	37
Piston	19	Son soğutucu oluğu	76
Çatal biyel kolu	23	Son soğutucu gövdesi, başlığı ve kapak	90
Bıçak biyel kolu	11	Yağ ayırıcı kompleksi	33
Eksantrik mili w/ bodur mili kompleksi	100	Emme dönüş yağı pompa/ motor kompleksi	34
Eksantrik mili tahrik dişlisi	40	Turbo kompresör yağ filtresi kompleksi	13
Eksantrik mili tahrik yuvası	154	Egzoz manifoldu hücresi	86
Avans (avara) dişlisi bodur mili kompleksi	43		

Düşük avans dişlisi (no 1)	28	Genleşme bağlantısı	14
Adaptör ve turbo ekranı	37	Çalıştırma motoru	35
Çalıştırma motoru montaj desteği	26		

## 2.15. TORK DEĞERLERİ

<b>ÜST KAPAK</b>	<b><u>N. M</u></b>	<b><u>FT -.LBS</u></b>
Eksantrik mili bodur mili rulman destek civatası		
5/8 “ altıgen başlı (yağlanmış)*	190	140
½ “ altıgen aylan başlı	102	75
silindir başlığı tutucu somunları ( yağlanmış)*		
başlangıç	540	400
bitiş	3254	2400
enjektör tutucu (crab) somunları (yağlanmış)*	68	50
silindir başlığından- gömleğe (yağlanmış)*		
başlangıç	95	70
bitiş	325	240
üst kapak başlık çerçevesi civataları		
(300 M civata, sertleştirilmiş pullu)	54	40
aşırı devir uyarma kompleksi	32	24
enjeksiyon yakıt hattı	54	40
eksantrik mili rulman blokları	43	32
Külbütör kolu mil somunları (yağlanmış )*		
Başlangıç	203	150
Bitiş	407	300
Külbütör kolu yağ hattı civataları	9.5	7
Yakıt manifold blokları	54	40
Dekompresyon ventili montaj somunu	88	65
Su çıkışı dirsekten başlığa civatalar	41	30
Egzoz manifoldundan motor gömleğine (yağlanmış)**		
Başlangıç	68	50
Bitiş	176	130
Egzoz manifoldu birleştirme civataları	108	80

Egzoz manifoldu muayene kapağı (donanım var ise)	108	80
<b>AKSESUAR UÇLARI</b>		
Aksesuar tahrik yuvasından	88	65
Motor gömleğine ve yağ karterine (w / sızdırmazlık malzemesi) <sup>+</sup>	88	65
Aşırı devir uyarıcı yuvası - motor gömleği	88	65
Su pompası montaj civataları	88	65
Su pompası dirsekleri	88	65
Yardımcı (temizleme) pompası montaj civataları	88	65
Yardımcı (temizleme) pompa dirsekleri	88	65
Yağlama yağı montaj civataları	88	65
Yağlama yağı pompa dirsekleri	88	65
Yağ filtresi yuvası montaj civataları	88	65
Regülatör tahrik yuvası montaj civataları	88	65
Regülatör - tahrik yuvası	88	65
Aşırı devir uyarıcı kapağı - aşırı devir uyarıcı yuvası	41	30
Yakıt manifoldu – filtre	47	35
Yağ filtresi dirsekleri - filtre yuvası	54	40
Aksesuar tahrik yağ sızdırmazlık kapağı	54	40
Yağ sızdırmazlık muhafazasın - aksesuar tahrik yağ sızdırmazlık kapağına	41	30
Aksesuar tahrik kavrama muhafazası civataları;		
Başlangıç	136	100
Bitiş	678	500
Aksesuar tahrik flanşı kitleme yayı civatası	88	65
Bodur mili - motor gömleği	102	75
Bodur mili merkez civataları	23	17
Yağ kızağı - bodur mili	47	35
Muhafaza plakası - bodur mili	47	35
Regülatör tahrik flanşından tahrik dişlisi	47	35
Balans ağırlığı - eksantrik mili bodur mili		



1 / 2 “	122	90
5 / 16 “ (merkez civatası)	23	17
<b>TURBO KOMPRESÖR UCU</b>		
Piston soğutma manifoldu flanşısı - motor gömleği	37	27
Avans dişlisi bodur mili desteği - motor gömleği		
1 / 2 “	122	90
3 / 8 “	37	27
5 / 16 “ (merkez civatası)	23	17
1 nolu avans dişlisi basınç plakası -motor gömleği	251	185
Eksantrik mili tahrik yuvası - motor gömleği	88	65
Eksantrik mili tahrik yuvası - motor gömleği emniyet teli germe civataları	88	65
Yağ manifoldu – yağ manifoldu	50	37
Yağ manifoldu – motor gömleği	43	32
Eksantrik mili tahrik dişlisi ve balans ağırlığı - Eksantrik mili bodur mili		
1 / 2 “	122	90
5 / 16 “ (merkez civatası)	23	17
Turbo kompresör montaj civataları		
3 / 4 “	238	175
1 / 2 “	88	65
Hava oluğu – turbo kompresör	81	60
Hava oluğu – motor gömleği	88	65
Yedek tahrik – turbo kompresör - 3 / 8 “	32	24
Yedek tahrik – eksantrik mili tahrik yuvası - 1 / 2 “	88	65
Son soğutucu – hava oluğu	61	45
Son soğutucu destek tamponu civataları	176	13
0		
Turbo kompresör – manifold (yağlanmış)**	122	90
Su borusu şebekesi – son soğutucu	47	35
Su borusu şebekesi – motor	47	35

Yağ seperatörü genişleme bağlantı civataları	122	90
Yağ halkası – krank mili dişlisi	23	17
Yağ muhafazası – eksantrik tahrik yuvası	41	30
Egzoz susturucu – turbo kompresör (yağlanmış)**	122	90

## **MOTOR GÖMLEĞİ VE YAĞ KARTERİ**

Ana rulman somunları (yağlanmış)\*

Başlangıç 350-400	475-542	
Bitiş	1017	750
Motor gömleği – yağ karteri		
Başlangıç	136	100
Bitiş	610	450
Biyel kolu – piston pimi (yağlanmış)*	610	450
Piston pimi tespit civataları 12,145	16.4	
Sepet – biyel kolu (yağlanmış)*	14	
	10	
Başlangıç	258	
	190	
Bitiş	102	75
Biyel kolu yatak kepi	27	20
Piston soğutma yağı boru civataları	41	30
Su yolu – gömlek	20	15
Su yolu kovan bağlantı somunu	678	500
Cıvata – krank mili bodur mili üzerinde montaj civataları	81	60
Aksesuar tahrik dişlisi – krank mili (yağlanmış)*	407	300
Aksesuar tahrik dişlisi yağ halkası	33	24
Kavrama diski – krank mili (8, 12 ve 16 silindir) (yağlanmış)*	2440	1800
Kavrama diski jant civatası	400	295
El deliği kapak civataları	27-41	20-30

Motor montaj civataları

E3C w / 0 manşon

617 455

Texaco Threadtex No 2303 ile yağlayın

\*\* Fel – pro C5A veya eşdeğeri ile yağlayın

+ Loctite no 242 sızdırmazlık contasını uygulayın.

### 3. DÖRT ZAMANLI 16 PA4 V185 DİZEL MOTORLAR

#### 3.1. 16PA4 V185 Dizel Motorun Özellikleri

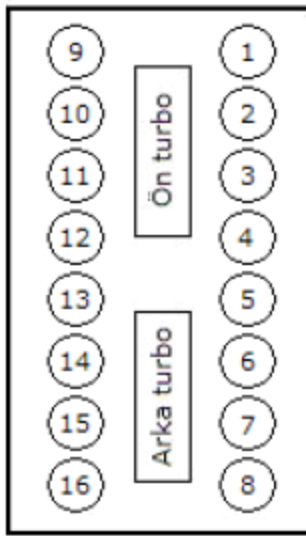
Üreticisi	SEMT PIELSTICK
Gücü	2400 HP
Rölanti Devri	650 d/d
Tam devir	1500 d/d
Aşırı devir	1680 d/d
Zaman	4
Silindir sayısı	16
Silindir diziliş şekli	V - 90°
Silindir çapı	185 mm
Strok	210 mm
Strok hacmi	5,65 litre
Yanma odası hacmi	0.452 litre
Sıkıştırma oranı	13,5 / 1
Enjektör basıncı	240 kg/cm <sup>2</sup>
Sıkıştırma basıncı	32 kg/cm <sup>2</sup>
Yanma sonucu basıncı	110 kg/cm <sup>2</sup>
Rölantide yakıt sarfıyatı	16 kg/saat
Tam yükte yakıt sarfıyatı	408 kg/saat
Ağırlığı	7120 kg
Dönüş yönü	Alternatör tarafından bakıldığında saat yönü tersi
Yağ basıncı (minimum)	1500 d/d ..... 4.6 kg/cm <sup>2</sup> 1200 d/d ..... 3.8 kg/cm <sup>2</sup> Rölanti ..... 1.6 kg/cm <sup>2</sup>
Maksimum yağ sıcaklığı	85 °C
Maksimum su sıcaklığı	98 °C
Fan çalışma sıcaklıkları	1. kademe .... 82 - 76 °C

	2. kademe .... 87 - 83 °C
Motor soğutması	Basınçlı su ile (gömlekli)
Yakıt sistemi	Yakıt enjeksiyon pompalı

### 3.2 Motor Düzeni

Makinist taraf alternatör yakını silindir 1 numarayla başlar 8 numarayla biter, diğer taraf 9 numarayla başlar 16 da biter. Alternatör tarafındaki turbo kompresör 1.veya ön, fan taraftaki turbo kompresör 2.veya arka turbo kompresör olarak tanımlanır.

Lokomotifin önü (alternatör tarafı)



Lokomotifin arkası (fan tarafı)

Şekil 54: Motor düzeni

### 3.3.Dört Zamanlı (Stroklı) Dizel Motorun Çalışma Prensibi

Dört zamanlı dizel motorlar tüm çalışma çevrimini tamamlamak için emme, sıkıştırma, yanma ve egzoz zamanlarını içeren bir içten yanmalı motor olarak ifade edilir. Piston, bir çalışma çevrimi döngüsünü tamamlamak için ilgili silindirde alt ölü nokta ve üst ölü nokta arasında (aşağı yukarı) iki tam tur dönüşü sahiptir. Çevrim, krank milinin 720 derecelik açı yapması ile gerçekleşir.

Aşağıdaki açıklamanın daha kolay anlaşılabilmesi için supapların açılıp kapanmalarının tam ÜÖN ile AÖN' da olduğu kabul edilmiştir. Gerçekte supaplar tam bu noktalarda açılıp kapanmazlar. Bu durum daha sonra subap ayar diyagramları gösterilen örnek bir motor üzerinden açıklanacaktır.

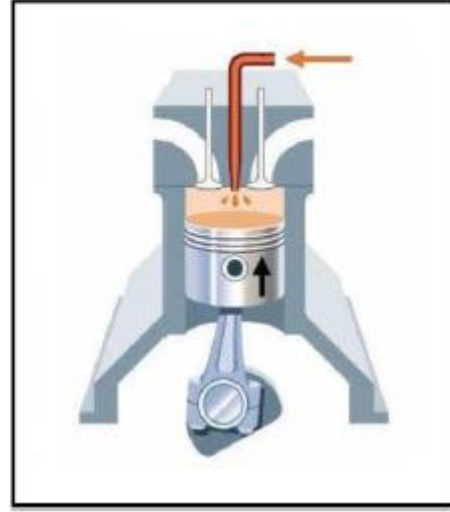
#### 3.3.1. 1.Zaman (Emme):

Pistonun hareketine Ü.Ö.N.'dan başlayıp A.Ö.N.'ya kadar devam ettiği zamandır. Bu hareket esnasında emme supabı açık, egzoz supabı kapalıdır. Piston A.Ö.N.'ya doğru inerken silindir içinde hacim

büyüyeceğinden bir alçak basınç oluşur. Atmosferik basınç da olan dış hava, filtreden geçerek açık olan emme supabından silindire dolar. Bu doluş, pistonun A.Ö.N.'ya gelmesi ve emme supabının kapanması ile sona erer. Emme zamanında silindir içine alınan havanın basıncı 0,85-0,95 bar civarındadır.



Şekil 55: Emme zamanı



Şekil 56: Sıkıştırma zamanı

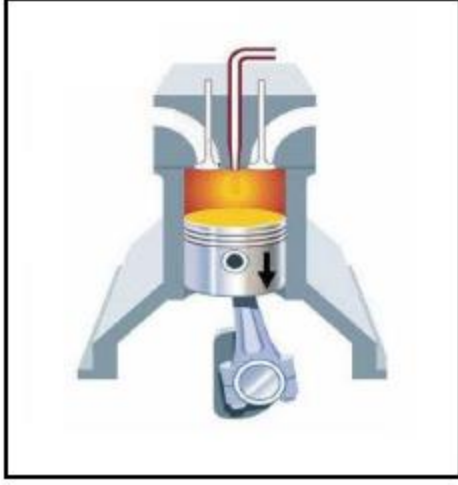
### 3.3.2. 2.Zaman (Sıkıştırma):

Bu zaman başlangıcında piston A.Ö.N.'da ve her iki supap kapalıdır. Krank milinin dönmesi ile piston Ü.Ö.N.'ya doğru harekete başlar. Her iki supap kapalı olduğu için, emme zamanında silindire alınan hava sıkışmaya başlar. Piston ÜÖN'ya geldiğinde, hava ilk hacminin 15/1- 28/1'i kadar sıkıştırılmış olur. Gazlar sıkıştırıldığında sıcaklık ve basınçları artacağından, silindir içindeki havanın sıcaklığı takriben 500-700° C ve basıncı da 30-45 kg/cm<sup>2</sup> 'ye kadar yükselir. Bu basınç ve sıcaklık değerleri motorun sıkıştırma oranına, aşırı doldurmalı olup olmamasına, ya da sıcak-soğuk olmasına göre değişir. Piston ÜÖN'ya gelmeden önce pompanın enjektöre gönderdiği yakıt, yanma odasına püskürtülür. Bu erken püskürtmeye püskürtme avansı denir ve bunun açısı 10-20° krank açısıdır. Püskürtülen motorinin basıncı takriben 80-400 kg/cm<sup>2</sup> dir ve tamamen sis halindedir. Enjektörden püskürtülen yakıt, sıkıştırma sonunda, sıcaklık etkisiyle kendi kendine, ancak gecikmeli olarak tutuşur. Bu gecikmeye tutuşma gecikmesi denir. Dizel motorlarında kullanılan yakıt püskürtülürken, ince zerrelere ayrılmaz ve bu esnada hava ile karışması temin edilmezse hızlı bir yanma olmaz. Püskürtme zamanında uygun karışım teşkili için bilhassa küçük dizel motorlarında, çeşitli şekillerde yapılan yanma odaları kullanılmaktadır. Yanma odalarına verilen bu özel şekiller, sıkıştırılan havaya bir türbülans ve çevirme hareketi vererek yanma zamanında yakıtın hava ile daha iyi ve çabuk karışmasını sağlar. Yanma anında silindir içi sıcaklığı 1500-2000° C civarında olur.

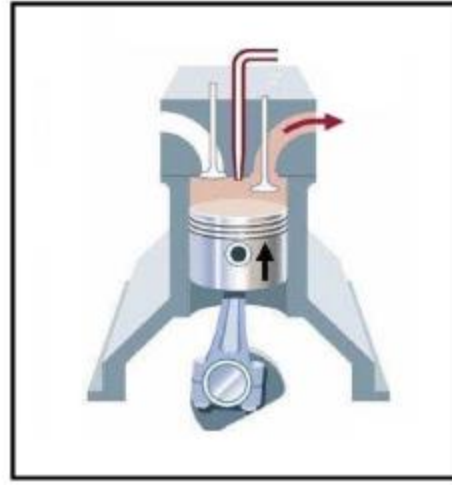
### 3.3.3. 3. Zaman (İş ya da genişleme):

İş zamanında piston ÜÖN'dan AÖN' ya doğru hareket etmektedir. Piston ÜÖN'da iken yakıtın yanması sonucu silindir içinde büyük bir basınç meydana gelir. Basınç takriben 60-80 kg/cm<sup>2</sup>'ye çıkar. Yükselen

bu basınç, pistonu etkileyerek onu aşağı doğru iter. Güç, biyel yardımı ile krank biyel muylusuna iletilir ve böylece krank mili döner.



Şekil 57: İş (genişleme) zamanı



Şekil 58: Egzoz zamanı

#### 3.3.4. 4. Zaman (Egzoz):

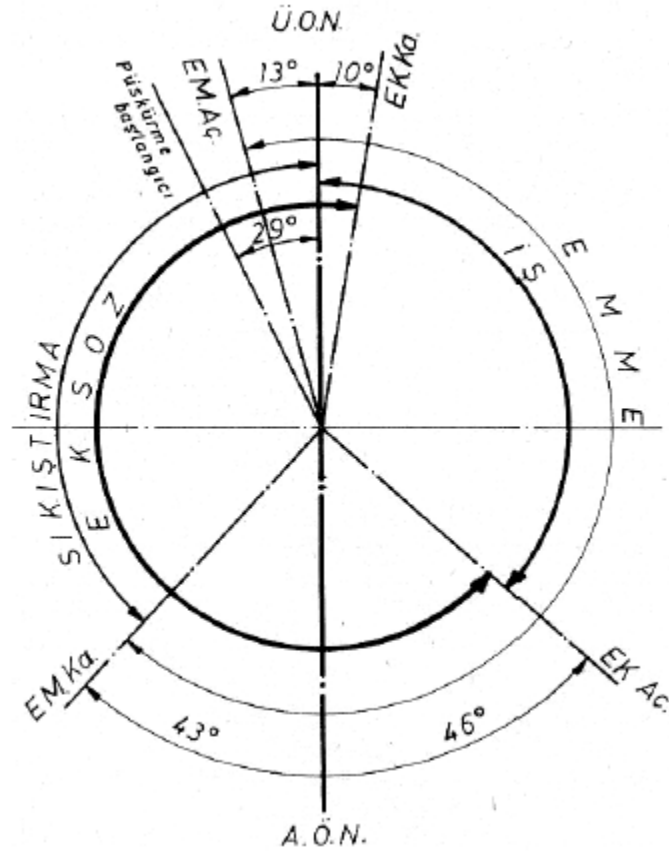
İş zamanı sonunda piston A.Ö.N.'ya gelmiştir. Yeni bir çevrime başlanabilmesi için enerjisinden yararlanılan yanmış gazların dışarı atılması gerekir. Bu nedenle egzoz supabı açılır ve piston Ü.Ö.N.'ya doğru hareket eder. Böylece yanmış egzoz gazları itilerek egzoz kanalı yolu ile dışarı atılır. Egzoz gazlarının, basıncı 2-5 bar, sıcaklığı 500-600° C olduğu görülür. Piston ÜÖN'ya ulaştığı zaman egzoz supabı kapanır ve emme supabı açılır. Piston tekrar ÜÖN'dan AÖN'ya hareket ederken, silindire taze hava dolar. Yukarıdaki dört strok motor çalıştığı müddetçe, devamlı olarak tekrarlanır. Dört zamanlı çevrimde, sadece yanma ve iş (genişleme) zamanlarında faydalı iş elde edilir; diğer üç zamanda ise enerji yutulur. Burada motorun, 1. Zamanda havayı emen bir pompa, ikinci zamanda kompresör ve dördüncü zamanda ise egzoz gazlarını dışarı atan bir pompa gibi çalıştığı görülür. Bu zamanlardaki yutulan enerji çok silindirli motorda diğer silindirlerin verdikleri işle karşılanır.

Dizel motorda termal verimin yükseltilmesi için gerekli olan üç önemli şart şunlardır:

- 1) Emme zamanında silindir içine yeterince temiz hava almak,
- 2) Egzoz zamanında egzoz gazlarının tamamına yakınına dışarı atmak,
- 3) Yanma sonucu oluşan basıncın, pistonu, Ü.Ö.N.'ya geldiğinde etkilemeye başlamasını sağlamaktır.

Bu amaçla, supapların açılıp kapanmaları ve yakıtın püskürtülme zamanı, teorik çevrimdeki gibi olmayıp daha değişiktir. Piston kursu ve silindir içindeki basınç durumu esas alınarak, supapların açılıp kapanma noktalarını ve püskürtmenin başlangıç ile bitimini krank milinin dönüşüne göre gösteren diyagramlara, "supap ayar diyagramı" denir.

Motordaki çevrim olayları genellikle basınç-hacim (P/V) diyagramında gösterilir. Ayrıca silindir basıncının değişimi krank mili açısına bağlı olarak da gösterilebilir. Bu şekildeki diyagramlara P- $\alpha$  diyagramı denir. Aşağıda verilen üç diyagram örnek olarak verilen aynı motora aittir.



Şekil 59: Dört zamanlı örnek bir dizel motor supap ayar (tayming) diyagramı

Yukarıdaki diyagramda görülen örnek motorda;

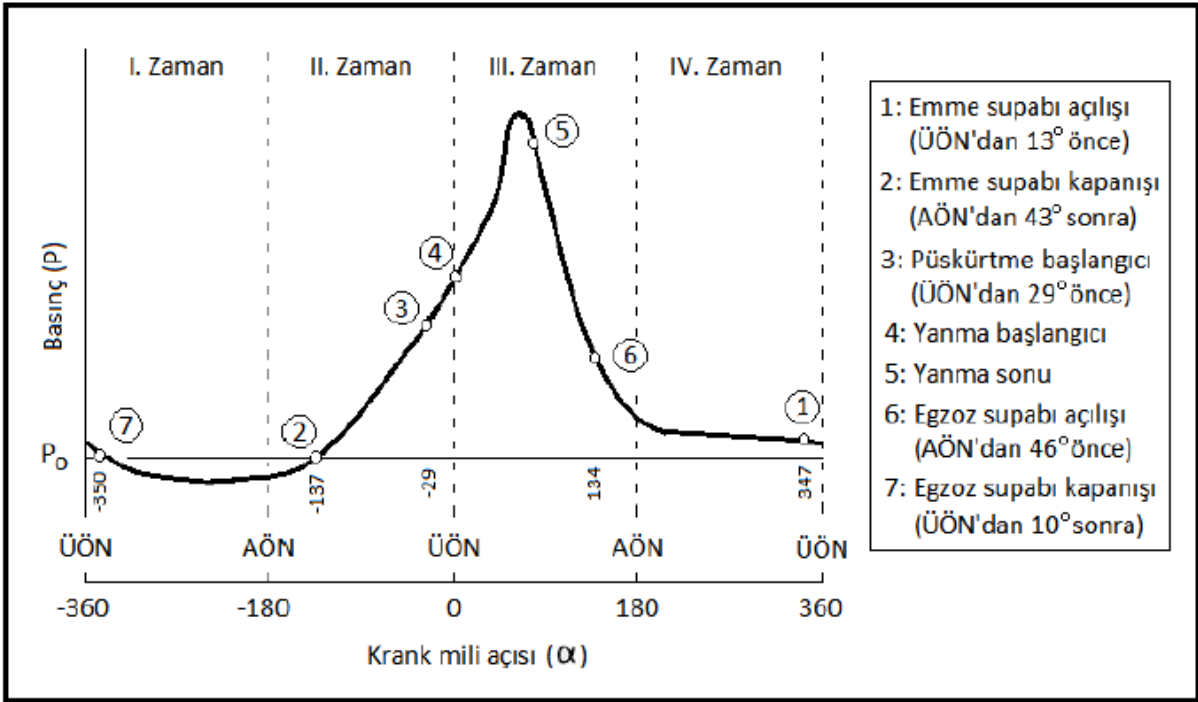
a) Egzoz supabı iş zamanı sonunda ve A.Ö.N.'den  $46^\circ$  önce açılmaya başlar, Ü.Ö.N.'yi  $10^\circ$  geçtikten sonra kapanır. Egzoz süresi  $46^\circ + 180^\circ + 10^\circ = 236^\circ$  dir. Egzoz supabının açık kalma süresi uzatılarak, gazların dışarı atılması için daha fazla zaman kazanılmış olur.

b) Emme supabı egzoz zamanında ve Ü.Ö.N.'den  $13^\circ$  önce açılmaya başlar, A.Ö.N.'yi  $43^\circ$  geçtikten sonra kapanır. Emme süresi  $13^\circ + 180^\circ + 43^\circ = 236^\circ$  eder. Emme supabının açık kalma süresi uzatılarak, silindire daha fazla hava alınmış ve hacimsel verim artırılmış olur.

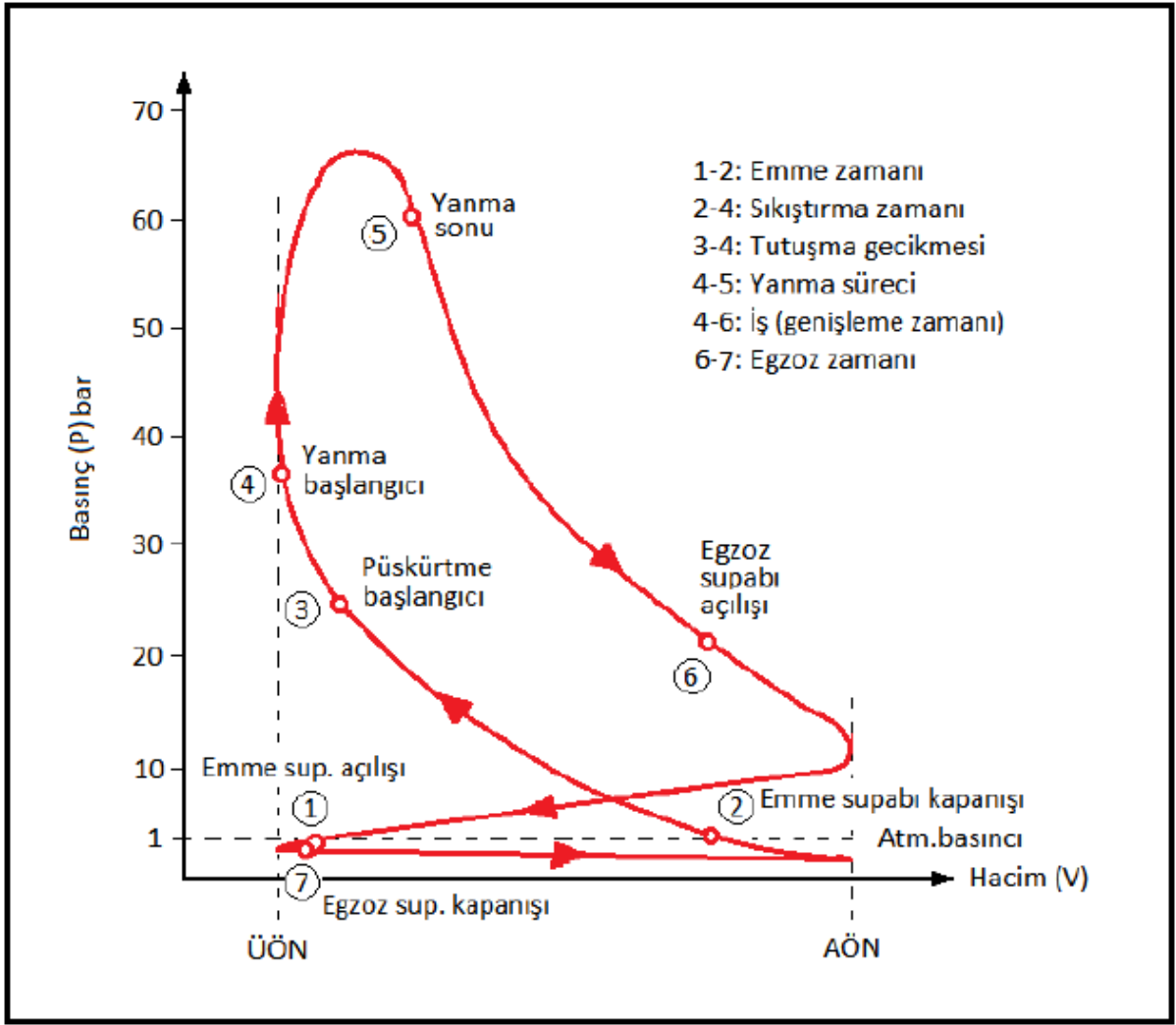
c) Yakıt püskürtmesi sıkıştırma zamanında ve piston Ü.Ö.N.'den  $29^\circ$  önce başlar. Bunun nedeni tutuşma gecikmesini dikkate alarak yanma sonu oluşan basıncın, pistonu, Ü.Ö.N.'ye geldiğinde etkilemeye başlamasını sağlamaktır.

**NOT:** Supapların Ü.Ö.N ve A.Ö.N larda  $13-46$  derece önce açılması/kapanması ekzantrik dişlisi üzerindeki muyluların tasarımları ile sağlanmaktadır. Aynı zamanda sentil olarak adlandırılan parçalar ile supaplar kapalı durumda iken sıkılık-boşluk ayarı ile de destekleyici olarak yapılır.





Şekil 60: Dört zamanlı örnek bir dizel motor P- $\alpha$  diyagramı



Şekil 61: Dört zamanlı örnek bir dizel motor P-V (basınç-hacim) diyagramı

### 3.4. 16PA4 V185 DÖRT ZAMANLI DİZEL MOTOR PARÇALARI

#### 3.4.1. Motor bloğu

1. Motorun ana gövdesini oluşturan motor bloğu, tünel tipindedir. Bu tip blok, eğilme ve burkulmaya karşı daha dayanıklıdır. Ayrıca, beygir gücü başına düşen ağırlığın düşük olması nedeni ile hafiftir.
2. Gövde, çelik saçlarla çelik döküm ara duvarların ark kaynağı ile birleştirilmesinden meydana gelmiştir.
3. Krank milini, kam milini, silindirleri, su ceketlerini, silindir başlıklarını ve motora monteli aksesuarları içine alan kuvvetli bir yapıya sahiptir.
4. Motorun iki yan tarafına yerleştirilmiş olan muayene kapakları; yağ pompalarına, piston kollarına, ana yataklara ve dişli tahrik düzenine kolayca erişmeyi sağlar.
5. Yağ haznesi gövdenin bir parçasıdır. Motor yağına yataklık yaparak yağın soğumasına ve dinlenmesine yardımcı olur. Üzerinde bulunun tahliye tapası ile yağ değişimi sağlanır.



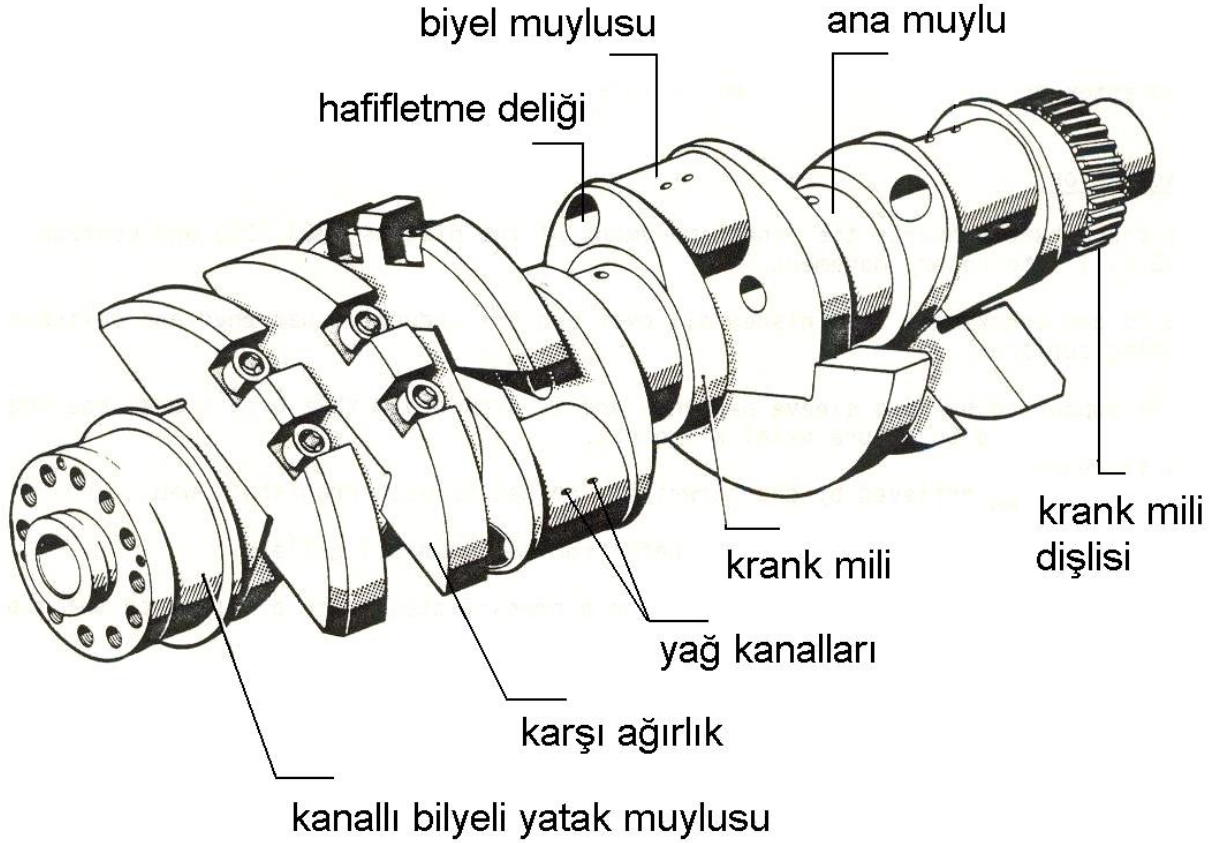
Şekil 62: Motor Bloğu

### 3.4.2. Krank mili

1. Pistonlardan biyel aracılığı ile aldığı doğrusal hareketi dairesel harekete çevirir.
2. Tek parça dövme çelik alaşımından imal edilen krank milinin muyluları, yüksek frekans muamelesi ile sertleştirilmiştir.
3. İçinde çapraz yağ delikleri vardır. Bu delikler vasıtası ile yağlama yağı, ana yatak muylularından biyel muylularına geçer. Biyel kolu yataklarını yağladıktan sonra biyel kolu içinden pistonlara ulaşır. Ayrıca uçlara bağlı bulunan titreşim damperi ve elastiki kavramaya da yağlama yağı, krank mili içindeki yağ kanallarından nakledilir.
4. Krank milinin her iki ucu 1/80 konikliktedir. Bu uçlardan birisine titreşim damperi, diğerine de elastiki kaplin bağlanır.
5. Krank mili ana yatak bağlantı düzeneği esas olarak üç parçadan meydana gelmiştir.
  - a) Alt yarım yatak
  - b) Yatak kepi
  - c) Kilitleme (**sabitleme**) kemeri

Yarım dairesel şeklinde olan alt yarım yatak gövde tünel deliklerinden geçirilir. Krank mili yerleştirildikten sonra üst kısma iki adet cıvata ile yatak kepi bağlanır. Alt yarım yatağa bağlanan iki

gergi cıvatası ara parça üzerinden kilitleme kemerinin her iki ucundan basar. Gergi cıvataları vira edilerek bütün düzeneğe sıkıştırılır. Alt yarım yatak ile yatak kepi içerisine yatak kusneti yerleştirilir. Yatak kusnetleri yumuşak çelik kovanlar halindedir. İç kısımları bakır-kurşun yatak metali ile kaplıdır. Bu kusnetler dış etkilerden korunması için ince bir bakır-kurşun alaşımı ile örtülmüştür. Her hangi bir yatağın sökülmesi motor yan gözetleme kapaklarından kolayca yapılabilir. Ancak bu iş için, değiştirilen yatağın yanında bulunan krank mili karşı ağırlığının da sökülmesi gerekir.



Şekil 63: Krank mili

### 3.4.3. Eksantrik (kam) mili

1. Motor 'V' sinin ortasına yerleştirilmiş tek kam mili kullanılır.
2. İki parçalı olan kam mili, motora takılmadan önce sıkı geçme yöntemiyle dışarıda birleştirilir.
3. Hareketini dişliler ile krank milinden alır.
4. Üzerinde bulunan kamlar vasıtasıyla supapların çalışmasını sağlar.
5. Motorun kam mili tahrik yüzünden sokularak yerleştirilir ve aynı yerden çekilerek çıkartılır.



Şekil 64: Eksantrik mili

#### 3.4.4. Silindir gömlek ve ceketleri

1. Her silindir için dört adet saplama ve somunla ile gövdeye bağlanmış müstakil su ceketi gömlek grubu vardır.
2. Gömlekler yaş gömlek tipinde olup, özel santrifüj dökme demirden yapılmıştır.
3. Her biri ayrı parça olan silindir gömleği ve su ceketi sızdırmazlık contalarıyla dışarıda birleştirilerek hazırlanır ve daha sonra silindir bloğundaki yuvasına yerleştirilir. Soğutma suyu, gömlek ve ceket arasında dolaşır ve çelik motor gövdesine temas etmez. Böylece çelik gövde korozyona karşı korunmuş olur.
4. Yüksek hararet devresinin soğutma suyu, pompa çıkışından sonra motorun her iki yanındaki ana dağıtım borularına gelir ve buralardan kısa irtibatlar ile silindirlere, ceket dibinden bağlanır. Bağlantı yerindeki bilezik şeklindeki contalardan her hangi bir su sızıntısı dışarıya sızar ve kolayca fark edilir. Ceket dibinden giren su, silindir gömleğini soğuttuktan sonra dört kanal yardımı ile silindir gömleğinden silindir başlığına geçer.
5. Birleştirilmiş su ceketi ve gömlek grubunun kaçak testi, gövdeye montajından önce basınçlı su ile yapılır.



Şekil 65: Silindir ceketi



Şekil 66: Silindir Gömleği

### 3.4.5. Silindir başlığı ve aksesuarları

1. Özel dökme demirden yapılmış her silindir için ayrı bir başlık vardır.
2. Her silindir başlığında iki adet emme iki adet de egzoz supabı vardır. Supap oturma yüzeyi olarak ayrı supap oturakları yerleştirilmiştir.
3. Her başlık, su ceketini ve gömlek arasını soğutan ve dört kanal ile başlığa bağlanan, motor soğutma suyu vasıtasıyla soğutulur.
4. Her silindir başlığının ortasında ön yanma odasına açılan bir enjektör vardır. Bu enjektörler iki adet civata ile silindir başlığına tespit edilir.
5. Supaplar, kam mili tarafından makaralı iticiler, itici çubuklar ve külbütörler vasıtasıyla tahrik edilir.
6. Külbütörler, direkt olarak silindir başlığında yataklandırılmıştır. Külbütör grubu için yağlama yağı her silindir başlığına, kam mili tarafından açılmış bir delikten girer ve külbütör yataklarına, muylularına ve itici makaralarına, külbütör şaftına ve külbütörlere delinmiş yağ kanalları ile tevzi edilir.
7. Sustaları ve supapları takılmış olarak hazırlanan başlık, egzoz bacası üste gelmek şartıyla yerine, saplamalar ve somunlar ile bağlanır. Bağlanmadan önce iki parça arasına sızdırmazlığı sağlayan su ve yağ lastik contaları ile büyük bir pirinç conta konulur.



Şekil 67: Subap yayı

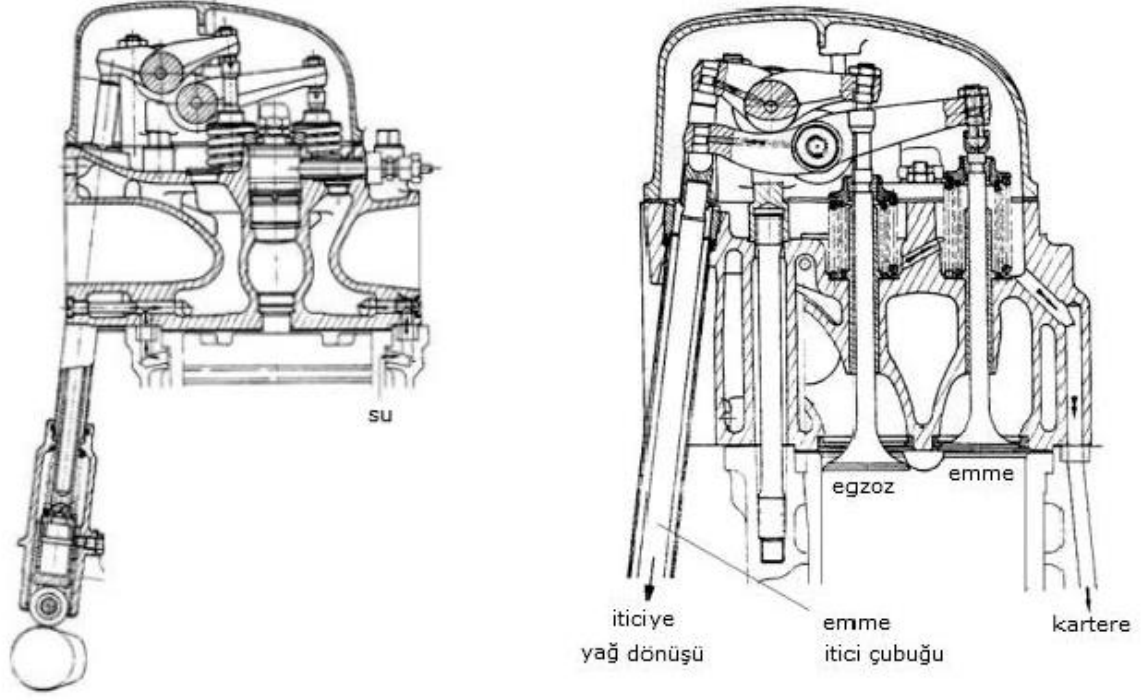


Şekil 68: Subap , yayı ve çekirdeği



Şekil 69: İtici makara



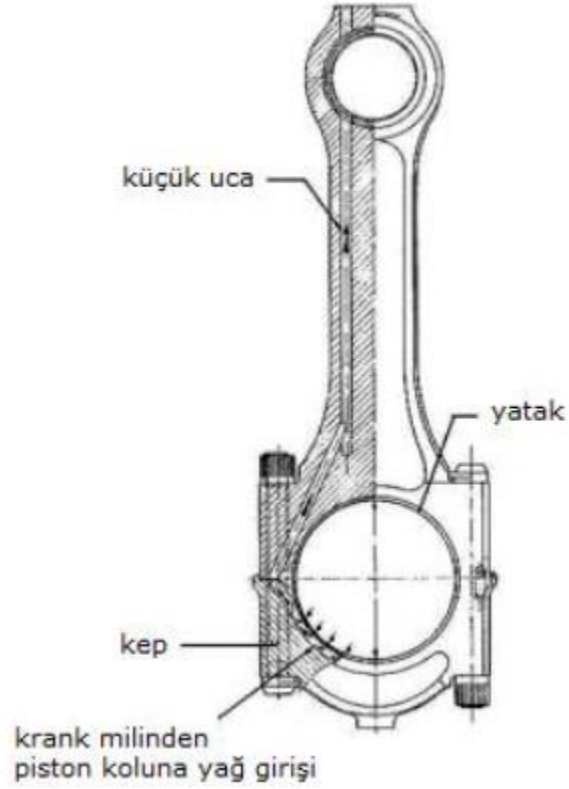


Şekil 70: Silindir başlığı düzeni

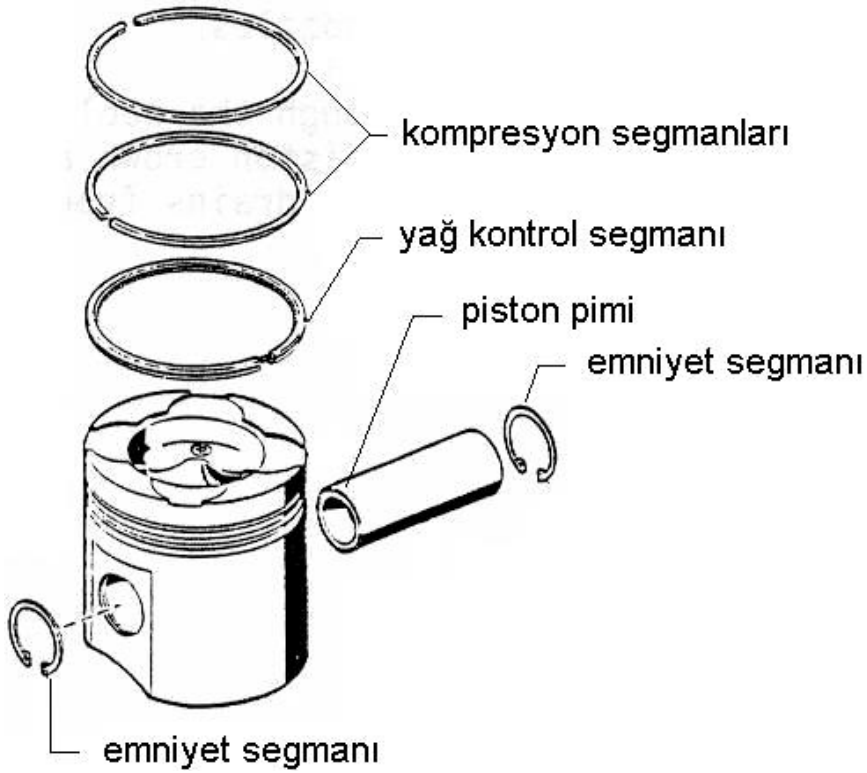
### 3.4.6. Piston ve piston kolu

1. Piston alüminyum alaşımlı dökümden yapılmıştır.
2. Baş kısmı etek kısmına nazaran daha fazla ısı yükü altında bulunduğu için, baş kısmındaki silindir gömleği ile piston arasındaki boşluk daha fazla tutulmuş dolayısıyla etekten başa doğru konik şekillendirilmiştir. Ayrıca pistonun boyuna eksenine dik düzlemdeki genişliği her iki istikamette aynı olmayıp, piston pimi doğrultusunda fazla olduğundan küçük ekseni piston pimi eksenine doğrultusunda olacak şekilde oval işlenmiştir. Bu karmaşık profil sayesinde işletme sıcaklığında tamamen silindirik piston elde edilir. Böylece daha iyi kılavuzlama sağlandığı gibi aşınma ve soğuk halde piston şaklaması önlenmiş olur.
3. Piston yüzü, fazla ısı yükü altında yumuşayıp aşınmaması amacı ile ısıya dayanıklı nikel metali ile kaplanmıştır.
4. Piston, krank milinden, biyel gövdesindeki yağ kanalı yoluyla baş kısmında halka şeklindeki soğutma bölgesine gelen yağ ile soğutulur. Daha sonra bu yağ, piston içindeki bir delikten doğrudan kartere geri döner.
5. Pistonda beş adet sekman yuvası vardır. Bu yuvalar aşındıklarında belirli üst büyüklüğe işlenebilirler (M1 ve M2 boyutları). Bir adet krom kaplı alev sekmanı, iki adet kompresyon sekmanı ve iki adet yağ sekmanı pistondaki yuvalarına takılır.
6. Aynı 'V' kesitinde bulunan iki biyel kolu da bir birinin aynı olup yan yana yerleştirilmiştir ve aralarında değiştirilebilir. İki parçalı olan biyel kolu, kol ve kepten ibarettir. İnce büyük uç yatak zarfı, bu iki parçanın meydana getirdiği delikte tutulur. Kollar ve kepler dört adet cıvata ile tespit edilir. Kepin

ve kol gövdesinin içine açılmış delikler yardımı ile piston piminin yatağına yağ sevk edilir. Bu suretle piston pim yatağının yağlanması ve pistonun soğutulması sağlanır.



Şekil 71: Biyel kolu



Şekil 72: Piston v e segmanları



Şekil 73: Piston segmanı



Şekil 74: Çeşitli yataklar

### 3.4.7. Titreşim damperi

1. Krank mili üzerine gelen titreşimlerin artmasına mani olan titreşim damperi esas olarak şu kısımlardan ibarettir:

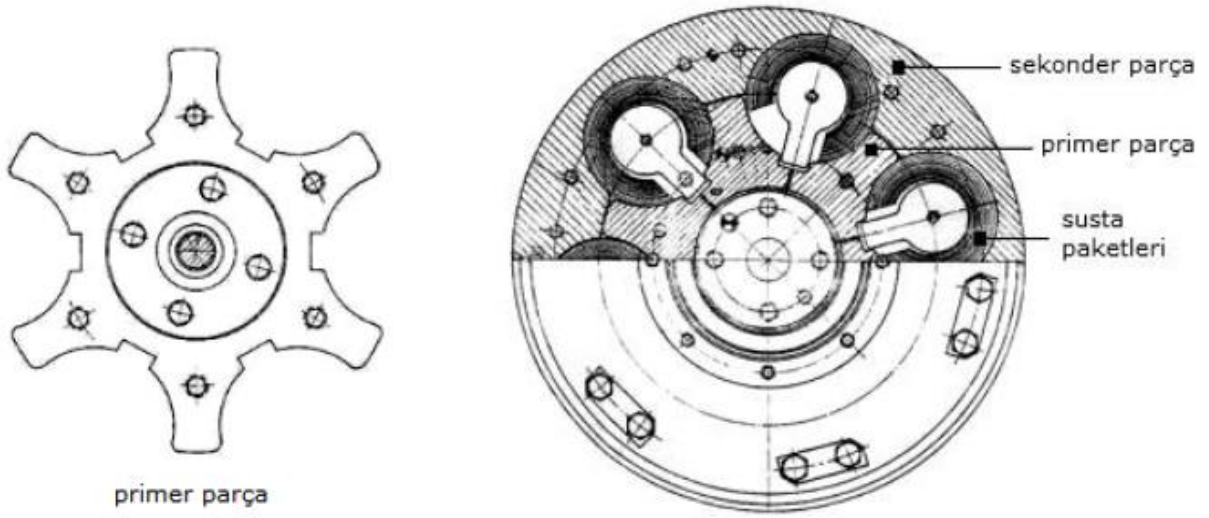
a) Tahrik göbeği (pirimer): Çevresinde 6 adet yarım daire şeklinde yuva bulunan bu parça, krank milinin konik ucuna basınçlı yağ ile monte edilir.

b) Damper (sekonder): İç yüzeyinde 6 adet yarım daire şeklinde yuva bulunan bu parça, pirimer göbeğin iki ucunda bulunan iki kılavuz disk ile merkezlenir.

c) Pirimer ve sekonder parçalardaki yuvaların karşılıklı gelerek meydana getirdikleri gözlerle yerleştirilen ve iki parçayı elastik olarak bağlayan 6 grup susta paketi.

2. Titreşim damperine yağlama yağı, krank milindeki merkezi delikten gelir ve krank milindeki küçük bir radyal delikten pirimer flanştaki yağ kanalına ve buradan da kanallar ile susta gözlerine dağıtılır.

3. Montajda, pirimer parçanın kam miline göre açısal pozisyonu çok önemlidir. Çünkü bu zaman, krank dişlisi vasıtası ile bütün zaman ayar düzenini tahrik ve idare eder.



Şekil 75: Titreşim damperi

### 3.4.8. Elastiki kaplin

1. Krank milinden gelen hareketin esnek bir şekilde nakledilmesini sağlayan elastiki kaplin esas olarak şu kısımlardan ibarettir:

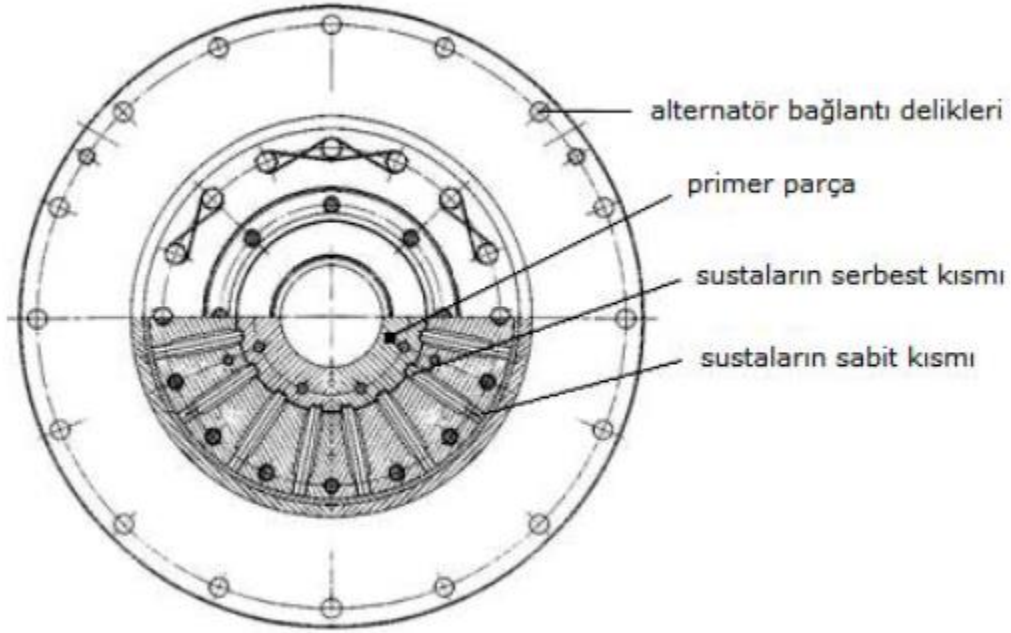
a) Pirimer göbek (tahrik parçası): Üzerinde 16 adet özel şekilde biçimlendirilmiş boyuna kanallar vardır. Bu parça krank mili ucuna basınçlı yağ ile monte edilir.

b) Sekonder: Pirimer göbeğin üzerine geçer. Bu iki parça arasında esnekliği sağlayan susta lama paketleri vardır. Paketler arasında tek civata ile bağlanan teğetsel parçalar vardır.

2. Elastiki kaplin krank mili üzerindeki yağ kanalları ile yağlanır ve gövde üzerinde açılan deliklerden yağ kartere döner.

### 3.4.9. Volant

1. Motor tahrik tarafında bulunan volan kranktaki salgıyı üzerine alır.
2. Toplam 5 parçadan oluşur. Bunlar sırası ile: Alt tabla, göbek, üst tabla, volan dişlisi ve sızdırmazlık bagasıdır.
3. Sağ ve sol olmak üzere iki marş motoru volan dişlisi vasıtası ile motora hareket verir.



Şekil 76: Elastiki kaplin

### 3.4.10. Dizel Motor Regülatörü

1. Dizel motorda devir ve güç kontrolünü sağlamakla görevli BOSCH marka hidrolik devir regülatörü aşağıdaki hususları yerine getirir:
  - a) Motorun rölantide stop etmeden çalışmasını sağlar,
  - b) Tam devrin üzerine çıkmasını önler,
  - c) Makiniste rölanti ile tam devir arasında istenilen devri seçme ve değiştirme olanağı sağlar,
  - d) Seçilen devri sabit tutar,
  - e) Dizel motorun stop edilmesini sağlar,
  - f) Her devir kademesinde azami gücü alabilecek şekilde yükü ayarlar ve aşırı yüklemeyi önler,
  - g) Dizel motor aşırı doldurma tertibatlı olduğundan egzoz dumanının meydana gelmesini önlemek için yük değişimlerinde motora verilen yakıtın aniden artırılmasını önler.

2. Regülatör, lüzumlu bütün yardımcı aksamı bir tek gövde içinde bulunacak şekilde imal edilmiştir. Sadece reosta (RH) regülatörden ayrı bir yere bağlanmıştır. Reosta ile regülatör arasındaki lüzumlu irtibat iki adet dar hortumla yapılır.

3. Regülatörde SAE - 30 yağı kullanılır ve gözetleme camından yağın seviyesi takip edilir.

4. Dizel motora kademeli veya kademesiz devir kazandırmak için regülatör gaz çubuğuna kumanda eden pnömatik bir silindir (güç pistonu) ve bu silindire hava giriş çıkışını düzenleyen ayrı bir tertibat kullanılmıştır.

5. Regülatör, her birinin ayrı bir görevi olan aşağıdaki gruplardan meydana gelmiştir:

a) Esas regülatör: Yakıt püskürtme pompasının yakıt verme miktarını kontrol ederek devir ayarlar.

b) Reosta pilot valfi: Alternatör ikazını ayarlamak için reosta kolunun döndürülmesini sağlar. Güç ayarlaması her devir değişmesine tekabül eden torkun elde edilmesi amacıyla yapılmaktadır.

c) Yük sınırlama tertibatı: Turbo basıncına göre yakıt verme miktarını sınırlar. Makinist tarafından devir ayarının artırılması durumunda püskürtme pompasının verdiği yakıt miktarının artması ile motor devri hızla artar. Motorun doldurma havası basıncı yükselmeye başlar. Bu durumda devreye giren yük sınırlama tertibatı doldurma havası basıncına göre püskürtme pompası tarafından sağlanan yakıt miktarının artırılmasına sınırlama getirir.

d) EAM bobini: Motoru durdurma amacıyla kullanılır. Çalışan motorda bobin enerjili durumdadır. Motor durdurulmak istenildiğinde bobinin enerjisi kesilir.

e) JHY bobini: Patinaj ve şöntlemede ilgili devreler tarafından bobin enerjilendirilir. Enerjilenen bobin reosta kolunun motorun yükünü azaltacak şekilde dönmesini sağlar.

f) Elastik kavrama: Regülatör döndürme milinden yakıt pompası kramayer miline burulma titreşimlerinin intikalini önlemek için merkezkaç ağırlıklar elastik bir kavrama ile döndürülür.

g) Yükseklik düzeltme tertibatı: Bu tertibat rakımdan kaynaklanan olumsuzluğu giderir.

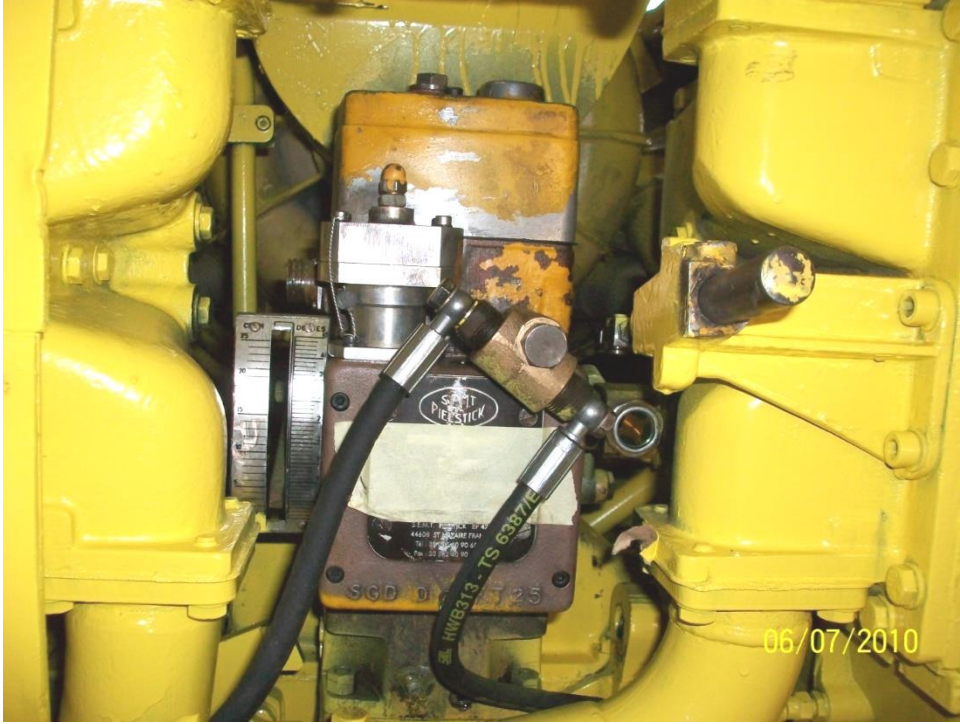
Buraya kadar genel olarak 4 zamanlı PA4 tipi motorun çalışma prensibi, donanımsal parçalar ve işlevleri açıklanmıştır. Bundan sonra onarımcı için gerekli olan bakım işlemlerinden bahsedeceğiz.



Şekil 77: Regülatör ön görünüş



Şekil 78: Regülatör yandan görünüş



Şekil 79: Dizel Motora montajlı Regülatör

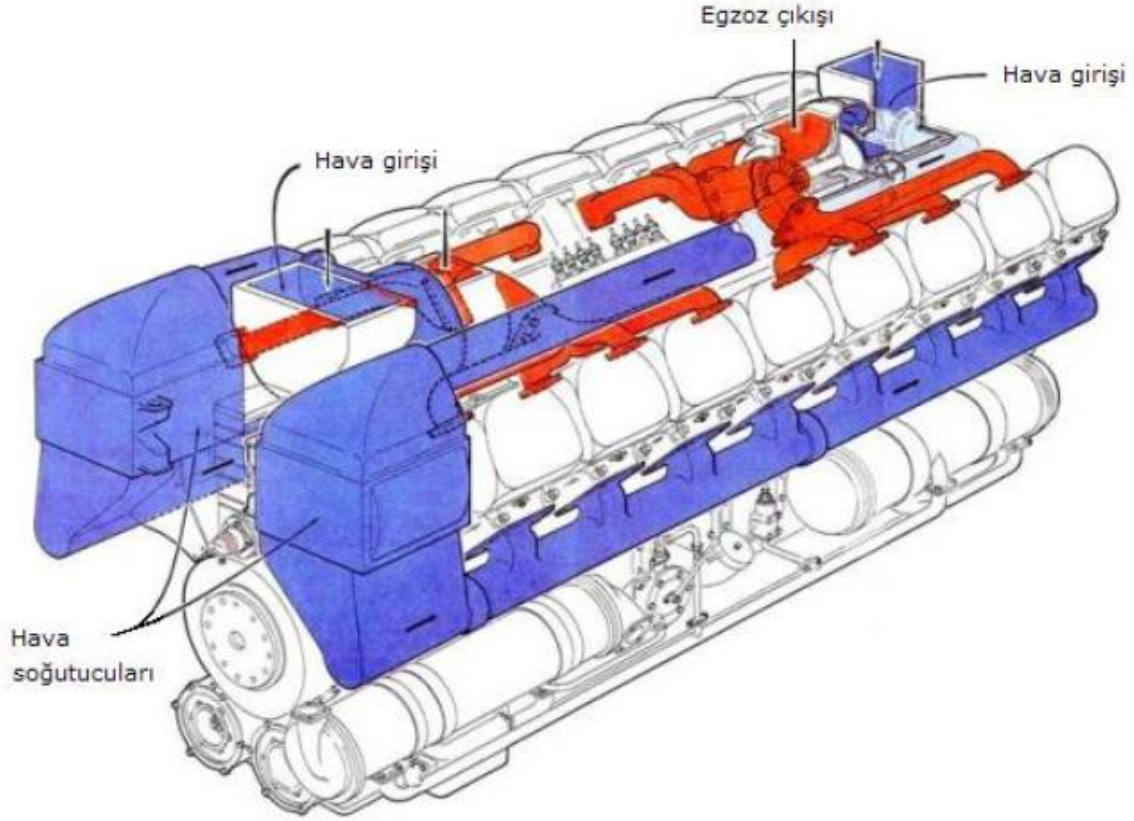
### 3.5. Motor Donanımları

#### 3.5.1. Hava emme ve egzoz sistemleri

1. Silindirlere elde edilen gazların lokomotifin terk edinceye kadar geçtikleri devreye egzoz sistemi denir. Bu sistemin amacı egzoz gazlarının en küçük dirençle atmosfere atılmasını sağlamaktır. Silindir içindeki yanma sonucunda oluşan yanmış gazlar, egzoz manifoldları yolu ile silindir içini terk ederken, turbo kompresörün egzoz türbinine çarparak çevirir ve bacadan atmosfere atılır.

2. Egzoz gazı akış dinamiğine göre ivme kazanan turbo kompresörün mili, bağlı olan diğer ucundaki emme türbinini çevirir. Turbo kompresör emme türbinini vasıtasıyla emme havası, lokomotif kaportası tavanına monteli hava filtreleri ile süzülerek geçer ve devamındaki mevcut hava kanalından emilerek hava soğutucuya (intercooler) basılır. Hava soğutucu tarafından soğutulan hava, emme manifoldlarından geçerek silindir başlığına ulaşır. Buradan emme zamanında açılan emme supapları kontrolü ile silindirin içine dolar.





Şekil 80: Hava emme ve egzoz sistemi

3. HISPANO-SUIZA firması HS 400 tipi 2 adet turbo kompresör motora üstten monte edilir.

Karakteristikleri:

Kompresör ..... : Santrifüj

Türbin ..... : Eksenel akış

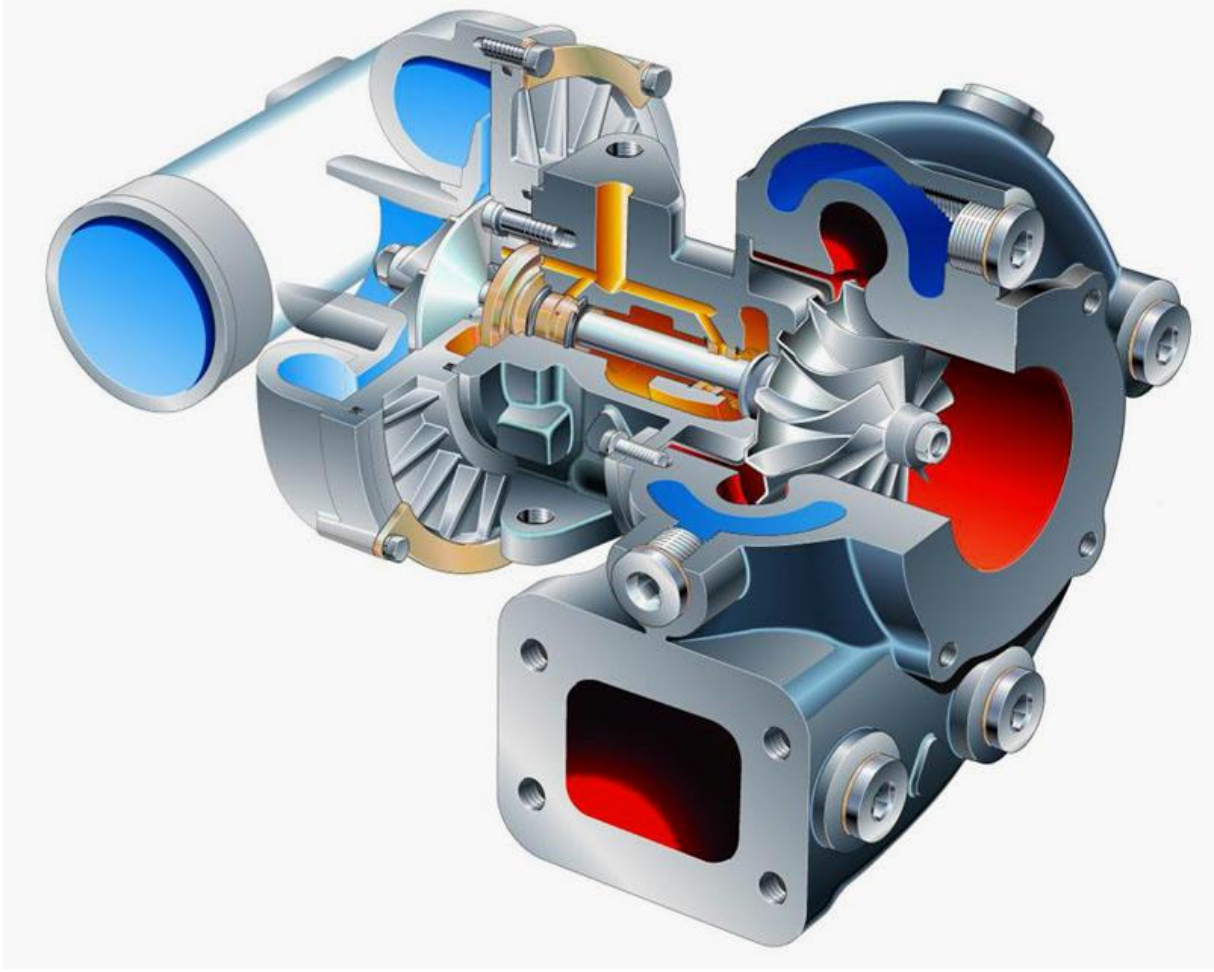
Azami devir ..... : 34 000 d/d

Türbin girişinde azami sıcaklık : 700 °C

Soğutma ..... : Su soğutmalı

Yağlama ..... : Basınçlı yağlama

Maksimum çıkış hava basıncı... : 1,7 kg/cm<sup>2</sup>

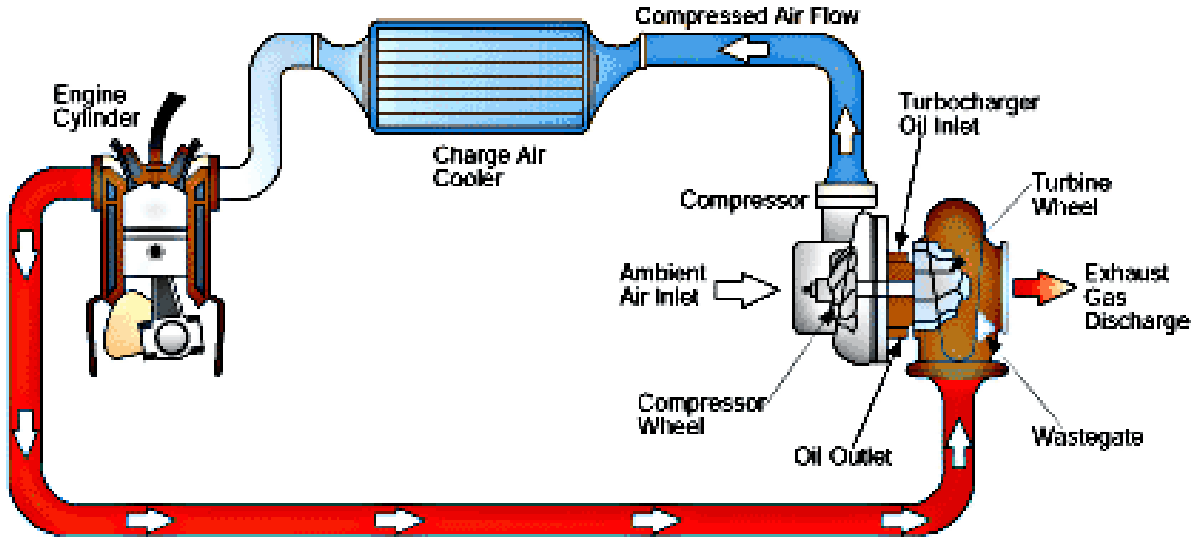


Şekil 81: Turbo kompresör kesit görünüşü

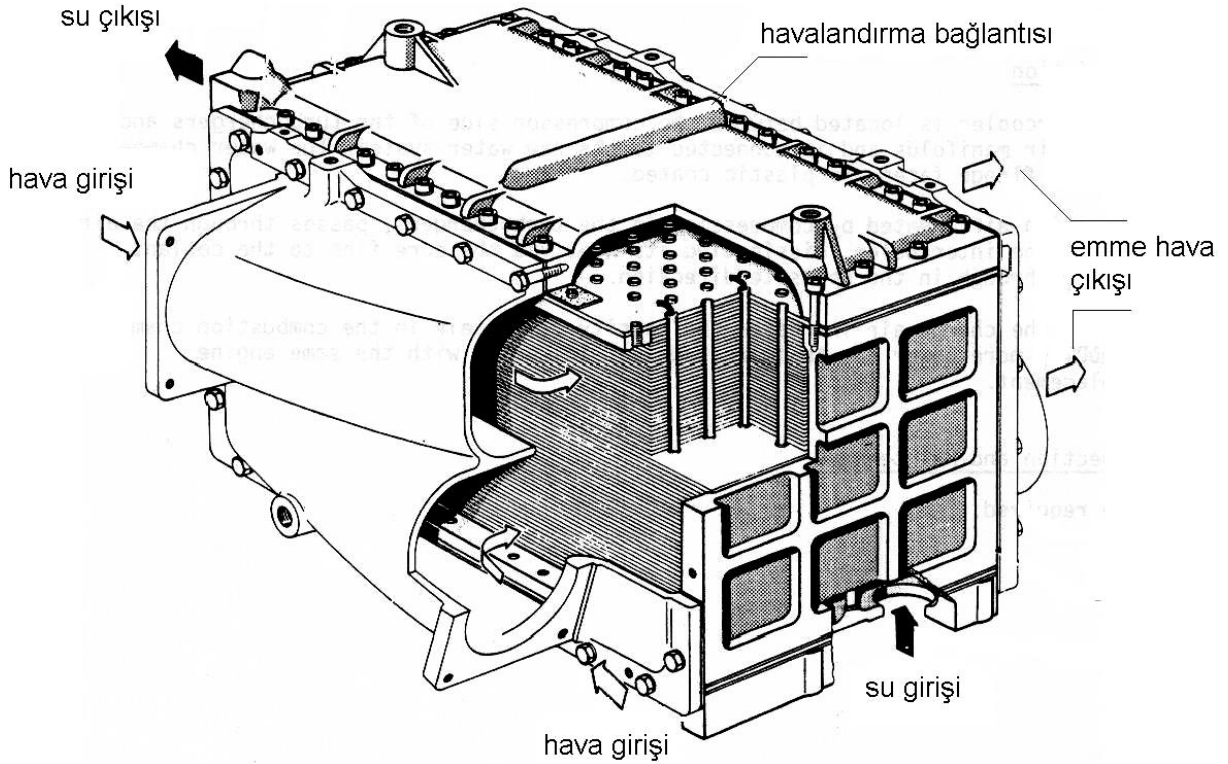
Tek safhalı, aksenal akışlı türbin, dizel motorunun egzoz gazları ile döndürülür. Egzoz gazları, türbin kanatlarına yöneltici kanatlar vasıtasıyla gönderilir ve genişledikten sonra egzoz çıkış kasasından dışarı atılır. Türbin, her ikisinin de freze dişli olarak geçirildiği müşterek olan shaft yardımıyla kompresör savurucusunu çevirir. Uygun tipte türbin ve yön halkası gaz geçiş alanı sayesinde motorun normal güç ve devrini verecek aşırı doldurma oranı elde edilir. Turbo kompresörler motor soğutma sistemine bağlı bir sistem ile soğutulur. Suyun dolaşımı aşağıdan yukarıya doğrudur. Soğutma suyu turbo kompresör gövdesinin tabanından girerek tepesinden çıkar. Türbin diskinin soğutulması basınçlı hava ile olur. Sızdırmazlığı temin eden iki sistem vardır. Biri savurucudan hava kaçmasını önler, diğeri ön ve arka yataklardan yağ kaçmasını önler.

4. Silindirlere içine gönderilen hava gerek sıkıştırma gerekse de turbo kompresör sıcaklığı nedeni ile ısınır. Kompresyon stroku başlamadan önce, silindirlere verilen havanın ağırlık yönünden miktarının çoğaltılması gerekir. Silindirlere verilen havanın ağırlığı ise sıcaklığına bağlıdır. Havanın ağırlığını artırmak için, silindirlere gönderilen havanın soğutulması sağlanır.

5. Her turbo çıkışı için bir adet kullanılan (toplam 2 adet) intercooler, çelik gövde içerisinde etrafı finli ve borulu radyatör tipinde imal edilmiştir. Soğutma suyu motor serbest taraf kapağında her soğutucunun alt kısmından girer. Boru demetinde üç defa yukarı doğru hareket ederek soğutucuyu terk eder. Özellikle bakımlarda hava giriş fin aralıklarındaki tortu ve kirler ile su geçiş boru demeti içindeki kireçlenmeler temizlenir. Buralardaki kirlilik ısı transferini engelleyeceğinden motor gücünü düşürür.



Şekil 82: Aşırı hava doldurma akış şeması



Şekil 83: İntercooler (hava soğutucusu)

### 3.5.2. Yağlama sistemi

1. İki adet dişli tip yağ pompası vasıtası ile yağ basınçlandırılır. Krank mili tahrik tarafında ara bölmelerdeki yuvalarına yerleştirilen bu pompalar dişli (yivli) kavramalar vasıtası ile su pompası milleri tarafından tahrik edilirler. Bir yağ pompasının ana parçaları şunlardır:

a) Dökme demirden bir gövde.

b) Bir ucu yivli, iki adet dişli mil. Bu iki dişli mil bir birine benzer olup biri diğerinin yerini alabilir.

c) Üzerinde yağ basma yönünü gösteren bir ok bulunan, dökme bir kapak. Bu ok motor dönme yönü ne olursa olsun daima yukarı doğru yönlenmiş olmalıdır.

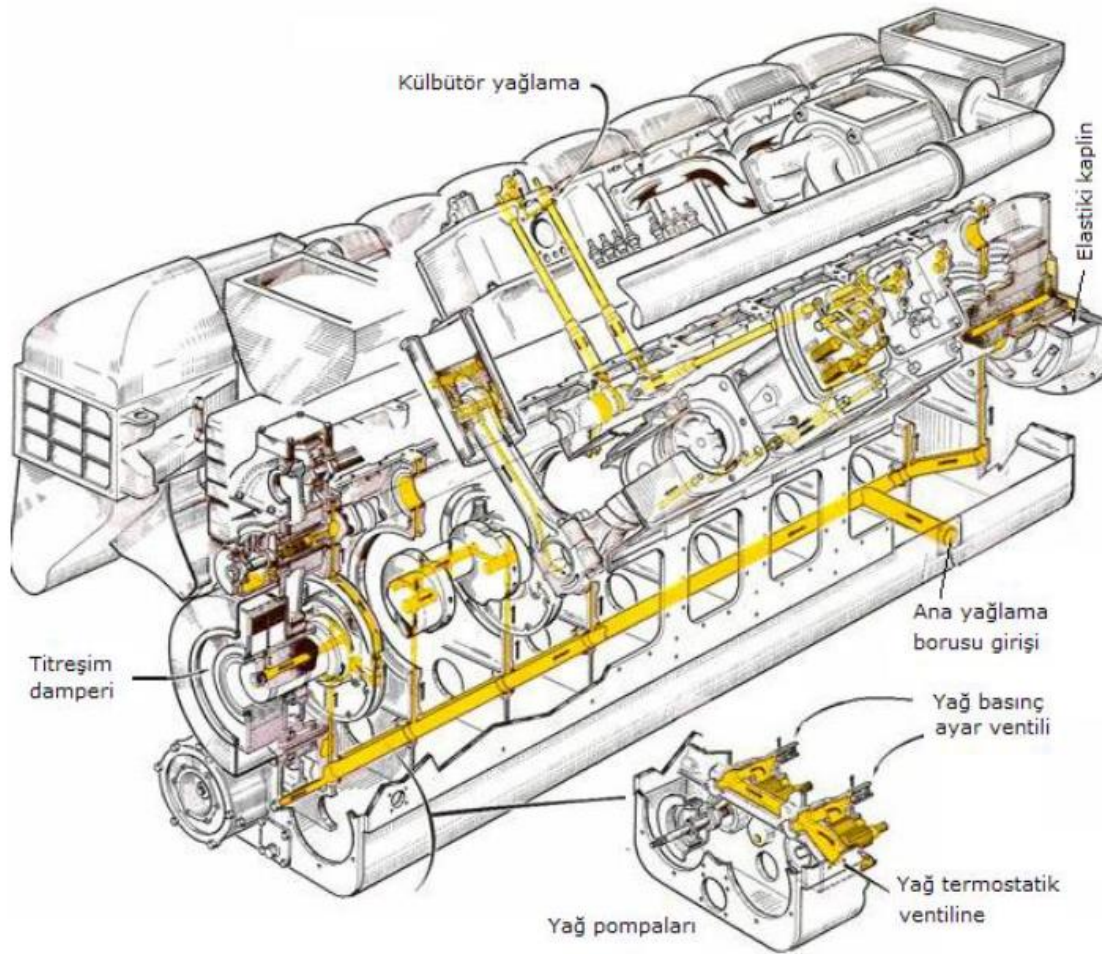
d) Dört adet bakır/kurşun alaşımı ile astarlanmış bir birlerine benzer çelik bagalar.

2. Her yağ pompasının basma tarafında 10 kg/cm<sup>2</sup> basınca bir kanalı açılarak basınçlı yağı kartere bağlayan birer emniyet supabı bulunur.

3. Motorun hareketi ne olursa olsun yağ sisteminin harekete hazır kalmasını temin etmek amacıyla, pompa emişi motor yağ haznesine tamamen daldırılmıştır. Yağ, merkezi olarak yerleştirilmiş olan bir süzgeç üzerinden emilir.

4. Pompalar, paralel olarak çalışırlar ve çıkışları, bunları taşıyan gövde bölmesindeki döküm kanalına atılır. Basılan yağın toplandığı bu kanal, gövdenin dışına açılır ve basınçlı yağ, bir boru ile buradan yağ termostatik valfine bağlanır.

5. 65°C'de açmaya başlayarak yağın sıcaklığını kontrol eden termostatik valf, yağın sıcaklığı ayarlı derecenin üzerinde ise soğutulması için yağ soğutucusuna (eşanjör/müberra) gönderir. Yağın sıcaklığı 65°C'nin altında ise yağ soğutucusunu baypas ederek yağın yağ filtresine geçişini sağlar.



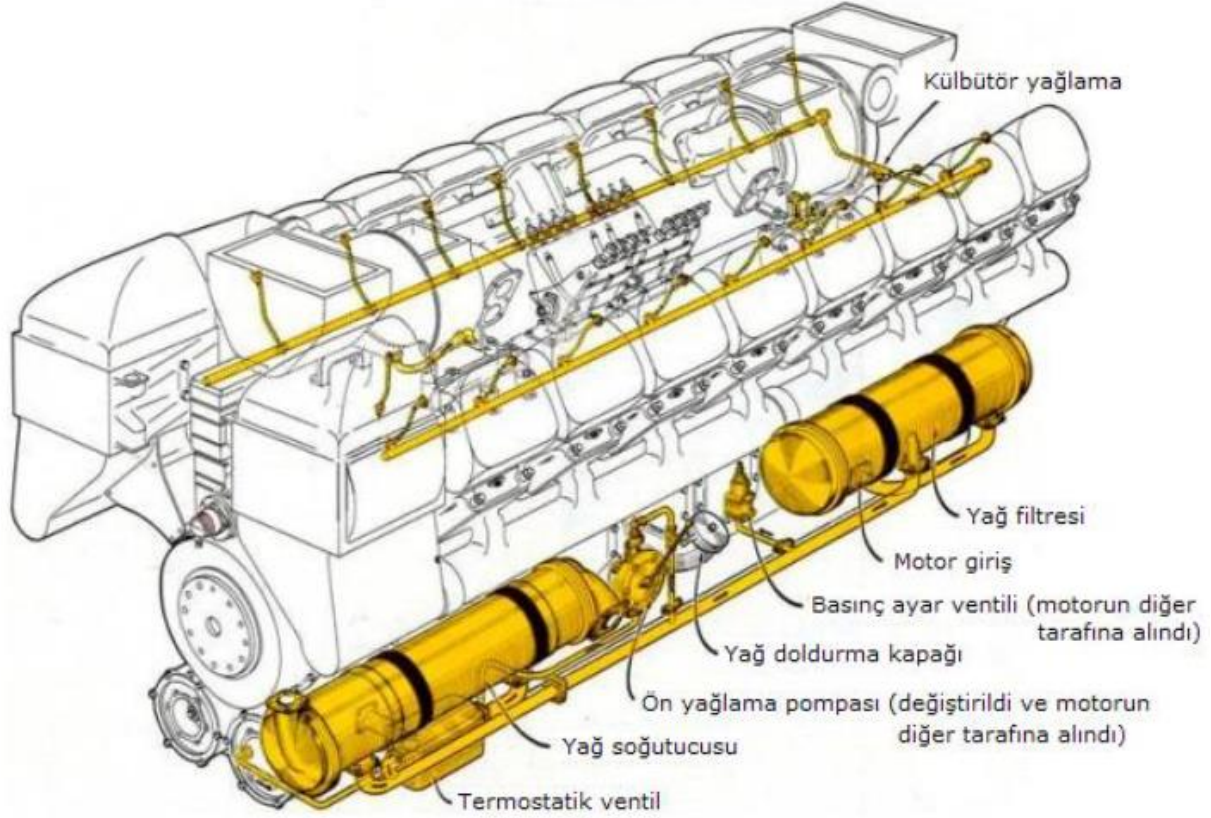
Şekil 84: Motor yağlama sistemi



Şekil 85: Motora montajlı yağ pompaları

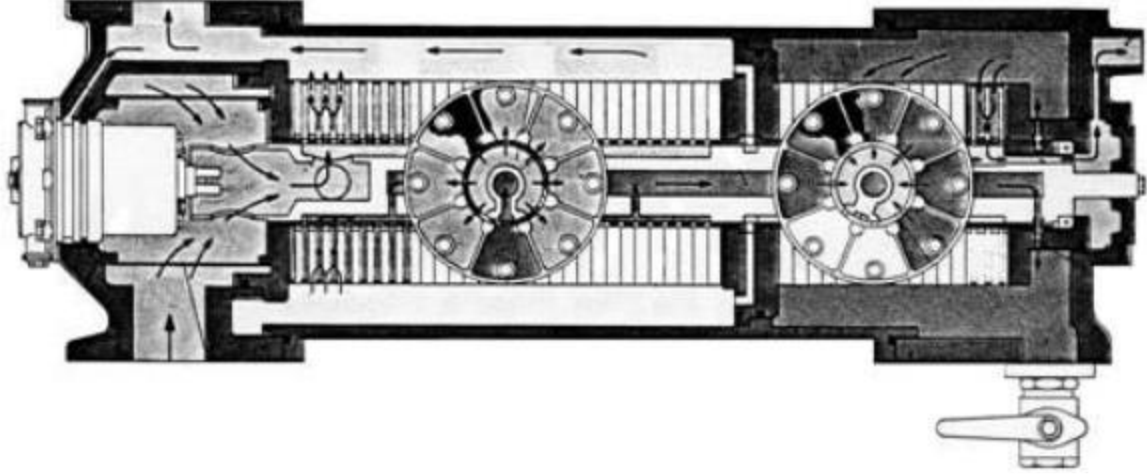
6. Yağın soğutulmasını sağlayan yağ soğutucusu, alçak hararet soğutma suyu devresine bağlıdır. Boru demeti perdeler ve kovandan ibaret olan soğutucunun boruları pirinç, aynaları bakır alaşımı veya son zamanlarda olduğu gibi pik dökümden yapılmıştır. Boru içinden su geçerken boru demetleri arasından yağ geçmektedir. Dizel motor yağlama yağı, yağ soğutucusunda 7 °C ile 9 °C arasında soğutulur. Aksi halde motorda yağ harareti görülür.

7. Yağ soğutucusu ile yağ filtresi arasında ana yağ devresine bağlanmış, baypas kanallı bir yağ basınç supabı bulunur. Bu supap, son yataktaki yağ basıncını ayarlamak için kullanılır. Bu basınç, yağlama sisteminin basınç ayarında referans olarak kullanılır. Sıcak ve tam yüklü motorda yağ basıncı 5,5 kg/cm<sup>2</sup> olacak şekilde ayarlanır.



Şekil 86: Motor dışı yağlama donanımı

8. Dizel motor yağlama yağını süzen GEORGES MOATTİ marka filtre kullanılmaktadır. Filtre, hidrolik motor, ana gövde ve derivasyon bölümü olmak üzere üç ana bölümden oluşur. Ana gövde 30 adet içten kanallı diskten oluşmuştur. Her disk üzerinde 8 adet tül elemanlar mevcuttur. Yağın temizlenmesi içeriden dışarıya doğru olmaktadır. 7 eleman temizleme yaparken bir elemanda boşta kalıp üzerindeki pis yağı derivasyon bölümüne akıtmaktadır. Derivasyon bölümünde 12 adet disk vardır. Bu disklerde dıştan kanallı olup ana gövdeden gelen pis yağı dıştan içe doğru tekrar temizleyerek tortunun derivasyon bölümünün iç yüzeylerinde toplanmasını sağlamaktadır. Yeniden temizlenen yağ ise kartere gönderilmektedir. Kalan tortulu kısım ise derivasyon bölümünün alt kısmında bulunan bir vana ile dışarı akıtılması sağlanmıştır. Filtrenin temizlenmesi 8000 ile 12000 saat arasında yapılması ön görülmüştür. Giriş çıkış basınçları arasındaki fark 0,5 bardır (max. 0.8 bar). Hidrolik motorun bir turu 3 dakikada tamamlaması gerekir. Bu dönme yağın sıcak veya soğuk olmasına göre değişmektedir.



Şekil 87: GERGES MOATTİ (yağ) filtresi

9. Filtreden temizlenerek çıkan yağ, ana yağ kanalına geçerek bloktan içeri girer. Ana yağ kanalından krank mili ana yataklarına ve kam mili yataklarına geçer. Krank mili içindeki kanallar vasıtası ile titreşim damperi ve elastiki kaplin yağlanır. Krank milindeki ana yatak muylularından biyel muylularına krank mili içindeki çapraz yağ kanalları vasıtası ile geçer ve biyel yataklarına dolar. Biyel gövdesince uzanan bir yağ kanalından geçerek piston pimine ulaşır. Oradan piston içine geçer ve görevini tamamladıktan sonra kartere geri döner. Diğer taraftan ana yağlama borusu ucundan bir boru ile alınan yağ, başlık ve külbütörlere geçer, oradan itici çubuğu ve makaraları yağlayarak kartere döner. Aynı borudan ayrılan bir boru ile de turbo kompresörlerin yataklarının yağlanması sağlanır.

10. Soğuk bekleyen motorda, yağlama yağının süzülmesi nedeni ile marş esnasında ve ilk çalışmada motorun yağsız kalmasını önlemek amacı ile ön yağlama sistemi uygulanır. Dizel motor marş butonuna basıldığında enerjilenen bir elektrik motorunun tahrik ettiği ön yağlama pompası ile 20 sn. süreli ön yağlama yapılır. Kartardan (su pompalarının arasından) alınan yağ, ön yağlama pompası tek yönlü valfinden geçirilerek yağ filtresi girişine basılır ve bütün yağlama donanımına yağ gönderilir.

11. Sistemde yağın sıcaklığını ve basıncını kontrol eden aşağıdaki elemanlar bulunur.

a) TSTH: Yağ hararet bekçisi. Yağın sıcaklığı 85 °C'yi geçince dizel motoru stop ettirir. Pompalardan sonra blok çıkışından (yağ termostatik valfi öncesi) yağın sıcaklığını kontrol eder.

b) PSH: Dizel motor hangi devirde olursa olsun yağ basıncı 1,6 kg/cm<sup>2</sup> nin altına düşünce dizel motoru stop ettirir.

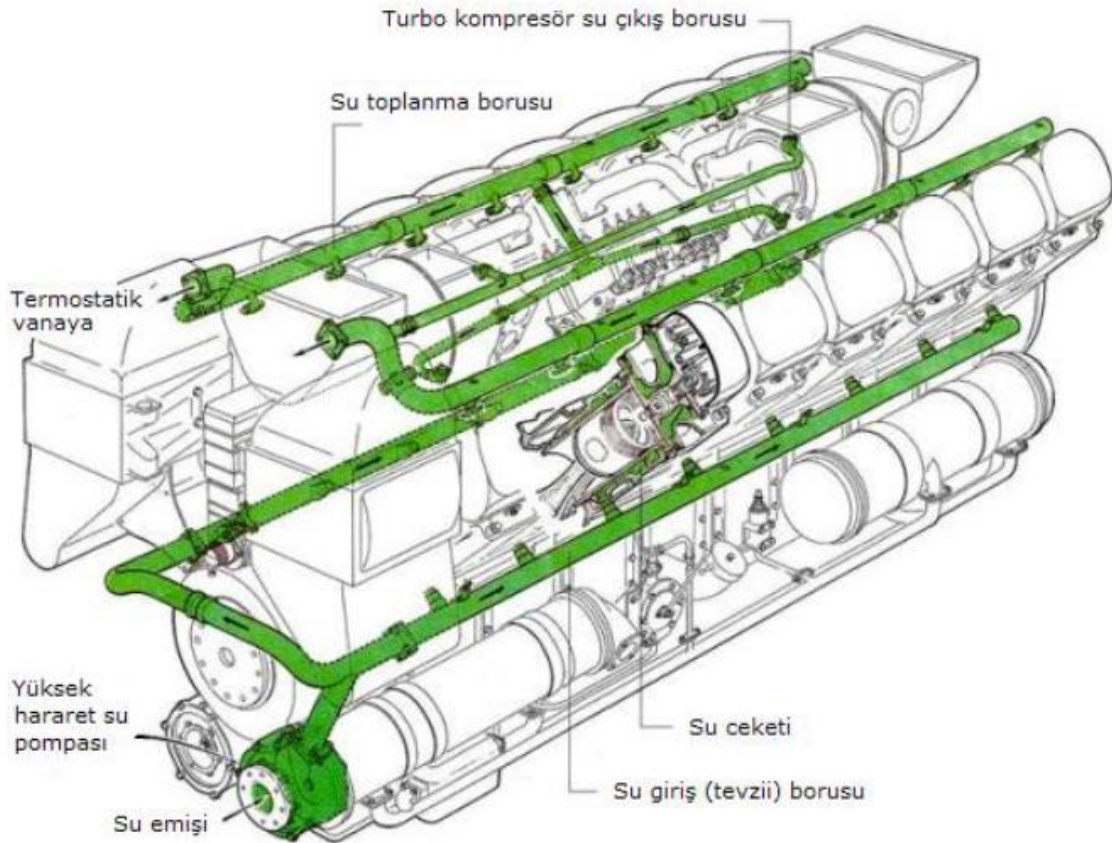
c) PSH1: Dizel motor devri 1200 d/d'nin üzerinde iken yağ basıncı 3,8 kg/cm<sup>2</sup> nin altında olursa dizel motoru rölantiye düşürür.

d) PSH2: Dizel motor devri 1500 d/d'nin üzerinde iken yağ basıncı 4,6 kg/cm<sup>2</sup> nin altında olursa dizel motoru rölantiye düşürür.

PSH, PSH1 ve PSH2 yağ bekçileri ana yağlama borusu ucundaki (su pompalarının arasındaki parçadan) yağın basıncını kontrol eder. Ayrıca aynı yerden alınan bakır bir boru ile markizdeki yağ basıncı manometresine yağ girişi sağlanır.

### 3.5.3. Soğutma sistemi

1. Motorda soğutma sistemi, alçak hararet devresi (BT) ve yüksek hararet devresi (HT) olmak üzere iki devre halindedir ve lokomotifle birlikte mütalaa etmek gerekir.
2. Her biri bir devrenin soğutma suyunu basınçlandıran iki adet su pompası kullanılır. Bunlar kam mili ve pompalar dişli tahrik düzeni tarafından tahrik olurlar. Krank mili dişlisi ara dişliyi ve bu dişli de pompa milleri üzerindeki pompa tahrik dişlilerini tahrik eder. Santrifüj tip olan bu pompalar, her iki yönde de çalışabilirler. Dişli muhafazaları değiştirildiğinde birbirleri ile değiştirilebilirler. Pompa çarkı, açık kanatlı tiptendir. Ana parçalar; 2 adet bilyeli yatak, tahrik mili, helisel dişli çark, gövde, kapak, sızdırmazlık contaları (taş-kömür), bir flanşlı conta, saplamalar ve rondelâlardan ibarettir.
3. Radyatör bölmesi dış tarafında bulunan radyatörlerden alçak hararet devresi su pompası ile emilen soğutma suyu, interkollerde dolaştırılarak aşırı doldurma havasını ve yağ soğutucusunda dolaştırılarak yağlama yağını soğutur ve radyatörlere gönderilir. Radyatörlerin sağ sırasının altından girer üstünden çıkar, sol sıranın üstünden girer altından çıkar (seri bağlı).
4. Radyatör bölmesi iç tarafında bulunan radyatörlerden yüksek hararet devresi su pompası tarafından emilen soğutma suyu, motorun her iki yanındaki ana tevzi borularına gelir ve buralardan kısa irtibatlar ile silindirlere ceket dibinden bağlanır. Ceket dibinden giren su, silindir başlığında ve su ceketlerinde açılmış olan altı kanal yardımı ile silindir başlığına sevk edilir. Silindir başlıklarını soğuttuktan sonra motor 'V' si iç tarafında bulunan su toplama boruları vasıtasıyla termostatik valfine gelir. Suyun sıcaklığı 76 °C dereceden düşükse kısa devre edilerek tekrar yüksek hararet devresi su pompası emişine verilir. Suyun sıcaklığı 76 °C dereceden yüksekse soğutulmak üzere radyatörlere gönderilir. Sağ ve sol sıra silindirlerin üstünden girer altından çıkar. Motor soğutma devresi olarak da isimlendirilen yüksek hararet su devresi tarafından turbo kompresörlerinin soğutulması da sağlanır.





## Şekil 88: Yüksek hararet soğutma devresi

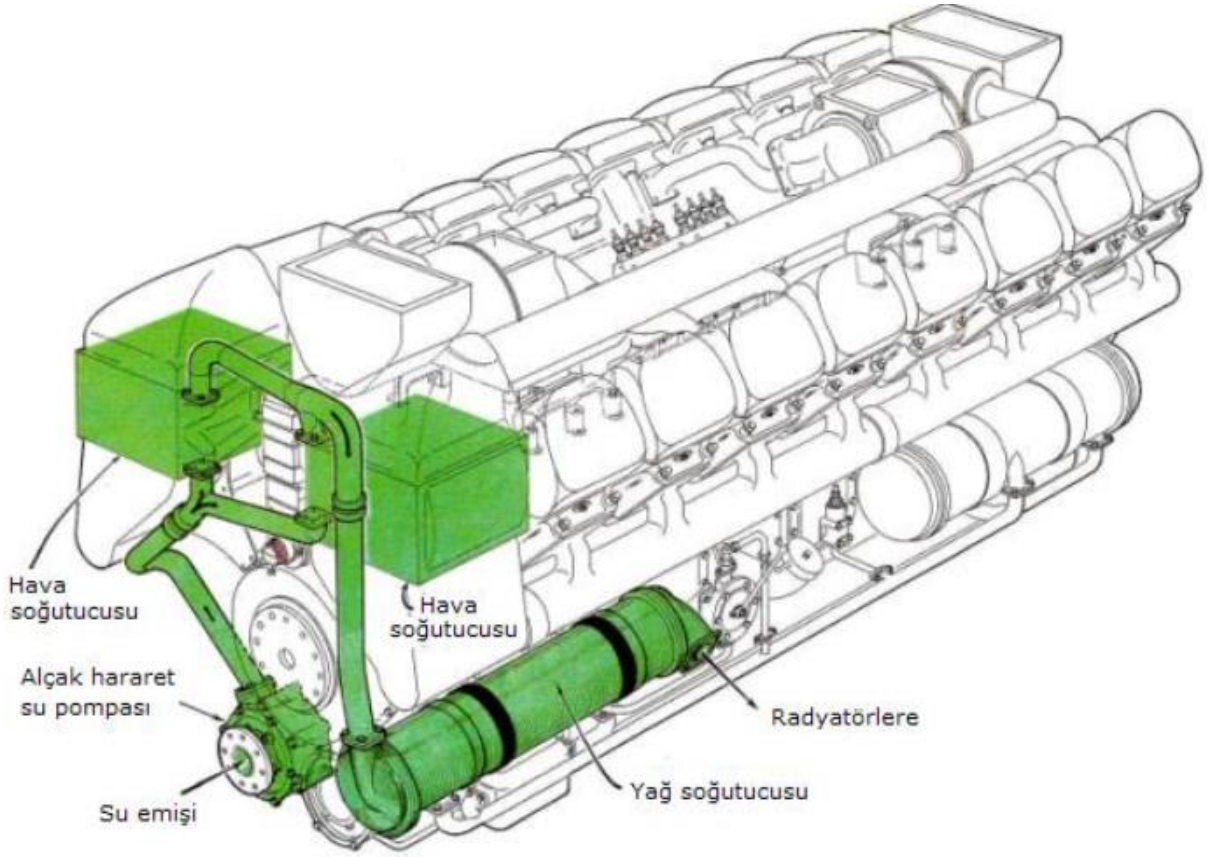
5. Yüksek hararet su devresindeki su toplanma borusu üzerinden alınan bir boru ile yakıt ısıtıcısına ve devamında markiz radyatörlerine sıcak su gönderilir. Dönüşü yüksek hararet su pompası girişine bağlıdır. Sofaj bölmesi tabanında bulunan bu devreye ait vanalar kapatıldığında markiz ve yakıt ısıtıcıları iptal edilir ve ayrıca iki vana ile su boşaltması yapılabilir.

6. Yüksek hararet devresi su toplanma borusu üzerinde bulunan duyucular ve bunlarla bağlantılı termostatlar vasıtasıyla suyun sıcaklığı takip edilir ve fanların çalıştırılması sağlanır. TS 191 termostatu tarafından su sıcaklığı 82-76 °C arasında iken fanlar elektromagnetik kavrama vasıtasıyla birinci kademede, TS 192 termostatu tarafından su sıcaklığı 87-83 °C arasında ise ikinci kademede çalıştırılır. Çalışan fanlar dıştan emdikleri havayı radyatör peteklerinin arasından geçirerek lokomotifin üzerindeki ızgaradan dışarıya atar. Su sıcaklığı 98 °C ye ulaştığında TSTE termostatu vasıtası ile dizel motor yükten çıkarılır ve rölanti devrinde çalıştırılır.

7. Yüksek hararet devresi elamanı olan ve radyatör bölmesinde bulunan su termostatik valfini baypas eden vananın kışın açık olması gerekir. Böylece su termostatik valfi soğuk havalarda radyatörleri sürekli baypas etse de açık tutulan bu vana üzerinden kısmi olarak geçen sıcak suyla radyatör peteklerinin donması engellenmiş olur.

8. Su ikmali genişleme tanklarına yapılır ve sistemde eksilen su bu tanklar tarafından tamamlanır. Tanklar üzerinde bulunan su seviye göstergeleri ile su seviyesi takip edilir. Motorun eksik su ile çalışmasını önlemek amacıyla genişleme tankı üzerinde su seviye şamandırası (NE) bulunur ve motor stop devrelerine bağlıdır. Ayrıca sistemdeki birçok noktadan suyun ısınmasından kaynaklanan sulu buharlar havalandırma boruları vasıtasıyla genişleme tanklarına gelerek dinlendirilir ve yoğunlaşması sağlanır.

9. Radyatör bölmesi giriş kapısı özellikle yaz aylarında kapalı tutulması gerekir. Açık olduğunda motor bölmesinden hava emilir ve emilen bu hava radyatörlerden geçmediğinden ve dolayısıyla radyatörlerden geçen hava miktarı azaldığından soğutmayı olumsuz etkiler.



Şekil 89: Alçak hararet soğutma devresi

### 3.5.4. Yakıt sistemi

1. Lokomotif üzerinde bulunan yakıt tankından yakıt ikmal pompası ile emilen yakıt; yakıt ısıtıcısından, çelik filtreden ve kağıt filtreden geçerek dizel motor enjeksiyon pompasına ulaşır. Enjeksiyon pompası ile enjektörlere yakıt püskürtme boruları vasıtası ile basılan yakıt enjektörler tarafından pistonların tepesine toz halinde püskürtülür. Fazla yakıt ise enjektörlerden ve enjeksiyon pompasından geri dönüş boruları ile tanka geri döner.

2. Yakıt tankı ile kaba filtre arasında bulunan yakıt ısıtıcısı, özellikle kış aylarında açılan vanadan geçen motor soğutma suyu ile yakıtın ısıtılmasını sağlar.

3. Yakıt ikmal pompasının depodan emdiği yakıtın içindeki pislikleri süzmeye yarayan kaba (çelik) filtre, yakıt ikmal pompasından evvel konulmuştur. Üzerinde bir kelebek somun mevcuttur. Madeni elemanlı olan bu filtre, yakıt basıncının düşük olduğu zamanlarda üzerindeki kelebek çevrilmek suretiyle temizliği yapılır.

4. Motorun çalışması için lüzumlu olan yakıtı 2-2,5 kg/cm<sup>2</sup> basınçla devreye yakıt ikmal pompası basar. Elektrik motoru ile tahrik edilen pompa saatte 800 litre yakıt basar.

5. Yakıt ikmal pompasının basmış olduğu yakıtın basıncını sabit tutmaya yarayan bir basınç ayar ventili vardır. Bu ventil yakıt basıncını 2-2,5 kg/cm<sup>2</sup> ye ayarlar.

6. Bir birinin aynı ve bir biriyle irtibatlı olan çiftli filtre yakıtın ince süzülmesini sağlar. Filtre elemanları kâğıttan yapılmıştır. Bu filtreler 3 kg/cm<sup>2</sup> basınç kontrolü yapılmış olduğundan yakıt basıncının yüksek olmamasına dikkat edilir. Filtre elemanlarının zarar görmemesi için filtre üstünde bulunan geri dönüş ayar ventili 2,5 kg/cm<sup>2</sup>'ye ayarlanır ve fazla yakıt tanka geri döndürülür.

7. Yakıt püskürtme (enjeksiyon) pompası, motor V sinin içerisine ve iki turbo arasına yerleştirilir. 'V' tipinde olan komple pompa, hareketini bir mil vasıtası ile eksantrik milinden alır. Yakıt enjeksiyon pompası:

a) Silindirlere eşit miktarda yakıt basar.

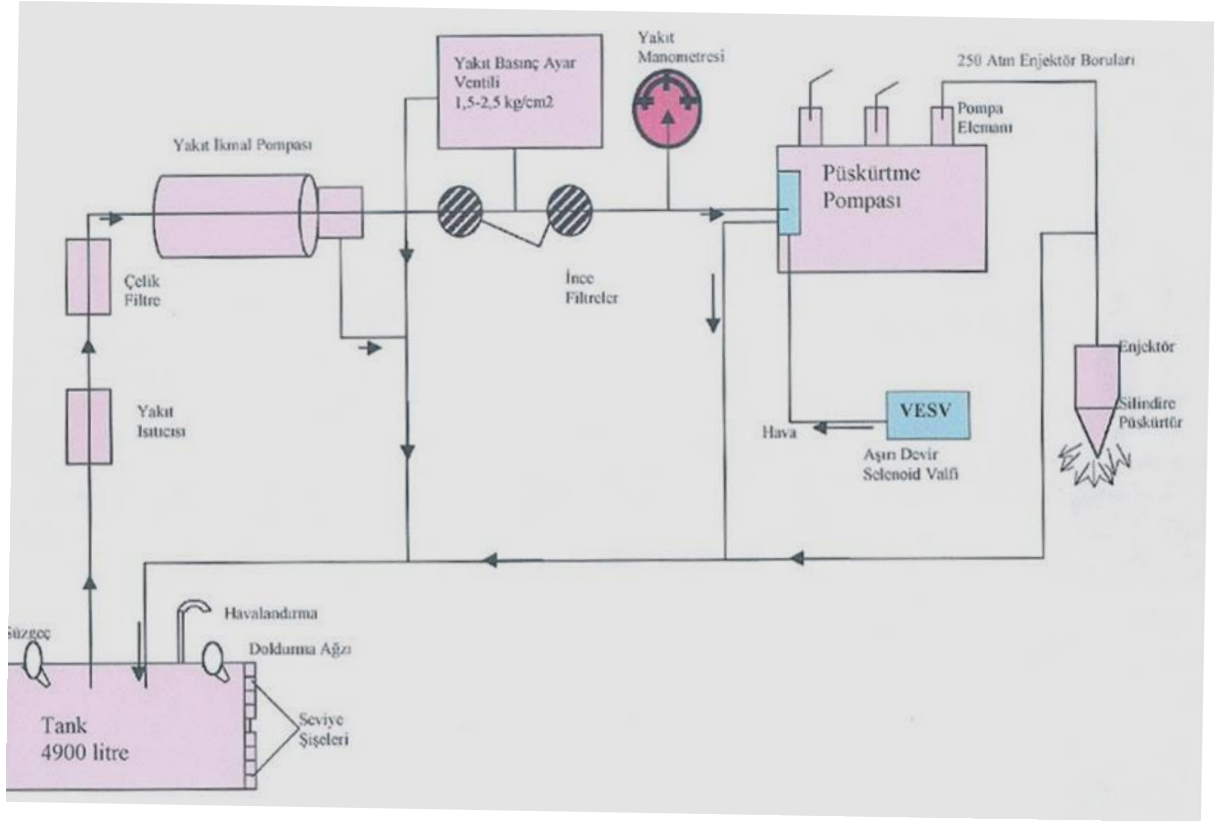
b) Silindirlere eşit aralıklarla yakıt basar.

c) Yakıt basıncının enjektörlerden püskürtülecek basınca yükseltir.

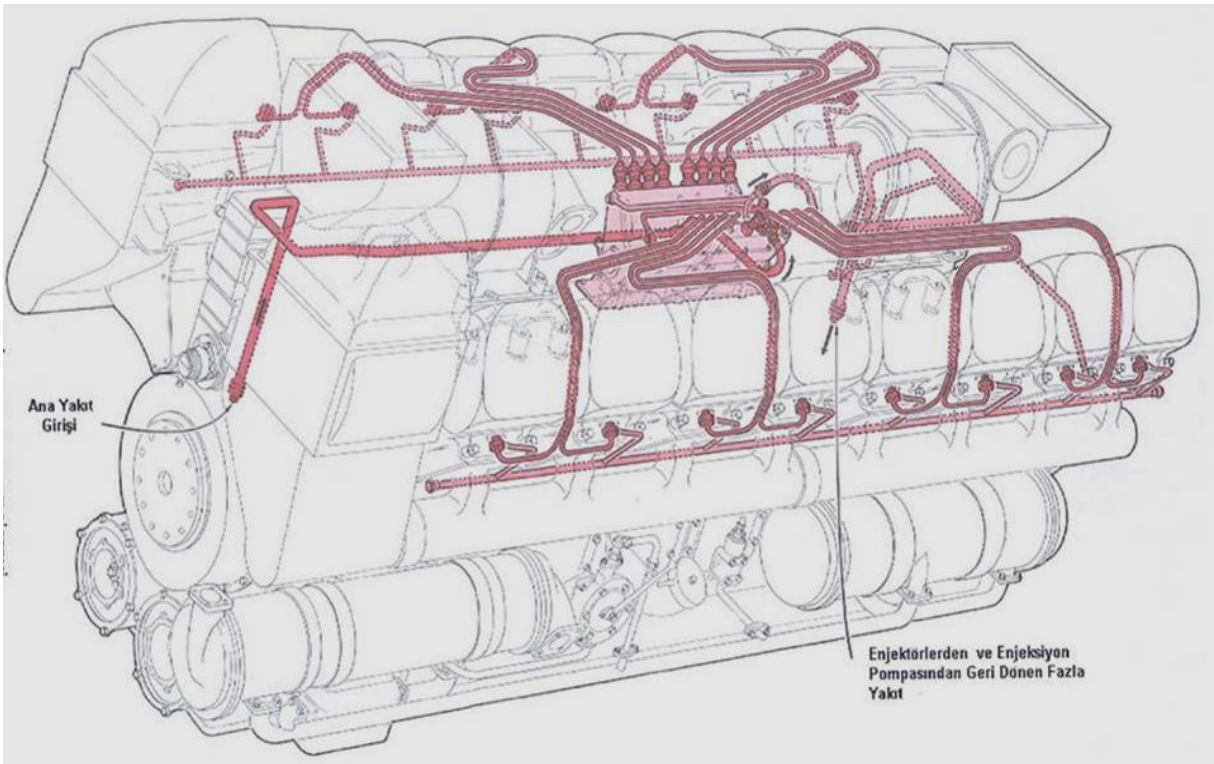
8. Yakıt püskürtme pompası üzerinde bulunan pirinçten yapılmış bir yakıt çekmecesi, dizel motor aşırı devre kaçtığı anda aşırı devir selenoidi tarafından gelen basınçlı hava ile konum değiştirerek pompaya yakıt girişini keser. Gerekli kontrollerden sonra atma pimi üzerindeki kapak somun sökülerek tanzim edilir.

9. Her silindir başlığının ortasında ön yanma odasına açılan bir enjektör vardır. Bunlar iki adet cıvata ile silindir başlığına tespit edilirler. Çalışma basıncı 240 kg/cm<sup>2</sup> dir.

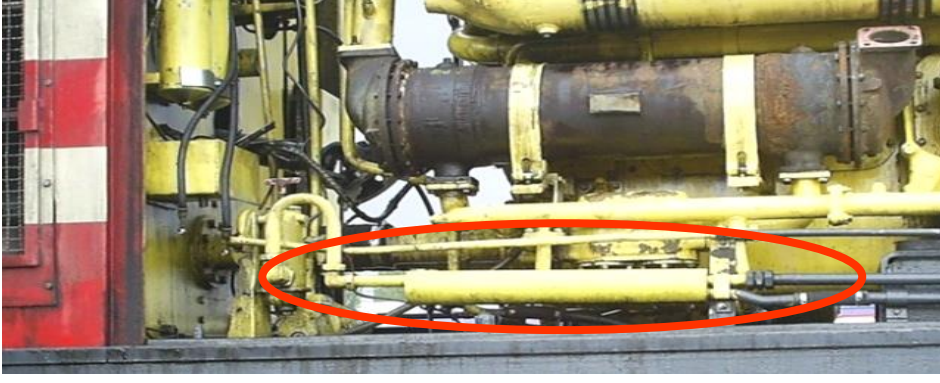
10. Basınç ayar ventili ve ince (kağıt) filtrelerin geri dönüşü sağ arka taraftan; yakıt enjeksiyon pompası, yakıt emniyet çekmecesi, yakıt enjeksiyon pompası taşıntısı ve enjektör geri dönüşleri sol ön taraftan tanka geri döner.



Şekil 90: Yakıt akış şeması



Şekil 91: Dizel motor yakıt pompası ve boruları



Şekil 92: Yakıt ısıtıcısı



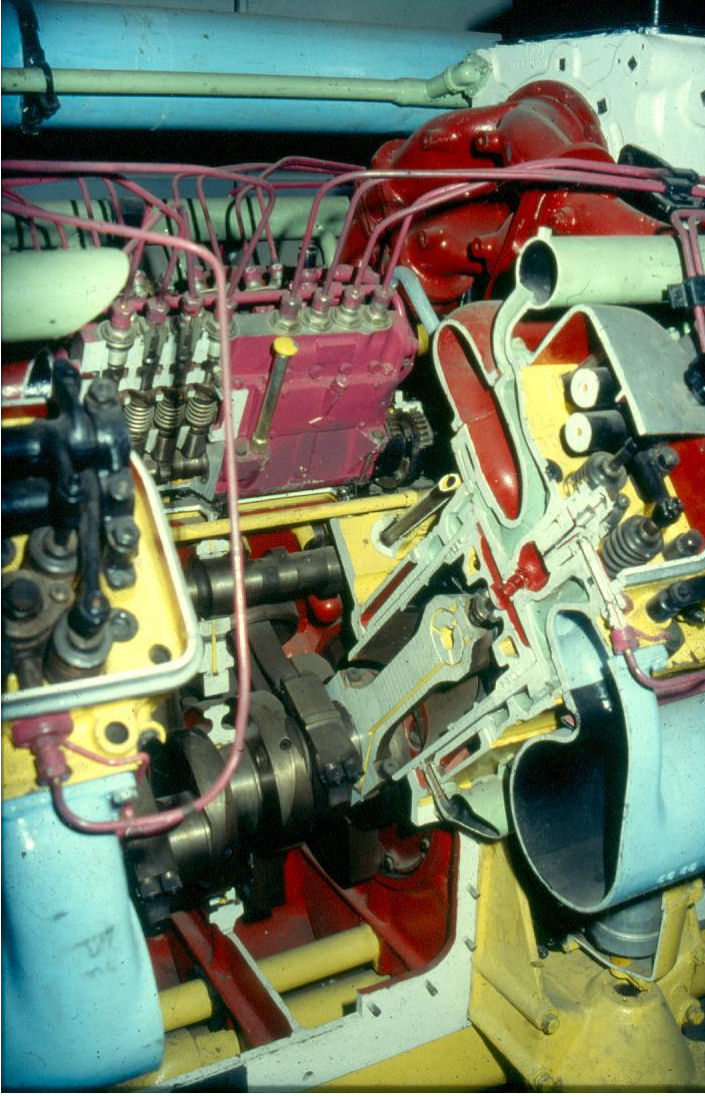
Şekil 93: Yakıt filtresi (çelik)



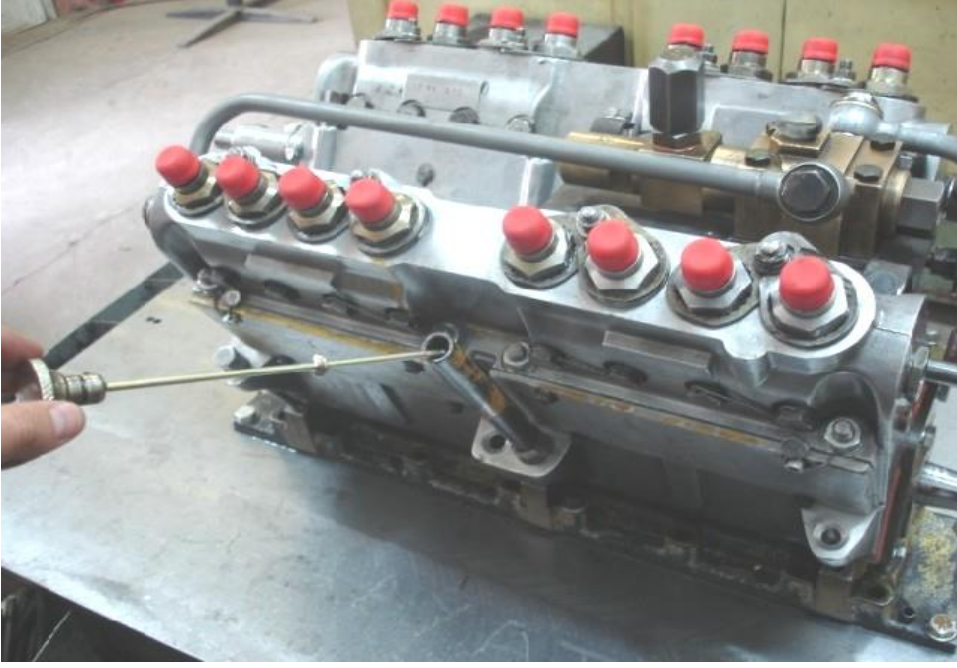
Şekil 94: Yakıt ikmal motoru ve pompası



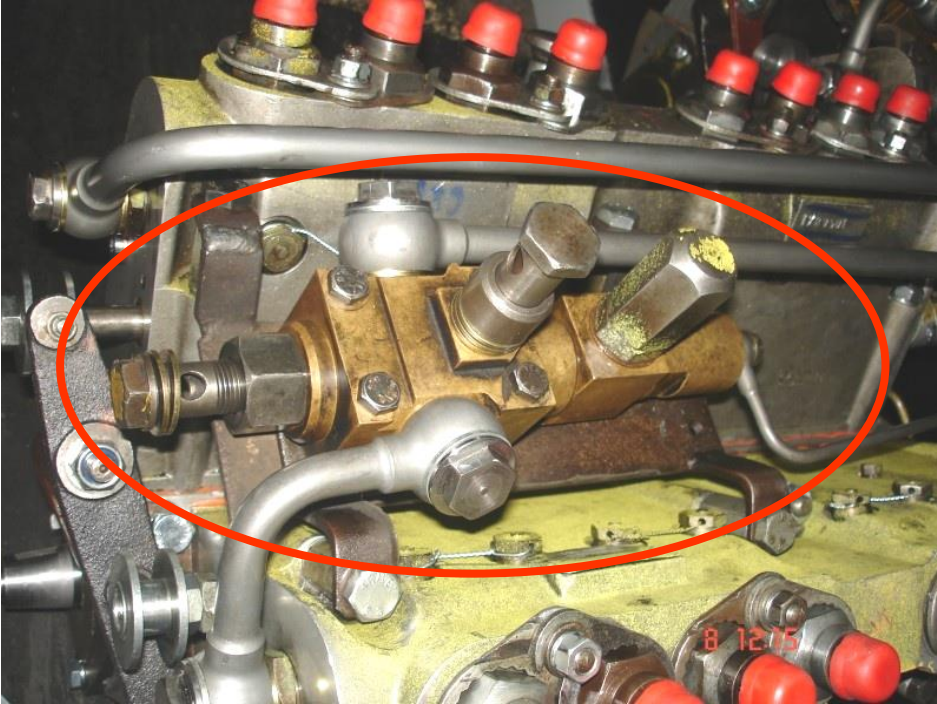
Şekil 95: Yakıt filtresi (elemanlı)



Şekil 96: Yakıt pompası ve sistemi kesit görünüşü



Şekil 97: Yakıt enjeksiyon pompası



Şekil 98: Yakıt çekmecesi (aşırı devir)





Şekil 99: Yakıt borusunun silindire giriş bağlantısı



Şekil 100: Yakıt enjektörü

### 3.6. 16PA4 Dizel motorun Periyodik Bakım ve Kontrolleri

Kuruluşumuz bünyesinde ve genel olarak tüm demiryolu araç bakım işletmelerinde araçları donatan komponentlerin ayrı ayrı bakımı yerine tümünü tek bir araç için kapsayacak şekilde bir bakım zamanı seçilir. Örneğin dizel motor üreticisi 100 saat/500 saat/1500 saat/ 3000 saat ... olarak bakım programı vermiştir. Fakat şirketimiz bu araçların bakımı için kilometre bazlı olarak bakım programı kullanmaktadır. Bu aracın ilk periyodik bakımı için 8250 kilometre yol yapması refrans olarak alınmış, her kademede yapılması gerekenleri bakım envanterinde ayrıca belirtilmiştir.

RUMUZ	BAKIM CİNSİ	BAKIM ARALIĞI	BAKIM SÜRESİ
K	KONTROL BAKIM	2000-2250 KM	1-3 SAAT
KB1	KÜÇÜK BAKIM 1	8250-9000 KM	1 GÜN
KB2	KÜÇÜK BAKIM 2	25.000-27.000 KM	2 GÜN
KB3	KÜÇÜK BAKIM 3	50.000-53.000 KM	3 GÜN

GB	GENEL BAKIM	100.000-106.000 KM	10 GÜN
BGB	BÜYÜK GENEL BAKIM	200.000-208.000 KM	20 GÜN
SR	SINIRLI REVİZYON	400.000-460.000 KM	30 GÜN
GR	GENEL REVİZYON	800.000-860.000 KM	60 GÜN

### 3.6.1. Kontrol Bakım

- 1.Genel olarak motorun gözle kontrolü
- 2.Genel basınç ve seviye kontrolü, yağlama yağı, su, yakıt, turbo ve egzoz basınç sistemleri
- 3.Regülatör yağ seviyesi kontrolü
4. Yakıt boruları sağlamlık kontrolü

### 3.6.2. Küçük Bakım 1

#### Kontrol bakıma ilave olarak

1. İmkan dahilindeki bütün cıvata ve somunların kontrolü
2. Yağlama yağı filtre temizliği
3. Yakıt filtresi temizliği (çelik), kaba yakıt filtresi değişimi
4. Hava filtresi temizliği kontrolü ve gerekiyorsa değişimi
5. Yağlama yağı laboratuvar muayenesi

### 3.6.3. Küçük Bakım 2

#### Küçük Bakım 1'e ilave olarak

1. Motoru durdurmadan önce, aşırı devir kontrolü (1680 dev/dak.)
2. Yağ numunesi sonucuna göre yağın değişimi
3. Yakıt enjektörleri kontrolü
4. Yakıt pompası bağlantıları, tahrik dişlisinin bağlantıları ve regülatör bağlantılarının kontrolü

### 3.6.4. Küçük Bakım 3

#### Küçük Bakım 2'ye ilave olarak

1. Emme ve Egzoz boşluklarının tekrar ayarının yapılması (subap ayarı)
2. Regülatör yağı değişimi

### 3.6.5. Genel Bakım

#### Küçük Bakım 3'e ilave olarak

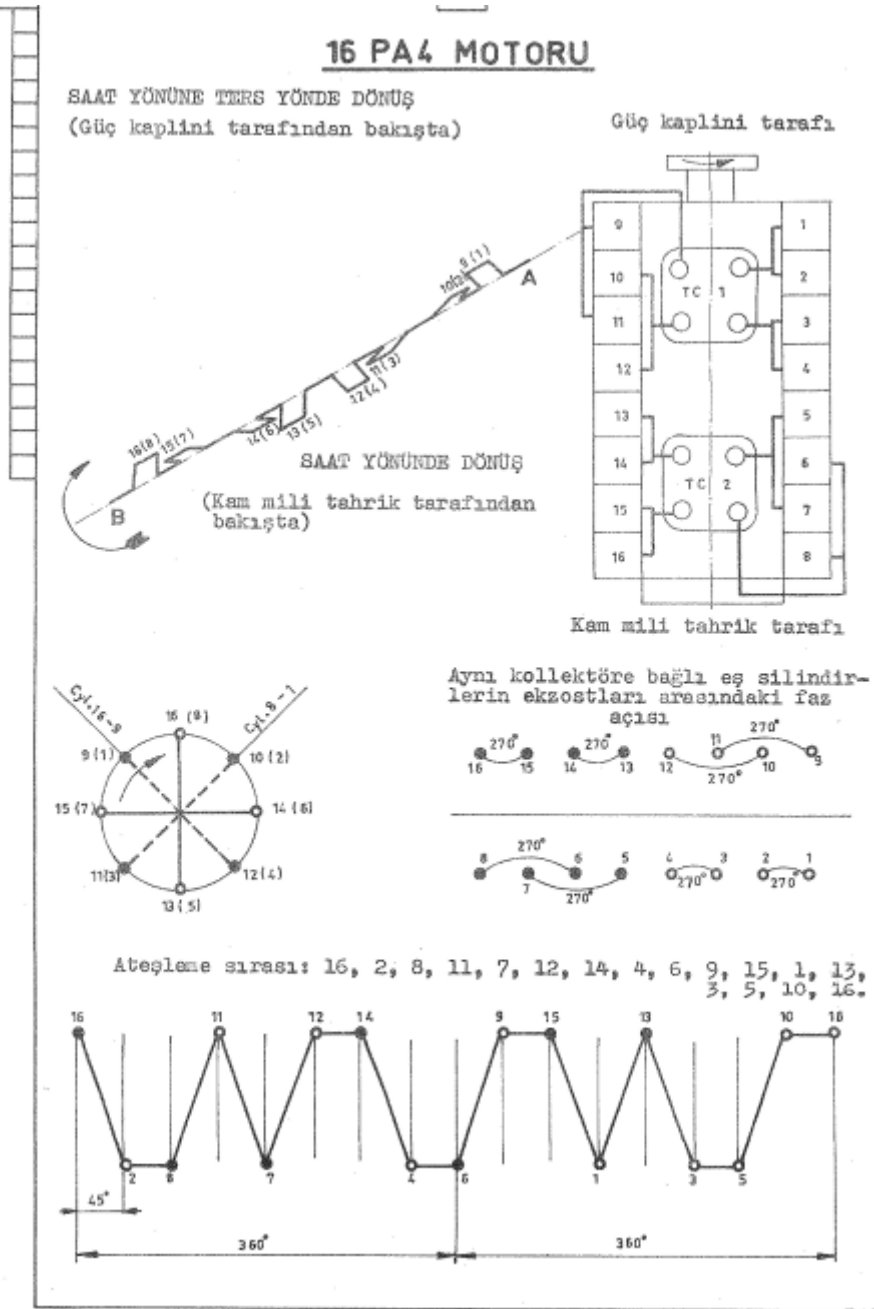
1. Turbo kompresör hava basınç kontrolü, hava soğutucu kontrolü ve temizlenmesi
2. Karter havalandırmaları sökme ve temizlenmesi
3. Karter gözetleme kapaklarını açma, tüm piston kolu civatalarını ve ağırlık civatalarını ve ana yatak civatalarını kontrol etmek
4. Yağlama ve soğutma termostatlarını kontrol etme gerekiyorsa yenileme
5. Külbütörleri komple sökme ve kontrolden sonra tekrar montaj
6. Yakıt enjektörlerinin değişimi
7. Yakıt enjeksiyon pompası ayarı yada değişimi
8. Regülatörün test edilmesi gerekiyorsa değişimi

### 3.6.6. Büyük Genel Bakım

#### Genel Bakıma ilave olarak

1. Silindir başlıklarının sökülmesi, emme, egzoz subap ve külbütörlerinin, yağlama borularının değişimi
2. Piston ve kollarının kontrolü gerekiyorsa değişimi, segmanların değişimi ve ölçü kontrolleri
3. V kısmındaki subap iticilerin kontrolü
4. Silindir gömlek ve ceketin kontrolü ve gerekiyorsa değişimi
5. Regülatör tahrik sistemi kontrolü (hız kutusu) ve regülatör değişimi
6. Tahrik dişlisi kontrolü, gerekiyorsa değişimi
7. Soğutma suyu, yağlama yağı ve yakıt pompası sistemlerindeki conta ve salmastranın kontrolü ile basınç ayar (yağ, yakıt) supaplarının kontrolü
8. Titreşim damperi ve elastik kaplin kontrolü( sızdırmazlık, salgı)
9. Egzoz manifoldlarının komple sökülüp tekrar egzozlarının yalıtılarak sarılması, egzoz segmanlarının gerekiyorsa yenilenmesi, başlık egzoz contasının değişimi
10. Turbo kompresör değişimi
11. Yakıt pompasının değişimi
12. Bütün motor bağlantı ve contalarının değişimi
13. Soğuk tüm kontrollerden sonra ön yağlama yaptırılarak kontrollü şekilde motorun marşlanması. Marş sonrası gözle kontrol, basınç kontrolü ve son supap ayarının yapılması.

### 3.7. 16 PA4 MOTORU ATEŞLEME SİLİNDİR SIRA NUMARALARI VE ÖRNEK ATEŞLEME SIRALARI



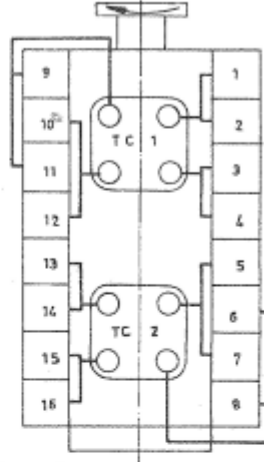
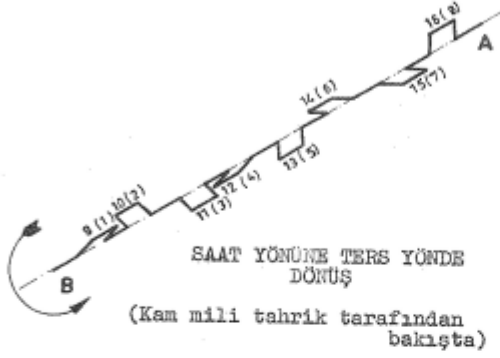
Şekil 101: Ateşleme sırası

## 16 PA4 MOTORU

SAAT YÖNÜNDE DÖNÜŞ

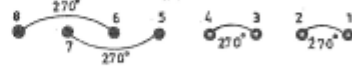
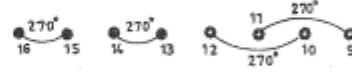
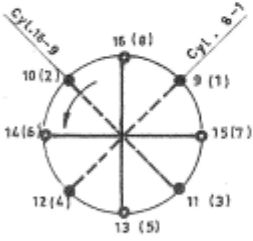
(Güç kaplini tarafından bakışta)

Güç kaplini tarafı

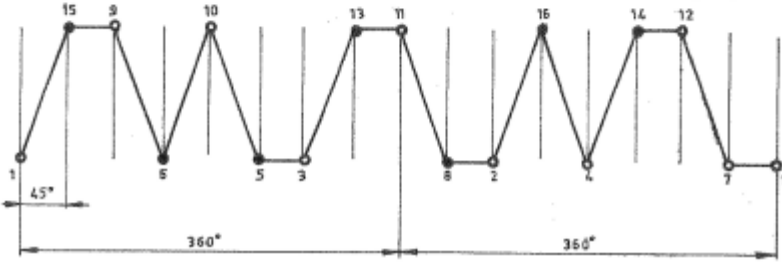


Kam mili tahrik tarafı

Aynı kollektöre bağlı eş silindirlerin ekzostları arasındaki faz açısı



Ateşleme sırası: 1, 15, 9, 6, 10, 5, 3, 13, 11, 8, 2, 16, 4, 14, 12, 7, 1.



Şekil 102: Ateşleme sırası

### 3.8. 16 PA4 MOTORLARI SIKMA TALİMATLARI VE TORK DEĞERLERİ

TANIM	SIKMA METODU		UYGULAMA
	<u>TORK--kgm</u>	<u>GENLEŞME--mm</u>	
<u>Gövde</u> : Bağlama cıvataları-su ceketı ve gövde uç bağlama cıvataları	30		Somunu 10 kg ile sıkıldıktan sonra yarım tur daha geri çevir
<u>Motor Yatağı</u> : Kep cıvatası, kapak kemeri germe cıvatası	35	0.28-0.32	
<u>Krank Mili</u> : Karşı ağırlık cıvataları,  Krank muylusu tapaları, uç koniklerini bağlama	75  3.5		
<u>Kam Mili Dişlisi</u> : Dişli çarkı kam miline bağlayan cıvatalar  Kam mili uç yakasını bağlama	5		
<u>Piston Kolu</u> : Büyük uç kepe cıvataları		0.40-0.43	
<u>Silindir</u> : Silindir başlığı saplamaları (su ceketine)  Silindir başlığı saplamaları (başlıkta)  Külbütör taşıyıcısı cıvataları	15  25  8		
<u>Enjektör</u> : Enjektör silindir başlığına bağlama	4		

Enjektör memesi emniyet somunu	15		
TANIM	SIKMA METODU <b><u>TORK--kgm</u></b>	SIKMA METODU <b><u>GENLEŞME--mm</u></b>	<b>UYGULAMA</b>
<u>Püskürtme Pompası:</u> Pompayı tahrik koniğine bağlama  Suporta bağlama civatası  Pompa başı	17  4  12		
<u>Püskürtme Pompası kumandası:</u> Pompa tahrik koniğine bağlama	50		
<u>Egzoz Manifoldu:</u>	Orta derecede 2kgm sık	1/6-1/8 devir gevşet	
<u>Boru Donanımı:</u>	Orta derecede 3-4 kgm sık	1/6-1/8 devir gevşet	Molykote kullanma
<u>Silindir Başlığı:</u>  Meme sıkma  Enjektör taşıyıcı koniği sıkma	35  10		
<u>Su Pompası:</u> Impeller somunu	20		
<b><u>80 Markalı Cıvata ve Somunlar:</u></b>	Molykote'suz	Molykote ile	
M 6 X 0.5	1.3 kgm	0.8 kgm	
M 6 X 1	1 kgm	0.5 kgm	
M 8 X 1	3 kgm	2 kgm	
M 8 X 1.25	2.5 kgm	1.5 kgm	
M 10 X 1	6	4	
M 10 X 1.25	6	4	

M 10 X 1.50	<b>4.5</b>	<b>3</b>	
M 12 X 1.50	<b>9.5</b>	<b>6</b>	
M 12 X 1.75	<b>8</b>	<b>5</b>	
TANIM	SIKMA METODU <b><u>TORK--kgm</u></b>	SIKMA METODU <b><u>GENLEŞME--mm</u></b>	<b>UYGULAMA</b>
M 14 X 1.50	<b>14</b>	<b>9</b>	
M 14 X 2	<b>12</b>	<b>8</b>	
M 16 X 1.50	<b>20</b>	<b>13</b>	
M 16 X 2	<b>18</b>	<b>12</b>	
M 18 X 1.50	<b>27</b>	<b>18</b>	
M 18 X 2.50	<b>25</b>	<b>16</b>	
M 20 X 1.50	<b>35</b>	<b>23</b>	
M 20 X 2.50	<b>33</b>	<b>22</b>	
M 22 X 1.50	<b>45</b>	<b>30</b>	
M 22 X 2.50	<b>43</b>	<b>29</b>	