

T.C.
MİLLİ EĞİTİM BAKANLIĞI



MEGEP

MESLEKİ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN
GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ

DENİZCİLİK

GEMİ DİZEL MOTORLARI-2

ANKARA 2008

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller;

- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 02.06.2006 tarih ve 269 sayılı Kararı ile onaylanan, Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında kademeli olarak yaygınlaştırılan 42 alan ve 192 dala ait çerçeve öğretim programlarında amaçlanan mesleki yeterlikleri kazandırmaya yönelik geliştirilmiş öğretim materyalleridir (Ders Notlarıdır).
- Modüller, bireylere mesleki yeterlik kazandırmak ve bireysel öğrenmeye rehberlik etmek amacıyla öğrenme materyali olarak hazırlanmış, denenmek ve geliştirilmek üzere Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında uygulanmaya başlanmıştır.
- Modüller teknolojik gelişmelere paralel olarak, amaçlanan yeterliği kazandırmak koşulu ile eğitim öğretim sırasında geliştirilebilir ve yapılması önerilen değişiklikler Bakanlıkta ilgili birime bildirilir.
- Örgün ve yaygın eğitim kurumları, işletmeler ve kendi kendine mesleki yeterlik kazanmak isteyen bireyler modüllere internet üzerinden ulaşılabilirler.
- Basılmış modüller, eğitim kurumlarında öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılır.
- Modüller hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz ve ücret karşılığında satılamaz.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	iii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. DİZEL MOTORLARI.....	3
1.1. Dizel Motorlarının Endüstrideki Önemi ve Kullanıldığı Yerler	3
1.2. Dizel Motorlarının Avantaj ve Dezavantajları	4
1.3. Dizel Motorların Gemilere Uygulanması.....	4
1.3.1. Doğrudan Bağlama	5
1.3.2. Devir Düşürücülü Bağlama	6
1.3.3. Dizel-Jeneratör Sistemi.....	7
1.3.4. Dikey Şaftlı Makineler	8
1.4. Dizel Motorların Çalışma İlkesi.....	9
1.4.1. İki Zamanlı Dizel Çevrimi	9
1.4.2. Dört Zamanlı Dizel Çevrimi.....	18
1.5. Dizel Motorlarda İndikatör Diyagramı	23
1.5.1. İki Zamanlı Dizel Motor Teorik PV Diyagramı	24
1.5.2. İki Zamanlı Dizel Motor Pratik İndikatör Diyagramı.....	25
1.5.3. Dört Zamanlı Dizel Motor Teorik PV Diyagramı	25
1.5.4. Dört Zamanlı Dizel Motor Pratik İndikatör Diyagramı.....	27
1.6. İki Zamanlı Dizel Motorlarla Dört Zamanlı Dizel Motorların Karşılaştırılması	28
1.7. Dizel Motorlarla Benzinli Motorların Karşılaştırılması.....	28
1.8. Dizel Motorlarda Yanma	29
1.9. Dizel Motorlarda Yanma Odaları	32
1.10. Gemi Dizel Motorlarında Gücün Hesaplanması	36
1.10.1. İndike (İç) Gücün Hesaplanması	36
1.10.2. Yararlı (Efektif) Gücün Tanımı ve Hesaplanması.....	39
1.10.3. Proni Freni ile Yararlı Gücün Ölçülmesi ve Hesaplanması.....	39
1.11. Gemi Dizel Motorlarında Verimin Hesaplanması	41
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	44
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	49
2. DİZEL MOTORLARIN YAKIT SİSTEMİ.....	49
2.1. Dizel Yakıt Sisteminin Görevi ve Şeması.....	49
2.2. Yakıt Püskürtme Yöntemleri	50
2.3. Dizel Motorları Yakıt Sisteminin Genel Yapısı.....	51
2.4. Yakıt Tankları	51
2.5. Filtreler.....	51
2.5.1. Dizel Motorlarında Yakıtın Temiz Olmasının Önemi	51
2.5.2. Yakıt Filtrelerinin Görevleri.....	52
2.5.3. Yakıt Filtrelerinin Çeşitleri ve Yapısal Özellikleri.....	52
2.5.4. Yakıt Filtrelerinin Bağlama Şekilleri.....	55
UYGULAMA FAALİYETİ	57
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	58
UYGULAMALI TEST	59
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	60
3. BESLEME POMPALARININ BAKIM VE ONARIMI	60
3.1. Besleme Pompalarının Görevi	60

3.2. Besleme Pompalarının Çeşitleri.....	60
3.2.1. Pistonlu Tip Besleme Pompaları	61
3.2.2. Diyaframlı Tip Besleme Pompaları	63
3.2.3. Dişli Tip Besleme Pompaları.....	65
3.2.4. Paletli Tip Besleme Pompaları	66
UYGULAMA FAALİYETİ	67
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	69
UYGULAMALI TEST	71
ÖĞRENME FAALİYETİ-4	72
4. ENJEKTÖRLERİN BAKIM VE ONARIMI.....	72
4.1. Enjektörlerin Görevleri	72
4.2. Enjektörlerin Çeşitleri ve Yapısal Özellikleri.....	72
4.2.1. Açık Enjektörler	74
4.2.2. Kapalı Enjektörler.....	74
4.3. Enjektörün Çalışması	77
4.4. Enjektörlerde Yapılan Kontrol ve Ayarlar	78
4.4.1. Püskürtme Basıncı Kontrol ve Ayarı	79
4.4.2. Geri Kaçak ve Sızıntı Kontrolü	80
4.4.3. Püskürtme Şekli Kontrolü.....	81
4.4.4. Damlama Kontrolü	82
UYGULAMA FAALİYETİ	83
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	84
UYGULAMALI TEST	87
MODÜL DEĞERLENDİRME	88
CEVAP ANAHTARLARI	92
KAYNAKÇA	93

AÇIKLAMALAR

KOD	525MT0189
ALAN	Denizcilik
DAL/MESLEK	Ortak Alan
MODÜLÜN ADI	Gemi Dizel Motorları 2
MODÜLÜN TANIMI	Bu modül dizel yakıt sisteminin görevi, yapısı ve parçaları, yakıt filtrelerinin ve besleme pompalarının bakımı enjektörlerin bakım ve ayarlarıyla ilgili bilgi ve becerin verildiği öğrenme materyalidir.
SÜRE	40 / 32 saat
ÖN KOŞUL	Gemi Dizel Motorları 1 Modülünü başarmış olmak.
YETERLİK	Ana makine operasyonu yapmak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Uygun ortam sağlandığında dizel motorların yakıt sistemlerinin bakım ve onarımını makine kataloğuna ve belirtilen sürelerle uygun olarak yapabileceksiniz. Amaçlar 1. Gemi dizel motorlarında güç hesaplamaları yapabileceksiniz. 2. Yakıt filtrelerinin bakım ve onarımını makine kataloğuna uygun olarak yapabileceksiniz. 3. Besleme pompalarının bakım ve onarımını makine kataloğuna uygun olarak yapabileceksiniz. 4. Enjektörlerin bakım ve onarımını makine kataloğuna uygun olarak yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Donanımlı motor atölyesi, Motorculukta kullanılan standart el ve ölçü aletleri, dizel motorlar, yakıt filtreleri, besleme pompaları, enjektörler, enjektör test cihazı, bilgisayar ve yansıtım cihazı çoklu ortam, eğitim CD'leri.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modülün içinde yer alan her faaliyetten sonra verilen ölçme araçları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek kendi kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda size ölçme aracı uygulayarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Dizel motorları içten yanmalı motor çeşitlerinden biridir. Yakıtın motor içinde yakılması sonucu açığa çıkan ısı enerjisini doğrudan mekanik enerjiye çevirir. Birkaç kW' tan 50.000 kW' a kadar çeşitli güçlerde üretilen günümüzün yüksek verimli ısı makineleridir ve endüstrinin her alanında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Günümüz teknolojisi ve sanayi petrole dayalıdır. Çevrenize baktığınızda otomobil, otobüs, kamyon, traktör, iş makineleri, lokomotifler ve gemilerin dizel motorlarla çalıştığını görürsünüz. Kara, demiryolu ve deniz taşımacılığı güç kaynağı olarak dizel motorları kullanmaktadır. Sabit tesislerde de dizel motor kullanımı çok yaygındır.

Dizel motorlarının üretim, satış, kullanım, bakım ve onarım alanları çalışanlar için çok büyük bir istihdam alanıdır. Sizler denizcilik alanında almakta olduğunuz eğitim sonunda Makine Zabitliği dalını seçerseniz dizel motorlarının daha ileri eğitimini alacaksınız ve bu alanda istihdam edileceksiniz. Dizel motorları konusunda yetişmiş bir eleman olmak size çalışma hayatınızda çok çeşitli olanaklar sunacaktır.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

İşyerinde hukuk kuralları çerçevesinde özlük haklarınızın neler olabileceğini öğreneceksiniz.

ARAŞTIRMA

Bu öğrenme faaliyeti sonunda gemi dizel motorlarını tanıyacak, dizel motorlarının gemilere uygulama yöntemlerini ve dizel motorların çalışma ilkelerine göre güç hesaplamalarını yapabileceksiniz.

Çevrenizde bulunan dizel motorlu gemilere giderek;

- Dizel motorlarının gemideki işlevini,
- Dizel motorlarının çalışma ilkelerini araştırınız.

Araştırmalarınızı bir doküman halinde getirerek arkadaşlarınızla paylaşınız.

1. DİZEL MOTORLARI

1.1. Dizel Motorlarının Endüstrideki Önemi ve Kullanıldığı Yerler

Endüstride amaç, mal ve hizmet üretimini ve yapılan işleri kısa zamanda, daha ucuza ve emniyetle yapmaktır. Bu nedenle teknolojinin de gelişmesiyle buhar makinesinin yerini dizel motorları almıştır. Dizel motorları kullanımının artması ise ekonominin gelişmesine olanak sağlamıştır. Örneğin, ülkemizin limanlarına giren ve çıkan gemi sayısı 1954 yılında 3726 iken, bu sayı 2001 yılında 20431'e ulaşmıştır. Ülkemizde kamyon sayısı 1933 yılında 2.561 iken bu sayı 2004 yılında 647.296'e çıkmıştır. Bu sayılar dizel motorlarının endüstri için ne kadar önemli olduğunu göstermektedir.

Günümüzde endüstrinin birçok dalında dizel motorları kullanılmaktadır. Bu dalların başlıcalarını ve kullanma nedenlerini şöyle sıralayabiliriz:

Yakıtının ucuzluğu, yakıt tüketiminin azlığı ve benzin motorlarına göre daha güçlü olmaları nedeniyle; kamyon, otobüs, traktör, yol ve yapı makinelerinde,

50.000 kW güce kadar üretilebilmeleri nedeniyle yolcu ve yük gemilerinde buz kırıcı gemilerde ve denizaltılarda,

Buhar makinesine göre üstünlükleri nedeniyle lokomotif ve mototrenlerde, Ekonomik olmaları nedeniyle sabit güç gereksinmesi olan yerlerde örneğin; jeneratörlerde, yağhanelerde, su pompalarında, maden işleri ve kereste üretiminde kullanılmaktadır.

1.2. Dizel Motorlarının Avantaj ve Dezavantajları

Dizel motorlarının endüstride kullanılma alanlarının artması belirli avantajları nedeniyle olmuştur. Dizel motorlarının belli başlı avantajları şunlardır:

Yakıt tüketiminin azlığı: Dizel motoru aynı özelliklere sahip bir benzin motorunun tükettiği yakıtın yarısı kadar yakıt tüketir. Bir saatte Kilovat başına harcanan yakıt benzin motorlarında 170-260 gram olmasına karşın dizel motorlarında bu miktar 120-150 gramdır. (bu değerlere motorların özgül yakıt sarfiyatı (specific fuel consumption) da denilmektedir.

Yakıtın ucuzluğu: Benzin de motorin de petrolün damıtılmasıyla üretilmesine karşın motorinin miktarı fazladır ve daha ucuza satılmaktadır.

Verim: Isı verimi yönünden bir karşılaştırma yapılırsa; buhar makinesi % 15, benzin motoru %24, dizel motorunu %37 verimle çalışır. Bir başka deyişle buhar makinesi yaktığı yakıtın % 15'ini, benzin motoru yaktığı benzinin % 24'ünü, dizel motoru ise yaktığı motorinin % 37'sini işe dönüştürür. Görüldüğü gibi verimi en yüksek dizel motordur.

Eksoz gazlarının durumu: Dizel motorlarda eksoz gazlarındaki zehirli bir gaz olan karbon monoksit (CO) oranı, benzinli motorlardan daha azdır.

Yangın Tehlikesi: Dizel yakıtı olan motorinin tutuşma sıcaklığı (65 °C), benzine (13 °C) göre daha yüksek olduğundan yangın tehlikesi daha azdır.

Motor Gücü: Motorun her devrinde ve istenilen güce yakıt miktarının hemen ayarlanabilmesi ve yanmanın sabit basınç altında oluşması nedeniyle aynı yapıdaki dizel motor benzin motoruna göre daha güçlüdür.

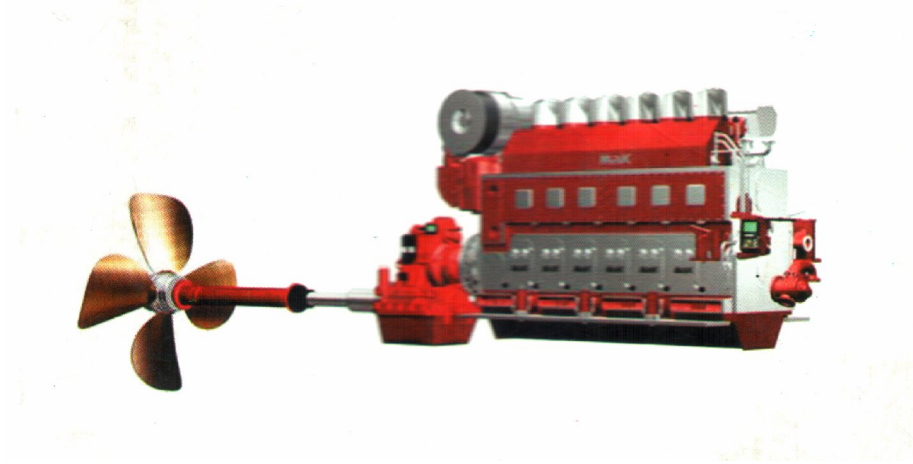
Dizel motorlarının avantajları yanında bazı dezavantajları da vardır. Bunlar:

- İlk alış fiyatları yüksektir.
- Ağırdır ve çok yer kaplar.
- Yakıt sistemleri çok hassastır, dikkatli bakım ister.
- Gürültülü ve sesli çalışır.

1.3. Dizel Motorların Gemilere Uygulanması

Motor gücü ile yürütülen gemilerde ana makinenin görevi gemi pervanesini döndürmektir. Ana makine çalışıp pervaneyi döndürdüğünde pervane kanatçıkları önündeki su kütlesini iter. Ancak itilen su kütlesi kolayca itildiği yönde akamayacağı için su kütlesi ile pervane kanatçıkları arasında bir momentum oluşur. Bunun sonucunda gemi su yüzeyinde itilir. Gemi böylece hareket eder.

Dizel motorların gemilere uygulanması genellikle üç şekilde olur. Bunlar; doğrudan bağlama, devir düşürücülü bağlama ve dizel-jeneratör sistemi olarak sıralanabilir.

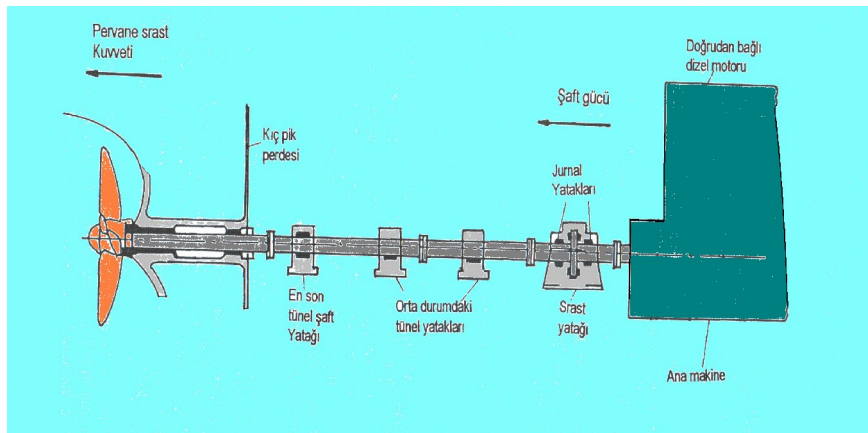


Şekil 1.1: Dizel motor pervane bağlantısı

Günümüz motorlu gemilerinin büyük bir bölümünde ana makineler pervanelere doğrudan bağlanmıştır. Makinenin kapladığı hacmin ve ağırlığının küçük olması gereken gemilerde yüksek devirli makineler kullanılır. Bu gemilerde motor pervaneye devir düşürücüsü ile bağlanır. Düşük devirli pervaneler daha verimlidirler (daha yüksek hız sağlarlar). Eğer makine devri çok yüksek ise pervane verimini iyileştirmek için makine ile pervane arasına devir düşürmek amacı ile dişli kutusu konulur. Dişli kutusu içerisinde sürtünmeler nedeni ile güç kaybı söz konusu ise de hem pervane verimi ve hem de uygun pervane çapı elde etmek için dişli kutusu gerekmektedir.

1.3.1. Doğrudan Bağlama

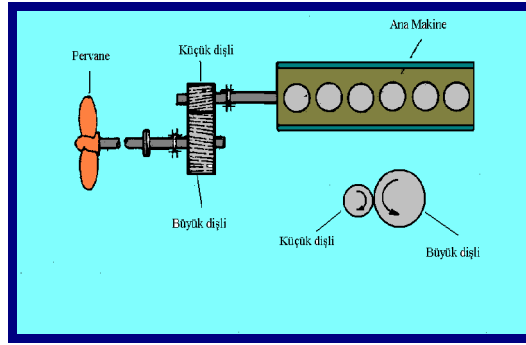
Bu sistemde ana makine şekil 1.2’de görüldüğü gibi ara şaftları, yatak ve flanşlar yardımıyla pervaneye bağlanır. Makinenin yeri geminin şekline, kullanma amacına ve tasarıma göre birçok yolcu ve yük gemisinde ortada (vasat), bazı yük gemilerinde ise kıç taraftadır.



Şekil 1.2: Doğrudan bağlama

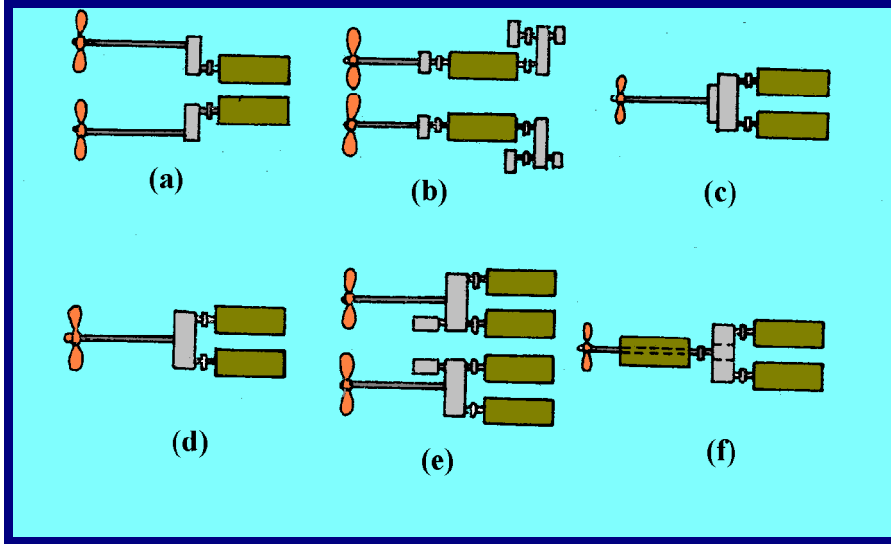
1.3.2. Devir Düşürücü Bağlama

Bu sistemde ana makine ile pervane arasına devir düşürücü dişli donanımı yerleştirilir. Devir düşürücünün çalışma prensibi kısaca şöyledir: şekil 1.3'te görüldüğü gibi ana makine krank şaftının ucuna bir flanş ve kısa şaft yardımıyla küçük dişli bağlanır. Küçük dişlinin karşılığında ona kavramış durumda büyük dişli bulunur. Büyük dişli pervane şaftına bağlıdır. Motor çalıştığı zaman krank şafta bağlı bulunan küçük dişli döner ve o da büyük dişliyi döndürür. Küçük dişlinin büyük dişliyi bir devir döndürebilmesi için kendisinin birden fazla dönmesi gerekir. Dolayısıyla pervane motora göre daha az dönmüş olur. Devir düşürülerek şaftı döndürme momenti artar. Dişli kutusu aracılığı ile yüksek devirli makinenin devri düşürülür. Böylece düşük devirli pervanenin daha yüksek verim sağlaması ortaya çıkmış olur.



Şekil 1.3: Devir düşürücü bağlama

Şekil 1.4'te devir düşürücü bağlamanın çeşitli tasarımları görülmektedir.



Şekil 1.4: Çeşitli devir düşürücü bağlantı tasarımları

Şekil 1.4 a' daki tasarımda iki makine birer devir düşürücülü donanım yardımıyla iki ayrı pervaneyi çevirmekte ve feribotlarda uygulanmaktadır. Pervaneler bazen sabit, çoğunlukla piç kontrollü, yani hareketli kanatçıkları bulunan türdendir.

Şekil 1.4 b'deki tasarım tarak gemilerinde kullanılmaktadır. Makinelere her biri piç kontrollü bir pervaneyi çevirmektedir. Devir düşürücüye bağlanan ayrı küçük dişli çarklar yardımıyla kum pompaları ve şaft jeneratörleri çalıştırılmaktadır.

Şekil 1.4 c'deki tasarım yük gemilerinde uygulanmaktadır. Orta veya yüksek devirli direkt tornistanlı iki makine bir şanzıman donanımı yardımıyla sabit kanatlı bir pervaneyi çevirmektedir.

Şekil 1.4 d'deki tasarım konteyner gemilerinde uygulanmaktadır. İki makine bir devir düşürücü donanım piç kontrollü bir pervaneyi çevirmektedir.

Şekil 1.4 e'deki tasarım yolcu gemilerinde uygulanmaktadır. Dört makine ikişer ikişer piç kontrollü iki pervaneyi çevirmektedir. Devir düşürücüler aynı zamanda geminin elektrik ihtiyacını karşılayan jeneratörlere hareket vermektedir.

Şekil 1.4 f'deki tasarım ise tanker ve dökmeçilerde uygulanmaktadır. Üç makine bir devir düşürücü donanım ile sabit kanatlı veya piç kontrollü bir pervaneyi çevirmektedir.

Dizel motorların krank şaftlarında oluşan burulma titreşimlerini ve tork dalgalanmalarını pervaneye iletmemek için esnek kaplinlerden yararlanılır.

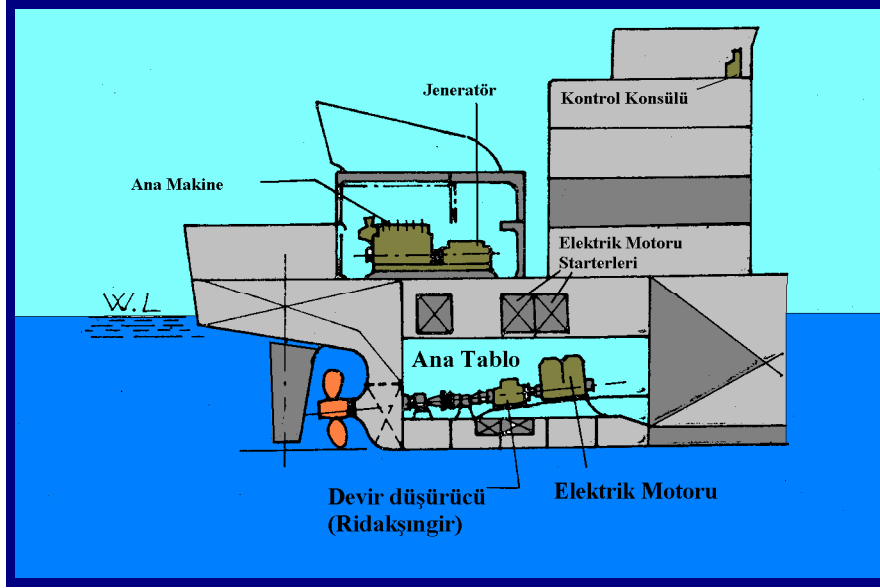
1.3.3. Dizel-Jeneratör Sistemi

Doğrudan ve devir düşürücülü bağlama sistemlerinde makine uzun ara şaftları ve yataklar yardımıyla pervaneye bağlanmaktadır. Pervane şaftı ve yatakları “şaft tüneli” veya “tünel şaft” adı verilen büyük bir hacmi gerektirir.

Şaft tüneli de ticaret gemilerinin yararlı yük ve yolcu hacmini küçültür. Bu sakıncayı gidermek amacıyla dizel-jeneratör sisteminden yararlanılır. Dizel-jeneratör sistemlerinde yüksek devirli ve sabit devir sayısında çalıştırılan bir veya birkaç dizel motoru kullanılmaktadır.

Dizel makinelerin şaftlarına bağlı jeneratörlerin ürettikleri doğru akım, geminin kış tarafına yerleştirilmiş ağır devirli elektrik motorlarının çalıştırılmasında kullanılır. Elektrik motorlarının kısa şaftlarına ise pervaneler bağlanmıştır.

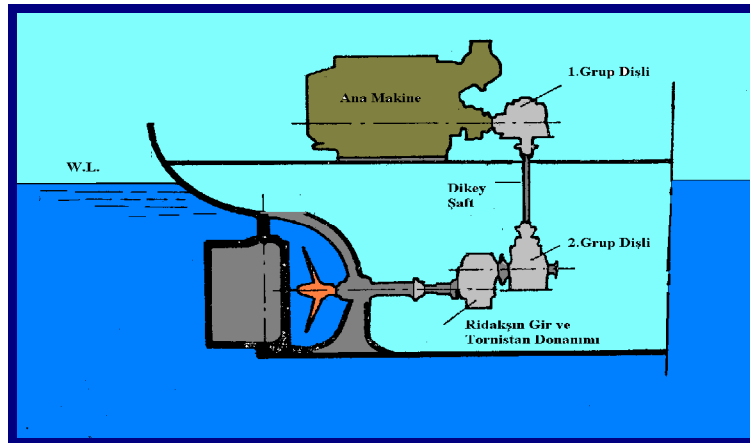
Şekil 1.5'te dizel jeneratör sistemi görülmektedir.



Şekil 1.5: Dizel-jeneratör sistemi

1.3.4. Dikey Şaftlı Makineler

Uzun şaft tünelini ortadan kaldırarak yolcu ve yük gemilerinin yararlı hacimlerini büyütme için uygulanan farklı tasarımlardan biri de dikey şaftlı makinelerdir. Şekil 1.6' dan da anlaşılacağı gibi bu sistem doğrudan pervaneye bağlı bir makine sistemidir. Kıç güverteye yerleştirilen makine, iki konik dişli grubu yardımıyla pervaneyi çevirmektedir. Dişli gruplarından biri makine krank şaftına, diğeri ise pervane şaftına bağlanmıştır. Her iki dişli grubu arasına ise gücü makineden pervaneye ileten dikey şaft yerleştirilmiştir. Yüksek devirli makinelerde alt konik dişli grubu ile pervane arasında devir düşürücü dişli donanım yerleştirilir.



Şekil 1.6: Dikey şaftlı makine bağlantısı

1.4. Dizel Motorların Çalışma İlkesi

Günümüzde kullanılan dizel motorlar, pistonlu, içten yanmalı motor çeşitlerinden biridir. Yanma odasında motorinin yakılması ile elde edilen ısı enerjisini hareket enerjisine çevirir.

Yanma kimyasal bir tepkimedir. Yakıt ile oksijenin sıcak bir ortamda birleşmesi ile oluşur. Yanma sonucunda ısı enerjisi açığa çıkar, CO₂ (Karbondioksit), H₂O (Su buharı) ve ışık oluşur. Yanma için gerekli oksijen atmosferde bulunan havadan sağlanır. Hava, motor içine emilerek veya basınç etkisi ile alınır.

Yanma oluşabilmesi için motor içine alınan havanın sıcaklığının yükseltilmesi gerekir. Bunun için hava, motor içinde piston tarafından sıkıştırılır. Sıkıştırılan hava üzerine enjektörden motorin püskürtülür.

Sıcak hava ile karşılaşan motorin kendiliğinden tutuşarak yanar. Yanma sonucu açığa çıkan ısı enerjisi yanma odasında bulunan gazların sıcaklığını ve basıncını yükseltir. Oluşan yüksek basınç pistonu silindir içinde iter. İtilen piston, biyel aracılığı ile krank şaftı döndürerek dairesel hareket üretir.

Gemi ana makinesinde üretilen bu dairesel hareket ise gemi pervanesini döndürerek geminin hareketini sağlar.

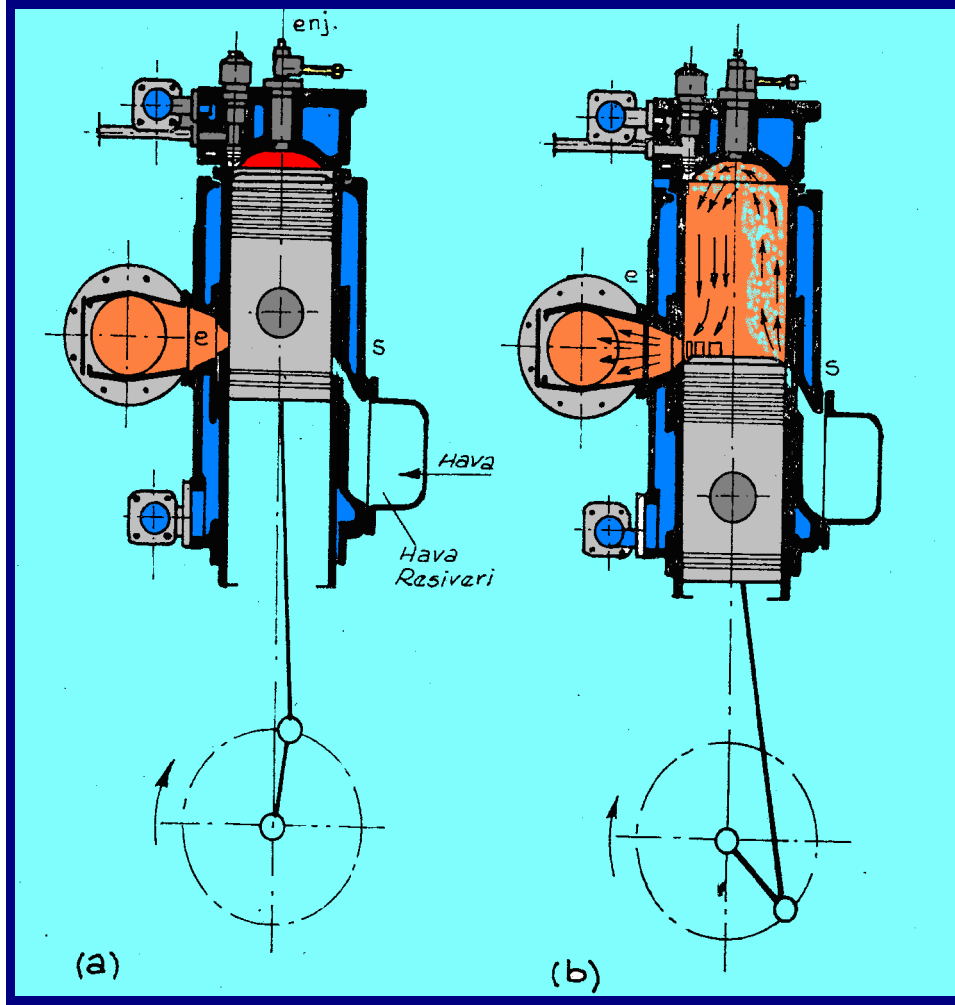
1.4.1. İki Zamanlı Dizel Çevrimi

Bir motorda iş elde etmek için tekrarlanmadan oluşan olaylar dizisine çevrim denir. Çevrim emme, sıkıştırma, iş (genişleme) ve eksoz işlemlerinden oluşur. İki zamanlı motorlarda çevrim, krank şaftın bir tam devrinde oluşur.

Krank şaftın bu dönüşünde piston alt ölü nokta ile üst ölü nokta arasında iki hareket yapar. Piston; Ü.Ö.N'dan A.Ö.N'ya inerken iş (genişleme) ve eksoz işlemleri, A.Ö.N'dan Ü.Ö.N'ya çıkarken emme ve sıkıştırma işlemleri gerçekleşir. Şekil 4.7 a'da iki zamanlı motor kesitinde piston üst ölü noktada görülmektedir.

Pistonun önünde sıkıştırılarak basıncı ve sıcaklığı artırılmış hava bulunmaktadır. Kızgın hava üzerine enjektörden yakıt püskürtülür. Yakıt kızgın hava ile karşılaşınca kendiliğinden yanar.

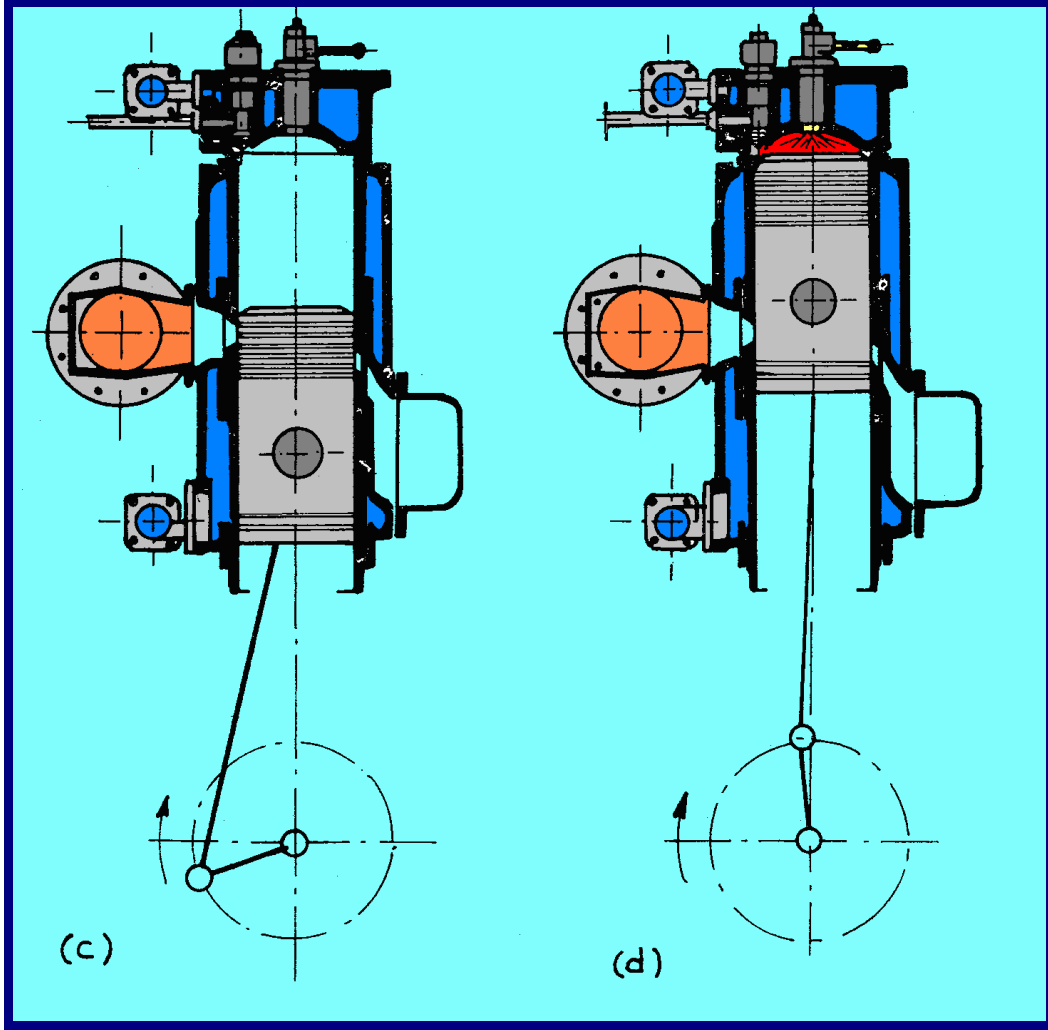
Yanma sonucunda sıcaklık yaklaşık 1500- 2000 C'ye basınç ise 40-80 bar seviyesine çıkar. Yüksek basınçlı gazlar pistonu iterek iş üretir. İtilen piston, piston kolu aracılığıyla krank şaftı döndürür.



Şekil 1.7: İki zamanlı motorda iş ve eksoz kursu

Genişleme kursunun sonunda şekil 4.7 b’de görüldüğü gibi piston (e) ile gösterilen eksoz portunu açar. Eksoz portları açıldığı anda, basıncı 3-5 bar olan eksoz gazları eksoz manifoldu üzerinden atmosfere atılır. Bu olaya serbest eksoz denir.

Pistonun A.Ö.N’ya doğru hareketine devam etmesiyle eksoz portlarından bir süre sonra (s) ile gösterilen hava portları açılır. Böylece hava alıcısında (resiver) basınç altında bulunan hava silindire dolmaya başlar. Portların şekli nedeniyle alıcıdan (resiver) gelen hava, kavere doğru yönelir, ona çarparak yön değiştirir ve silindir içinde kalmış eksoz gazlarını sıkıştırarak eksoz portlarından dışarıya atar. Bu olaya da “süpürme” denir. Süpürme olayı sırasında silindirler hem eksozdan arındırılır hem de bir sonraki çevrim için temiz hava doldurulur. Silindir içine atmosfer basıncından biraz daha yüksek basınçla dolan bu havaya “süpürme havası” , bu havanın verildiği pencerelelere de “süpürme veya skavenç portları” denir.



Şekil 1.7: İki zamanlı motorda emme ve sıkıştırma kursu

Şekil 1.7 c’de görüldüğü gibi piston alt ölü noktada yönünü değiştirip üst ölü noktaya çıkarken, önce süpürme portlarını daha sonra da eksoz portlarını kapatır. Böylece silindirde temiz hava dolgusu sıkıştırılmaya başlanır.

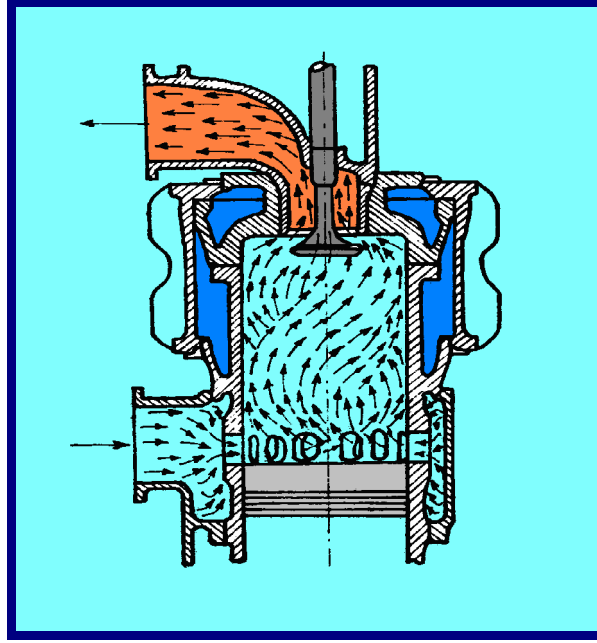
Şekil 1.7 d’de görüldüğü gibi piston üst ölü noktaya çıkıncaya kadar sıkıştırma devam eder. Sıkıştırma sonunda havanın basıncı 30-40 bar, sıcaklığı 500-700 °C seviyesine yükselir. Kızgın hava üzerine enjektörden yakıt püskürtülür ve yanma başlar.

İki zamanlı motorlarda silindirlerin eksoz gazlarından temizlenmesi olayına “süpürme” dendiğini öğrenmiştik. Süpürme iki ayrı yöntem ile gerçekleşir:

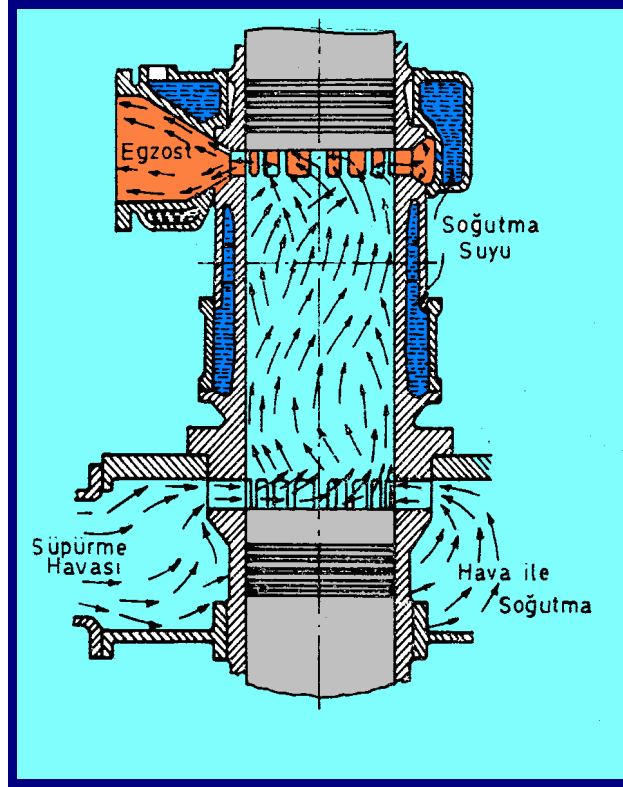
- Dönüş akımlı süpürme
- Doğru akımlı süpürme

Dönüş akımlı süpürme: Bu tür süpürmede havanın silindire verilışı ve eksoz gazlarının atılışı, silindir gövdeleri veya gömleklerine açılan portlar yardımıyla sağlanır. Hava süpürme portlarından silindire verilir, silindir kapağına (kaver) doğru yükselir ve ona çarparak geri döner. Bu arada önüne kattığı kirli eksoz gazlarını eksoz portundan silindir dışına atar. Şekil 1.7’de iki zamanlı motordaki süpürme dönüş akımlı süpürmedir.

Doğru akımlı süpürme: Doğru akımlı süpürme yönteminde hava silindirlere portlardan verilerek süpürme ve doldurma görevini yerine getirir ve yön değiştirmeksizin eksoz gazlarını süpürerek eksoz valfi veya eksoz portlarından dışarıya atar. Şekil 1.8’de eksoz valfli, şekil 1.9’da ise eksoz portlu doğru akımlı süpürme görülmektedir.



Şekil 1.8: Tek pistonlu doğru akımlı süpürme



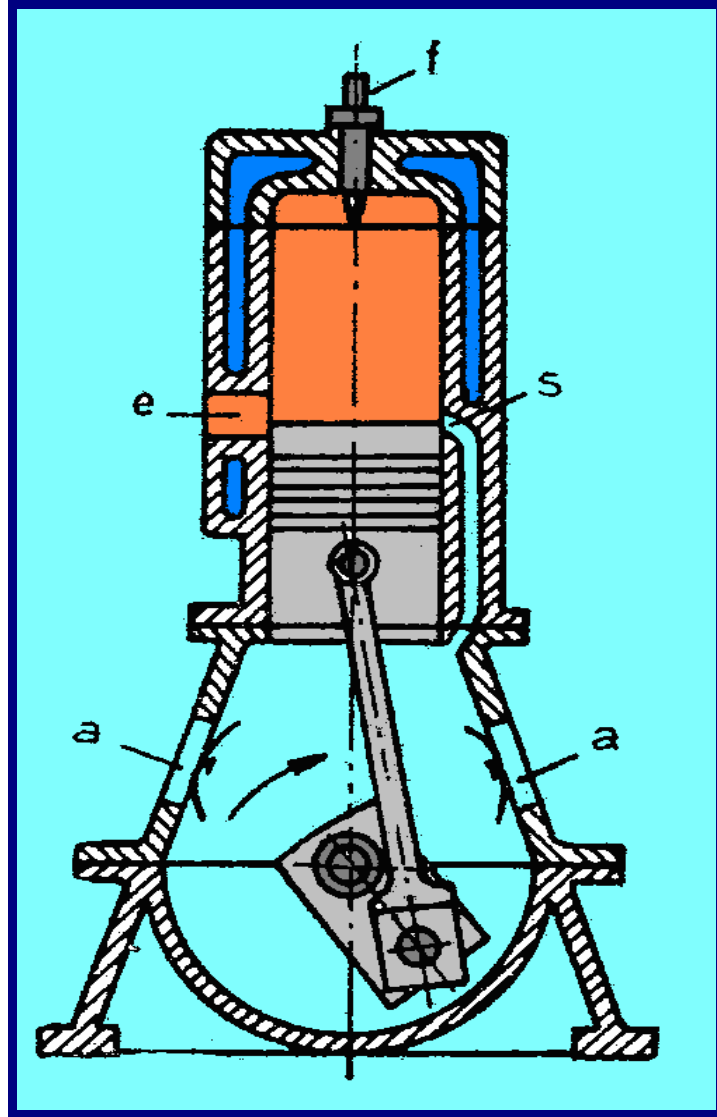
Şekil 1.9: Karşıt pistonlu doğru akımlı süpürme

İki zamanlı motorlarda eksoz portlarından bir süre sonra süpürme havası portlarının açıldığını atmosfer basıncından biraz yüksek basınçtaki temiz havanın silindirlere verildiğini ve süpürme görevini yerine getiren bu havanın ayrıca silindirleri doldurduğunu daha önce belirtmiştik. Silindirlere verilen bu basınçlı hava farklı yöntemlerle üretilir.

- Karter (krankkeys) kompresyonu
- Makine güç pistonlarının alt kısımlarından pompa gibi yararlanma
- Ayrı pistonlu bir pompalar
- Pozitif yer değiştirmeli (deplasman) pompalar

Karter (Krankkeys) kompresyonu: Bu tür süpürme havası üretiminde makinenin karteri (Krankkeys) pompa silindiri, pistonlar ise pompa pistonu görevi yapar. Piston Ü.Ö.N'ya çıkarken karterde hacim büyüyeceğinden basınç düşer ve emiş oluşur. Emişin etkisiyle şekil 1.10'da a ile gösterilen karterde bulunan çek valfler açılır ve kartere hava dolar. Bu durum piston Ü.Ö.N'ya gelinceye kadar devam eder.

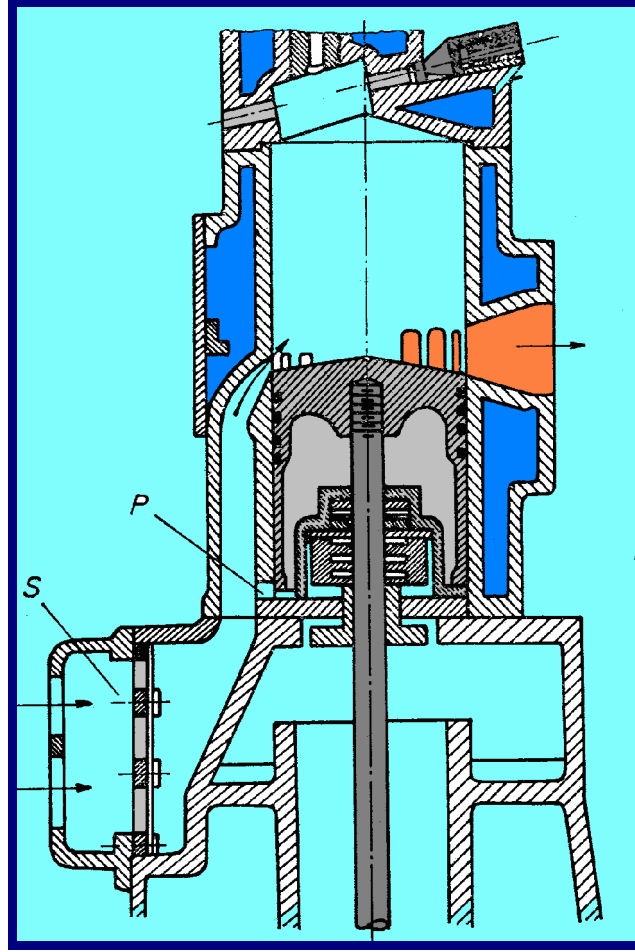
Yanma sonunda oluşan basıncın etkisiyle piston A.Ö.N'ya inerken karterde bulunan havayı sıkıştırır çek valfler kapanır ve basınç artarak 1,10-1,15 bar seviyesine ulaşır. Piston süpürme portlarını açtığı anda basınçlı hava silindire dolar. Bu yöntem hacimsel verimlerinin (0,55-0,65) düşük olması nedeniyle gücü 50 kW'a kadar olan dizel motorlarda kullanılır.



Şekil 1.10: Karter kompresyonu ile süpürme havası elde etme

Makine güç pistonlarının alt kısımlarından pompa gibi yararlanma: Bu yöntem şekil 1.11'de görüldüğü gibi ancak kroşetli makinelere uygulanabilir. Piton kolunun (Rod) silindirden çıktığı kısım bir salmastra kutusu haline getirilmiştir. Yukarı hareketi sırasında pistonun alt tarafındaki silindir hacmi büyür ve basınç düşer. Emiş etkisiyle emme valfları açılır ve silindirin alt kısmına hava dolar.

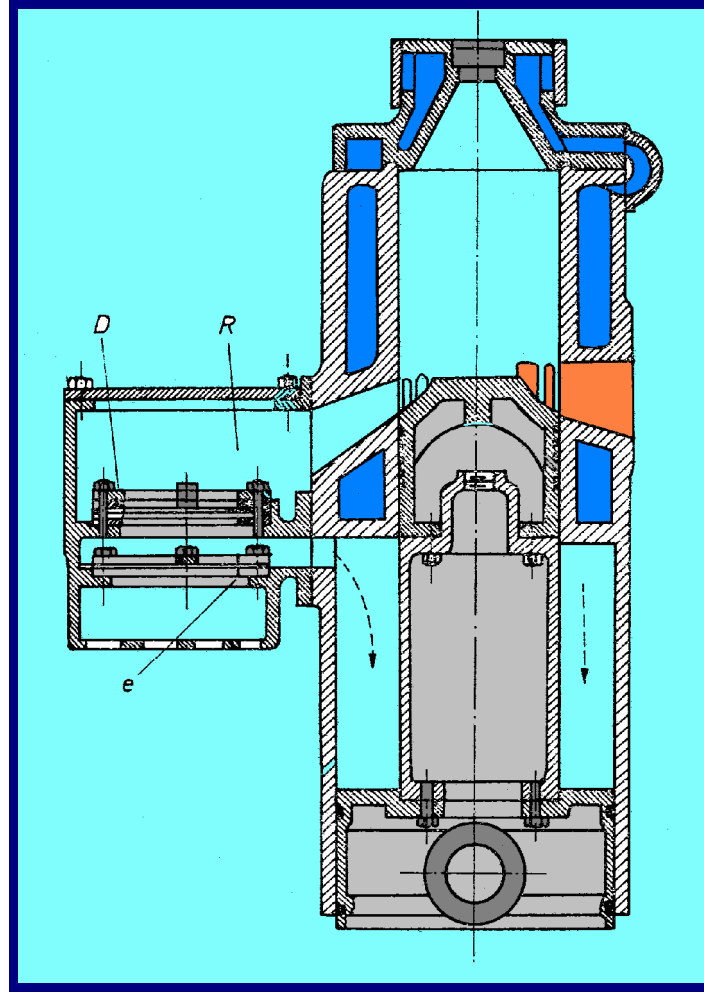
Bu işlem piston Ü.Ö.N'ya gelinceye kadar devam eder. Piston Ü.Ö.N'dan A.Ö.N'ya gelirken alt kısımdaki havayı sıkıştırarak basıncını yükseltir. Bu arada çek valf türündeki emme valfları iç basıncın artması nedeniyle kapanır. Üretilen basınçlı süpürme havası skavenç portları açıldığında silindire dolar.



Şekil 1.11: Pistonun gerisinden yararlanarak süpürme havası elde etme

Diferansiyel pistonlu süpürme havası pompaları da güç pistonundan yararlanmaya başka bir örnektir. Şekil 1.12’de görüleceği gibi güç pistonu üç parçadan oluşmuştur. Parçalardan ikisi eşit çapta diğeri ise daha büyüktür. Pistonun büyük çaplı bölümü süpürme havası üreten pistondur. Üst ölü noktaya hareket sırasında güç pistonu portları kapatıp silindir içindeki havayı sıkıştırır. Genişleme kursu sırasında yani piston alt ölü noktaya inerken hava pistonu kendi silindiri içinde büyüyen hacim nedeniyle bu bölümde emiş oluşur ve açılan emme valflerinden (e) içeriye hava dolar. Pistonun Ü.Ö.N’ya hareketi sırasında bu hava sıkıştırılarak emme valflerini kapatır, boşaltma (D) ile gösterilen valflerini açarak (R) ile gösterilen hava deposuna (resiver) dolar. Güç pistonu tarafından süpürme portları açıldığı zaman hava deposundaki hava silindire dolarak süpürme ve doldurma görevini yerine getirir.

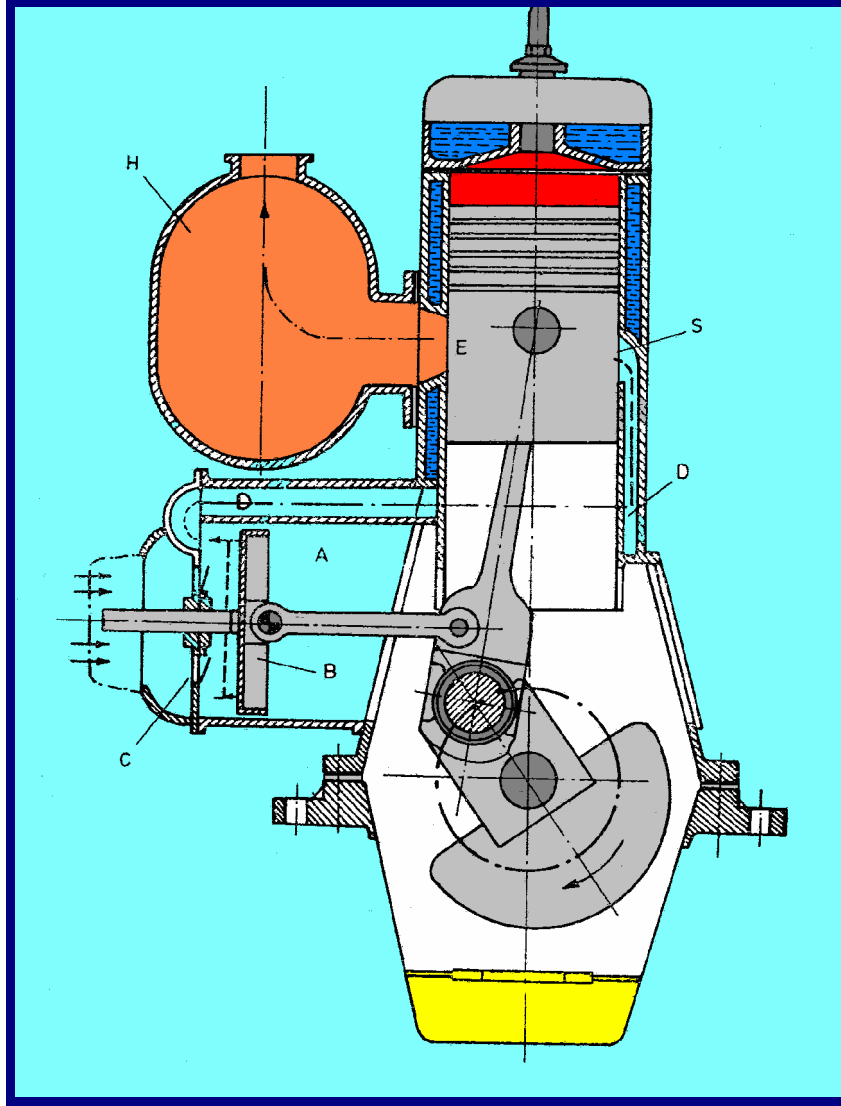
Bu tür pompalar pistonun çok parçalı ve ağır olması nedeniyle yüksek devirli makinelerde kullanılamaz.



Şekil 1.12: Diferansiyel pistonlu süpürme havası pompası

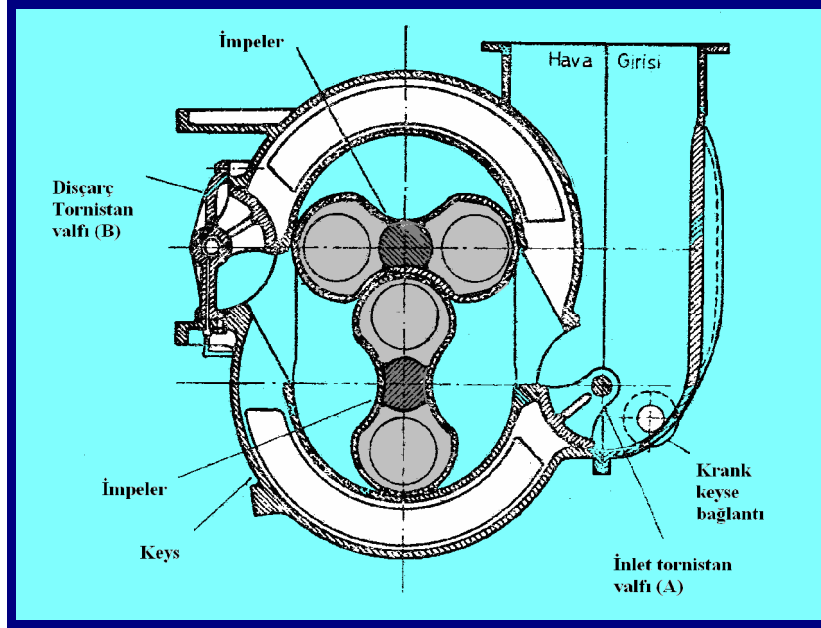
Ayrı pistonlu pompalar: Ayrı süpürme havası pompası şekil 1.13'te görülmektedir. Pompanın pistonu bir pim ile motorun piston koluna (konnektin rod) bağlanır ve onunla beraber hareket eder. Saat yönünde çalışan makinelerde güç pistonu Ü.Ö.N'ya yaklaşırken skavenç pompası pistonu makinenin krankkeysine doğru hareket eder. Güç pistonu aşağı kursun yarısındaiken skavenç pistonu da iç ölü noktasına varır. Skavenç silindiri içinde büyüyen hacim nedeniyle emiş oluşur ve C ile gösterilen emme valfleri silindire hava doldurur.

Güç pistonu kursun geri kalan bölümünde ve yukarı kursunda hareket ederken, piston koluna bağlı skavenç pistonu A silindirine emilen havayı sıkıştırır. Sıkışan havanın basıncı artar ve C ile gösterilen emme valflerini kapatarak havayı D ile gösterilen kanal yardımıyla silindirin çevresindeki bölüme gönderir. Süpürme portları açıldığında hava, silindire dolar. Bu tür pompalar karter kompresyonlu makinelere göre daha iyi başarımlar (performans) sağlar.



Şekil 1.13: Ayrı süpürme havası pompası

Pozitif yer değiştirmeli (deplasman) pompalar: Bu tür pompalar iki veya üç loblu (bir tür kanat) yapılabilmektedir. Şekil 1.14’te görülen iki loblu pompanın iki rotoru bulunmaktadır. Rotorlardan biri bir elektrik motorundan veya dişli bir donanımla makinenin krank şaftından hareket almaktadır. Rotorlardan biri döndüğü zaman diğeri de ters yönde döner. Böylece rotorların lobları ve gövde arasında kalan hacim, havanın taşınmasını ve hava deposuna verilmesini sağlar.



Şekil 1.14: Pozitif yer değiştirmeli (deplasman) süpürme havası pompası

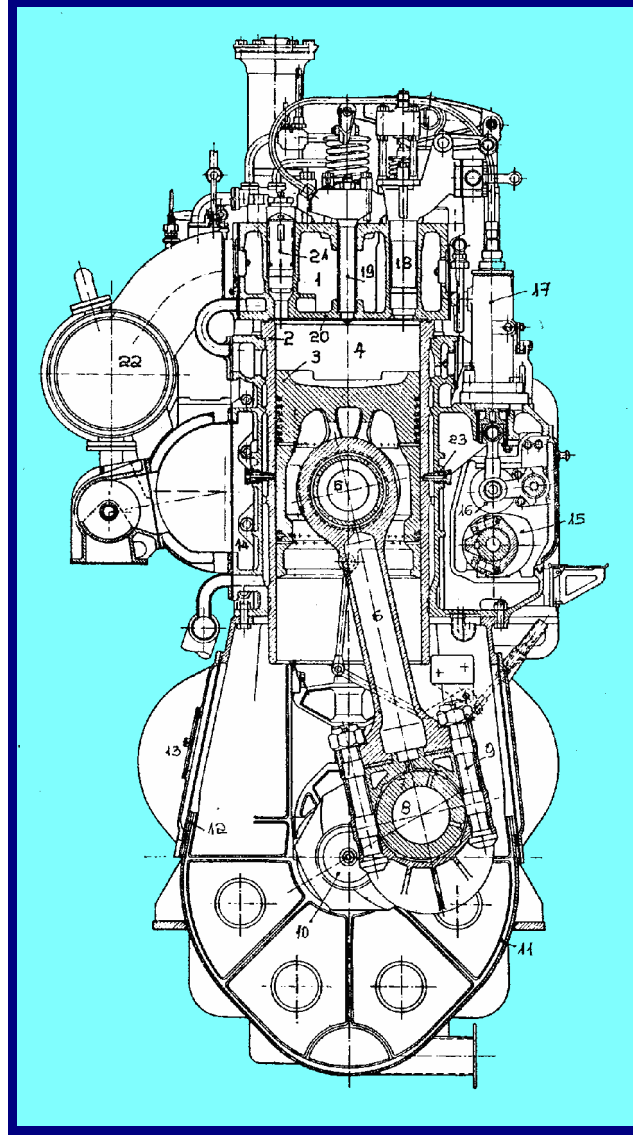
1.4.2. Dört Zamanlı Dizel Çevrimi

Dört zamanlı motorlarda çevrimi oluşturan emme (doldurma), sıkıştırma, iş (genişleme) ve eksoz işlemleri krank şaftın, iki tam devrinde veya 720 derecelik dönüşünde oluşur. Krank şaftın bu dönüşünde piston iki ölü nokta arasında dört kurs yapar. Pistonun her kursunda bir işlem oluşur. Bu nedenle bu motorlara dört zamanlı motor denir.

Şekil 1.15'te dört zamanlı bir motorun enine kesiti görülmektedir.

Kesit resimde "1" ile silindir kapağı (kaver), "2" ile silindir gömleği, "3" ile piston "4" ile yanma odası, "5" ile piston pimi (gacın pin), "6" ile piston kolu (biyel, konnektin rod), "7" ile krank şaft kol yatağı, "8" ile krank şaft kol muylusu (krank pin) "9" ile krank şaft kol muylusu kep civatası, "10" ile krank şaft ana yatağı (jurnal yatağı), "11" ile bedpleyt (alt karter), "12" ile krankkeys (üst karter), "13" ile krank keys kapağı (karter kapağı), "14" ile silindir bloğu, "15" ile yakıt pompası kamı (eksantrik), "16" ile kam makarası, "17" ile yakıt pompası, "18" ile ilk hareket pompası valfi (startin valf), "19" ile enjektör, "20" silindir kapağı (kaver), "21" ile basınç giderme valfi (rilif valf), "22" ile eksoz manifoldu, "23" ile yağlama nozulları gösterilmiştir.

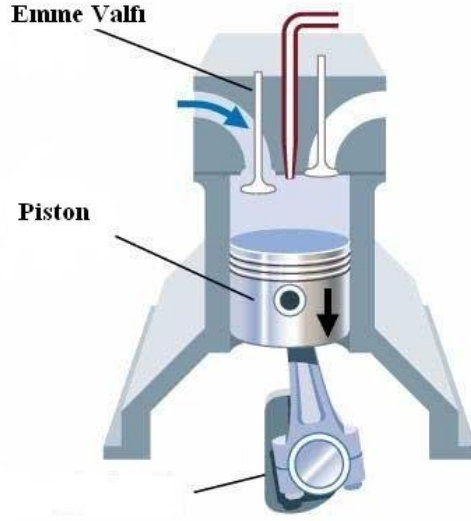
Kesit düzlemi üzerinde olmadıkları için emme ve eksoz valfleri görülmemektedir.



Şekil 1.15: Dört zamanlı dizel motor kesiti

Dört zamanlı dizel motorun çalışma ilkesini yukarıdaki oldukça karmaşık görülen kesit yerine şekil 1.16'da görülen daha basit şekil üzerinden açıklamak daha yararlı olacaktır:

Birinci zamanda piston Ü.Ö.N'dan A.Ö.N'ya inerken (Şekil 1.16 a) emme valfi (supap) açıktır. Pistonun A.Ö.N'ya hareketi ile önündeki hacim büyür ve emiş oluşur. Dış basınç silindir içindeki basınçtan büyük olduğundan silindir içine hava dolar. Havanın silindire giriş basıncı, hava filtresi, emme manifoldu, kaver ve emme valfindaki sürtünme nedeniyle 0,9 bar'a kadar düşer. Piston A.Ö.N'yı geçip Ü.Ö.N'ya yöneldikten bir süre sonra emme valfi kapanır ve emme zamanı sona erer.



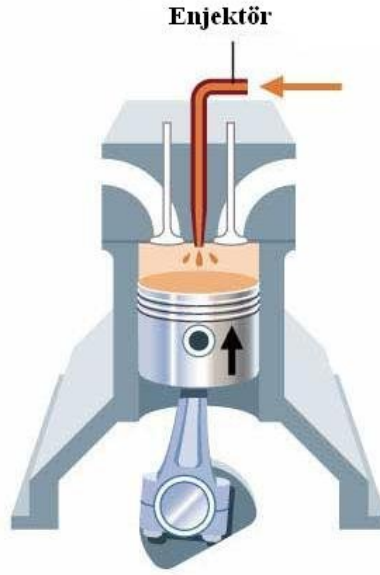
Şekil 1.16 a: Dört zamanlı motorda emme zamanı

Emme zamanı sonunda piston Ü.Ö.N'ya hareket ederken emme ve eksoz valfları kapalıdır.

Bu nedenle pistonun Ü.Ö.N'ya kadar hareketi ile silindir içindeki hava sıkıştırılır. Sıkışan havanın basıncı ve sıcaklığı artar. Sıkıştırma oranına bağlı olarak basınç 30-40 bar, sıcaklık ise 450- 650 ° C seviyesine yükselir.

Piston Ü.Ö.N'ya çok yaklaştığı bir sırada enjektörden kızgın hava üzerine yakıt püskürtülmeye başlanır.

Emme valfinin kapanmasından yakıt püskürtülme anına kadar geçen zamana sıkıştırma (kompresyon) zamanı denir. (Şekil 1.16 b)



Şekil 1.16 b: Dört zamanlı motorda sıkıştırma zamanı

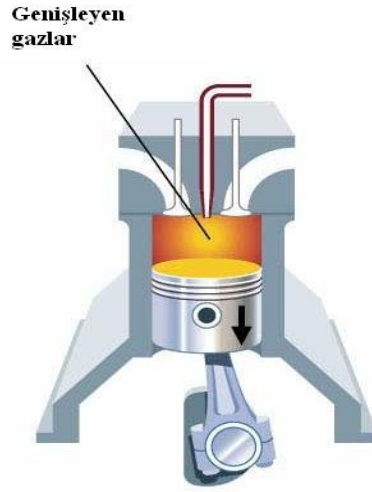
Silindir içine sıkıştırılan havanın sıcaklığı püskürtülen yakıtın tutuşma sıcaklığından yüksek olduğu için yakıt kendiliğinden tutuşur ve yanar.

Yanma süresince ısı enerjisi açığa çıkar ve sıcaklık $1500-2000^{\circ}\text{C}$ 'ye yükselir. Ortaya çıkan gazlara ve sıcaklığa bağlı olarak da silindir içinde basınç artarak 40-80 bar seviyesine yükselir.

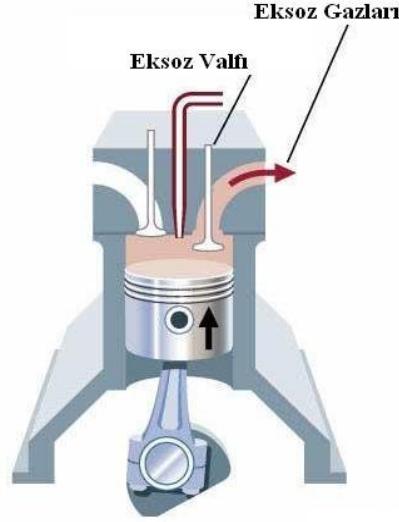
Yanmış gazların basıncı Şekil 116 c' de görüldüğü gibi pistonu A.Ö.N'ya iter. Piston A.Ö.N'ya yaklaştıkça basınç düşer.

Piston A.Ö.N'ya 35-40 derece kala eksoz valfi açılır.

Yakıtın silindire püskürtülmeye başladığı andan, eksoz valfinin açıldığı ana kadar geçen zamana iş (genişleme) zamanı denir.



Şekil 1.16 c: Dört zamanlı motorda iş (genişleme) zamanı



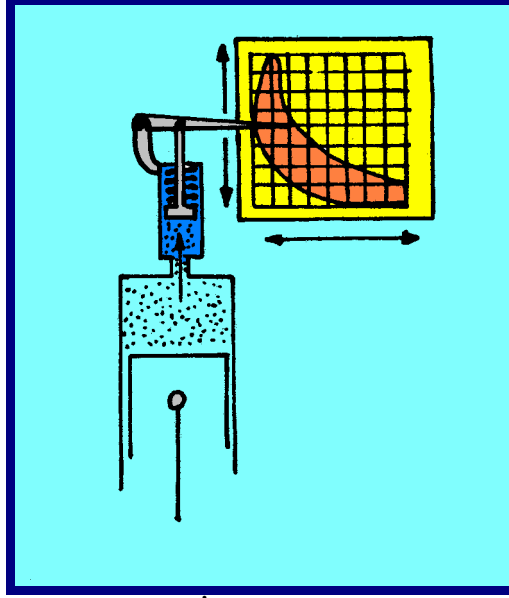
Şekil 1.16 d: Dört zamanlı motorda eksoz zamanı

Eksoz valfi açıldığında silindir içi basıncı 3-5 bar seviyesinde olduğundan yanmış gazlar dışarı çıkmaya başlar. Buna serbest eksoz denir. Piston A.Ö.N' ya ininceye kadar serbest eksoz işlemi devam eder. Piston A.Ö.N' ya inip Ü.Ö.N' ya hareketi ile eksoz gazlarını süpürerek açık olan eksoz valfindan dışarıya atılır.

Eksoz zamanının sonuna doğru piston Ü.Ö.N' ya yaklaşınca emme valfi açılır. Bu anda eksoz valfi açıktır. Piston Ü.Ö.N' yı 15-20 derece geçince eksoz valfi kapanır. Eksoz zamanının sonunda emme ve eksoz valflerinin beraberce açık kaldığı duruma valf overlopu (supap bindirmesi) denir.

1.5. Dizel Motorlarda İndikatör Diyagramı

Motorlarda dört zaman oluşurken silindir içi basınçların atmosferik basınca göre farklarını göstermek amacıyla çizilen diyagramlara indikatör diyagramı denir. Bu diyagramın çiziminde indikatör aleti adı verilen bir aletten yararlanılır. Şekil 117’de indikatör aletinin kullanılması görülmektedir.



Şekil 1.17: İndikatör aleti krokisi

İndikatör aleti ile çizilen diyagramlardan yararlanarak valfların açılma kapanma durumları, püskürtmenin zamanında yapılıp yapılmadığı, sıkıştırma ve yanma sonu basınç değerleri belirlenir ve iç güç hesaplanır.

Bu diyagramlara P-V (basınç-hacim) diyagramı da denir. Diyagram bir koordinat düzlemine çizilir. Düşeyde basınç (P), yatayda hacim (V) gösterilir.

Motor diyagramları

- İki zamanlı dizel motor diyagramları
- İki zamanlı dizel motor teorik PV diyagramı
- İki zamanlı dizel motor pratik indikatör diyagramı
- Dört zamanlı dizel motor diyagramları
- Dört zamanlı dizel motor teorik PV diyagramı
- Dört zamanlı dizel motor pratik indikatör diyagramı

1.5.1. İki Zamanlı Dizel Motor Teorik PV Diyagramı

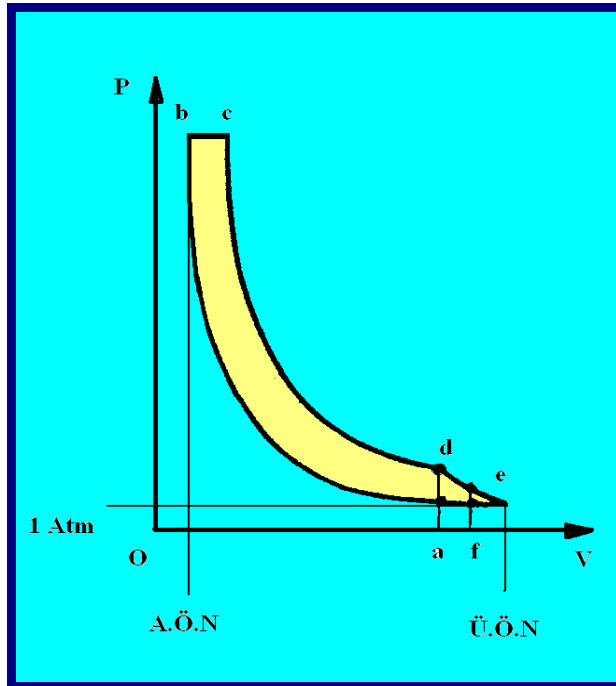
Şekil 1.18’de görüldüğü gibi piston A.Ö.N’ dan Ü.Ö.N’ ya çıkarken süpürme portu, eksoz portu veya eksoz valfi açıktır. Silindire atmosfer basıncının biraz üzerinde basınçta hava dolmaktadır.

Piston f noktasına ulaştığında süpürme portunu, a noktasına ulaştığında ise eksoz portu veya eksoz valfini kapatır ve sıkıştırma başlar. Sıkıştırma b noktasına kadar yani Ü.Ö.N’ ya kadar devam eder.

Sıkıştırma sonunda basınç 30-40 bar’a sıcaklık 500-600 °C’ ye yükselir. Piston Ü.Ö.N’ ya gelince kızgın hava üzerine enjektörden yakıt püskürtülür. Yakıtın püskürtülmesi ve yanma (bc) arasında devam eder.

Yanma sabit basınçta gerçekleşir. Kursorun geri kalan kısmında genişleyen gazlar pistonu A.Ö.N’ ya doğru iter. Piston d noktasına geldiğinde eksoz portu veya eksoz valfi açılır ve basınç hızla düşer.

Piston e noktasına geldiğindeyse emme portu açılır ve içeriye süpürme havası dolar. Silindire dolan süpürme havası hem eksoz gazlarının dışarı atılmasını hem de silindir içini hava ile doldurur.



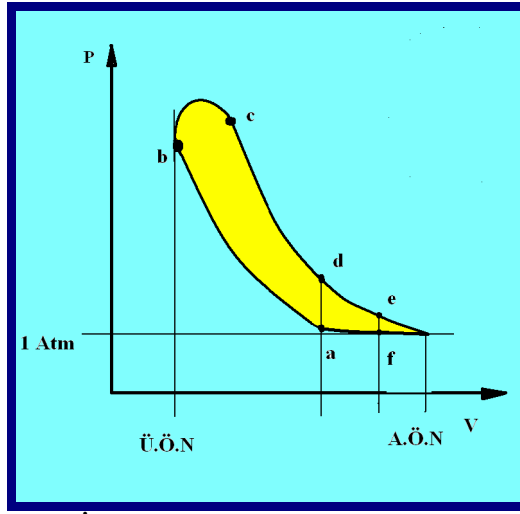
Şekil 1.18: Zamanlı dizel motor teorik pv diyagramı

1.5.2. İki Zamanlı Dizel Motor Pratik İndikatör Diyagramı

Şekil 1.19' daki diyagramda görüldüğü gibi a noktasında eksoz portu veya eksoz valfinin kapanmasıyla başlayan sıkıştırma, pistonun Ü.Ö.N' ya doğru hareketi ile devam eder. Sıkışan havanın basınç ve sıcaklığı artar.

Piston Ü.Ö.N' ya gelmeden az önce b noktasında enjektörde yakıt püskürtülür ve yanma başlar. bc eğrisi boyunca yanma devam eder. Genişleyen gazlar pistonu A.Ö.N' ya doğru iter.(d) noktasında eksoz portu açılır ve (defa) eğrisi boyunca eksoz devam eder.

Piston A.Ö.N' ya inerken (e) noktasında emme portu açılır ve içeriye süpürme havası dolar. (ef) eğrisi boyunca süpürme devam eder.

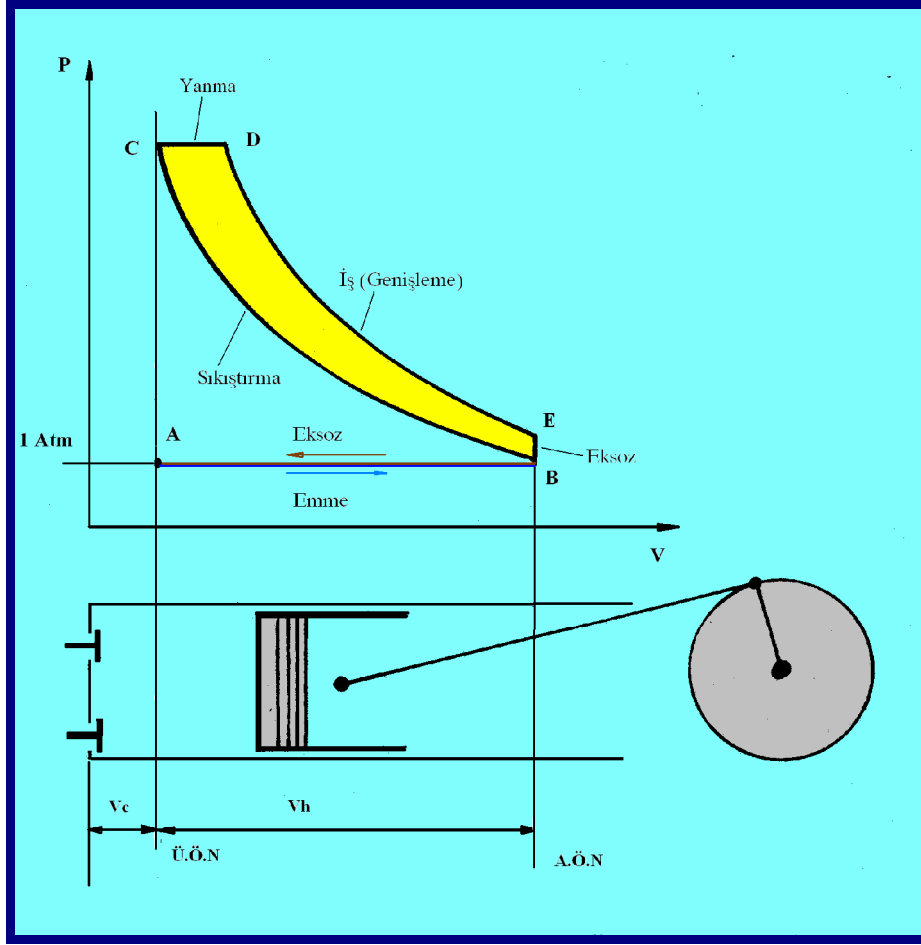


Şekil 1.19: İki zamanlı dizel motor pratik pv diyagramı

1.5.3. Dört Zamanlı Dizel Motor Teorik PV Diyagramı

Dört zamanlı dizel çevriminin teorik olarak anlatımının ifadesidir. Silindir içindeki hacim ve basınç değişimlerini gösterir. Yatayda hacim değişimleri, dikeyde ise basınç değişimleri gösterilir. Şekil 1.20' de görüldüğü gibi V_c yanma odası hacmini, V_h ise kurs hacmini gösterir. Grafiğin daha anlaşılır olabilmesi için şeklin alt kısmında motor krokisi gösterilmiştir.

Teorik olarak emme valfi Ü.Ö.N' de açılıp, A.Ö.N' de kapandığı kabul edilir. Piston Ü.Ö.N' deyken emme valfi açılır ve pistonun A.Ö.N' ye doğru hareketi ile silindir içinde hacim büyümesine bağlı olarak emiş oluşur. Açık olan emme valfindan piston A.Ö.N' ye gelinceye kadar silindire dolar. Pistonun hareketine bağlı olarak silindire hemen hava dolduğu kabul edildiğinden basıncın düşmediği varsayılır. Şekil 1.20' de AB çizgisi bir atmosfer basıncı seviyesinde çizilir. Piston A.Ö.N' ye geldiğinde emme valfi kapanır ve emme zamanı tamamlanır.



Şekil 1.20: Dört zamanlı dizel motor teorik pv diyagramı

Piston A.Ö.N' dan Ü.Ö.N' ya çıkarken her iki valf da kapalıdır. Emme zamanında silindire alınan emilen hava sıkıştırılır. Sıkıştırma sonunda BC eğrisinde görüldüğü gibi basınç ve sıcaklık artar.

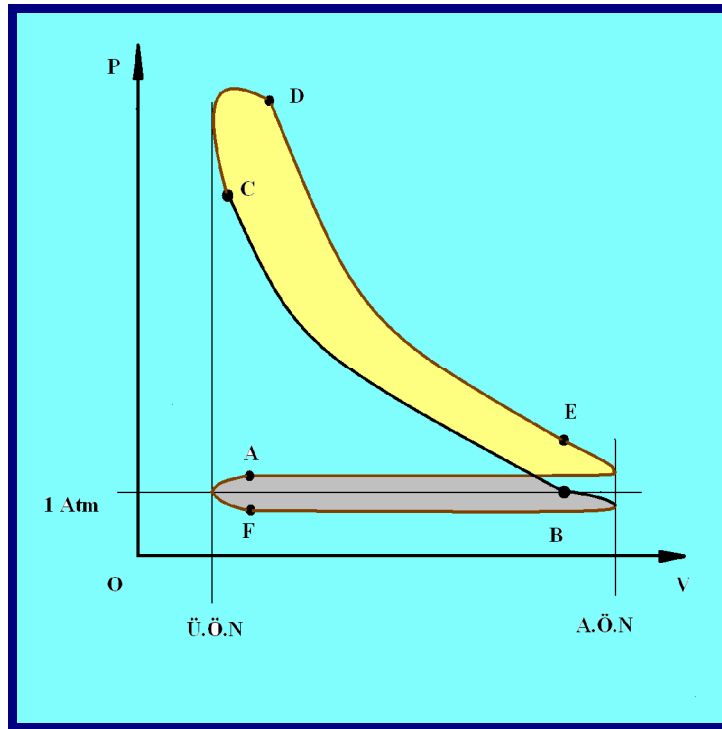
Sıkıştırma zamanı sonunda piston Ü.Ö.N' ya geldiğinde C noktasında yanma odasında bulunan kızgın hava üzerine yakıt püskürtülür. Yakıt-hava karışımı CD doğrusu boyunca sabit basınçta yanar. D noktasında yanma tamamlanır ve yanmış basınçlı gazlar genişleyerek pistonu A.Ö.N' ya iter. Piston A.Ö.N' ya ilerledikçe önündeki hacim büyür ve basınç azalır. Pistonun itilmesi A.Ö.N' ya gelinceye kadar devam eder.

Piston A.Ö.N' ya geldiğinde E noktasında eksoz valfi açılır ve 3-5 bar basıncındaki gazlar dışarı çıkar. EB doğrusu boyunca eksoz gazlarının sabit hacimde ani olarak silindiri terk ettiği kabul edilir. Pistonun Ü.Ö.N' ya hareketi ile bir atmosfer basıncındaki eksoz gazları silindir dışına atılır. Piston Ü.Ö.N' ya geldiğinde eksoz valfi kapanır, emme valfi açılır ve yeni bir çevrim başlar.

1.5.4. Dört Zamanlı Dizel Motor Pratik İndikatör Diyagramı

Teoride emme ve eksoz valflarının piston ölü noktalardayken açılıp kapandığı kabul edilmişti. Ancak uygulamada emme valfları piston Ü.Ö.N' ya gelmeden önce açılır. Emme valfinin açılmasıyla emme zamanı başlar. Bu arada bir önceki çevrimin eksoz zamanı tamamlanmak üzere olduğundan eksoz valfi de açıktır. Pistonun Ü.Ö.N' ya geldiği anda emme ve eksoz valflarının kısmen açık olduğu duruma daha önce “valf bindirmesi” veya “valf overlopu” dendiğini belirtmiştik.

Şekil 1.21'de görülen ve yanma odasına bağlanan indikatör aleti ile motordan alınan pratik diyagramı inceleyelim:



Şekil 1.21: Dört zamanlı dizel motor pratik indikatör diyagramı

Piston Ü.Ö.N' ya gelmeden 100-250 önce A noktasında emme valfi açılır. Pistonun A.Ö.N' ya hareketiyle silindir içinde alçak basınç oluştuğundan silindir içine dışarıda bir atmosfer basıncındaki temiz hava dolar. Emme zamanı süresince hacim genişlemesi olduğundan silindir içindeki basınç bir atmosferden sürekli düşük kalır. Emme zamanında silindire dolan hava miktarını arttırabilmek için piston A.Ö.N' yı 250-450 emme valfi kapanır (AB eğrisi). Piston A.Ö.N' ya geldiğinde silindir içindeki basınç atmosfer basıncından küçük olduğu için silindire hava dolmaya devam eder. Piston B noktasına geldiğinde silindir içindeki basınç ile silindire dolan havanın etkisi dengelenmiş olduğundan bu noktada emme valfi kapanır.

Pistonun Ü.Ö.N' ya hareketi ile silindirde bulunan temiz hava sıkıştırılır. Sıkıştırma sonu basıncı, sıkıştırma oranına bağlı olarak 30-40 bar, sıcaklığı ise 500-700 ° C' ye yükselir.

Sıkıştırma zamanı sonunda piston Ü.Ö.N' ya 15°-30° kala C noktasında kızgın hava üzerine yakıt püskürtülür. Yakıt çok kısa bir süre içinde tutuşarak yanmaya başlar. (CD) eğrisi boyunca yanma devam eder. Yanma devam ederken piston hareket etmesine rağmen basınç artar. Yanma sonu basıncı 60-80 bar, sıcaklık ise 1500-2000 ° C' ye yükselir. Yüksek basınçlı gazlar pistonu A.Ö.N' ya doğru iter ve iş üretilir. Piston A.Ö.N' ya yaklaştıkça hacim büyür ve basınç düşer (DE eğrisi).

İş zamanı sonunda piston A.Ö.N' ya 30°-60° kala eksoz valfi açılır ve eksoz gazları silindiri terk etmeye başlar. Piston A.Ö.N' dan Ü.Ö.N' ya hareket ederken eksoz gazlarını süpürerek eksoz valfindan dışarı atar. Piston Ü.Ö.N' yı 10°-25° geçte eksoz valfi kapanır.

1.6. İki Zamanlı Dizel Motorlarla Dört Zamanlı Dizel Motorların Karşılaştırılması

İki ve dört zamanlı dizel motorların çalışması sırasında meydana gelen olaylar termodinamik prensipler bakımından aynıdır. Ancak bu motorlar yapıları itibarı ile farklıdır. Bunlar;

İki zamanlı dizel motorlarda emme valfi bulunmaz. Bazılarında ise eksoz valfi da bulunmaz. Emme havası silindire açılan portlar aracılığı ile silindire alınır.

İki zamanlı dizel motorlarda hava pompası bulunur. Dört zamanlı doğal emişli dizel motorlarda hava pompası bulunmaz.

İki zamanlı motorlarda çevrim 360°, dört zamanlı motorlarda ise 720° krank şaft dönüşünde tamamlanır.

İki zamanlı motorlar dört zamanlı motorlara göre 1,5 kat daha güçlüdür.

İki zamanlı motorların yakıt tüketimi dört zamanlı motorlara göre daha fazladır.

İki zamanlı motorlar dört zamanlı motorlara göre daha çabuk aşınır. Dolayısıyla ömürleri daha kısadır.

İki zamanlı motorların maliyeti dört zamanlı motorlara göre daha ucuzdur.

1.7. Dizel Motorlarla Benzinli Motorların Karşılaştırılması

- Emme zamanında silindir içine dizel motorlarda hava alınırken, benzinli motorlarda benzin ve hava karışımı alınır.
- Dizel motorlarda sıkıştırma zamanında hava sıkıştırılırken, benzinli motorlarda benzin ve hava karışımı sıkıştırılır.
- Dizel motorlarının sıkıştırma oranı 14/1 ile 22/1 arasında iken, benzinli motorlarda 7/1 ile 11/1 arasındadır.
- Sıkıştırma sonu sıcaklığı dizel motorlarda 500-700 ° C iken, benzinli motorlarda 300-500 ° C arasındadır.

- Sıkıştırma sonu basıncı dizel motorlarda 30-45 bar arasındayken, benzinli motorlarda 10-15 bar arasındadır.
- Dizel motorlarda yakıt olarak motorin kullanılırken benzinli motorlarda benzin kullanılır.
- Ateşleme dizel motorlarda kendiliğinden gerçekleşirken, benzinli motorlarda buji ile gerçekleşir.
- Dizel motorlarının eksoz gazları benzinli motorlara göre daha temizdir. Eksoz gazları içindeki (CO) karbonmonoksit oranı dizel motorlarda daha azdır.
- Dizel motorlarının yakıt tüketimi benzinli motorlara göre daha azdır.
- Dizel motorlarda kullanılan motorinin birim fiyatı benzine göre daha azdır.
- Dizel motorların ısı verimi % 37 iken, benzinli motorların yanma verimi % 25' tir.
- Dizel motorların dakikadaki devir sayısı benzinli motorlara göre daha azdır.
- Dizel motorlar benzinli motorlara göre daha çok yer kaplar.
- Dizel motorların ilk alış maliyeti benzinli motorlardan daha yüksektir.
- Dizel motorlarının ilk hareketi benzinli motorlardan daha zordur.

1.8. Dizel Motorlarda Yanma

İçten yanmalı motorlar yakıtın bünyesinde bulunan potansiyel kimyasal enerjiyi ısı enerjisine, ısı enerjisini de mekanik enerjiye dönüştüren motorlardır. Bu dönüşüm yanma ile başlar. Yanmayı yakıtın oksijenle birleşerek ısı ve ışık oluşturması diye tanımlamak mümkündür. Yanma; yakıtın bünyesinde bulunan (C) karbon ile (H) hidrojenin (O) oksijen ile kimyasal bir tepkime sonucu birleşmesidir. Yanma için yakıt ve oksijen yanında üçüncü bir elemana gereksinim vardır. O da ortam sıcaklığıdır. Yakıt ve oksijenin bir arada olmasına rağmen ortam sıcaklığı düşük ise yanma gerçekleşmez.

Yanma için gerekli olan oksijen havadan sağlanır. Bilindiği gibi hava içinde %21 oranında oksijen, % 78 oranında azot, % 1 oranında ise diğer gazlar ve toz bulunur. Yanma olayına hava içinde bulunan azot (nitrojen ,N) karışmaz. Eksozdan azot olarak çıkar.

İki çeşit yanma vardır. Bunlar:

- Yavaş yanma
- Hızlı yanma

Yavaş yanma: Adından da anlaşılacağı gibi bir maddenin uzun zaman birimi içinde yavaş yavaş oksitlenmesidir. Demirin paslanmasını buna örnek gösterebiliriz.

Hızlı yanma: Hızlı yanmada yakıt, yüksek sıcaklık ve basınç etkisi ile bileşenleri olan hidrojen ve karbona ayrışır ve her ikisi de ayrı ayrı oksijenle birleşerek su buharı (H₂O) ve karbondioksit (CO₂) oluşturur.

Bunu denklem ile gösterimi şöyledir: YANMA:

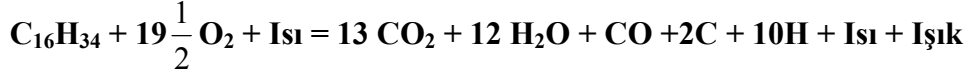
Yakıt + Oksijen + Isı = Karbondioksit + Su + Oksijen + Isı + Işık



Yakıtların yanmasını oksijenle birleşme durumuna göre, tam yanma ve eksik yanma olarak iki şekilde tanımlayabiliriz.

Tam yanma: Yakıtın tamamının oksijen bulup yanabilmesidir. Yanma sonunda çıkan gaz karbondioksittir (CO_2). Bu gaz renksizdir, kokusuzdur ve zehirleyici değildir. Örneğin, ($\text{C}_{16}\text{H}_{34}$) ile ifade edilen yakıtta gerekli oksijen miktarı $24 \frac{1}{2} \text{O}_2$ 'dir. Bu miktar oksijenle birleşen yakıt tamamen yanar.

Eksik yanma: Yakıtın tamamının oksijen bulup yanamamasıdır. Yanma sonucunda hidrojen, karbon ve zehirli, siyah renkli bir gaz olan karbonmonoksit (CO) oluşur. Örneğin;



Yakıttan tam enerji alabilmek için, yakıtın tamamının yanması gerekir. Bunun için de yeterli miktarda oksijene gerek vardır. Dizel motorlarda karışım doğrudan doğruya silindir içinde oluştuğu için hava ile yakıtın karışması tamamlanmadan yanma başlar. Dolayısıyla bir miktar yakıt oksijen bulamadan yanma sonuçlanır. Bu durumda ise eksozda yanmamış gazlar görülür. Bu nedenle yakıtın tamamen yanabilmesi için silindire, teorik (kuramsal) olarak yetecek havadan daha fazla hava gönderilir. Silindire gönderilen hava ile teorik hava miktarı arasındaki orana “**hava fazlalık katsayısı**” denir.

Dizel motorlarda yanma; silindir içindeki kızgın hava üzerine enjektörden yakıt püskürtüldükten sonra aşağıdaki dört evrede oluşur.

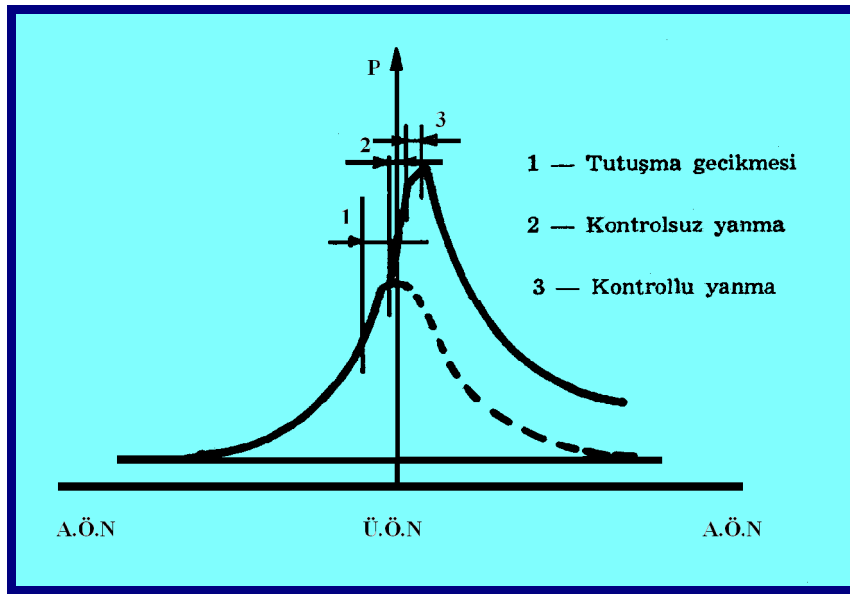
- Tutuşma gecikmesi
- Kontrolsüz (hızlı) yanma
- Kontrollü yanma
- Gecikmiş yanma

Tutuşma gecikmesi: Sıkıştırma sonuna doğru silindire püskürtülen yakıt zerreleri hemen tutuşmaz. Yakıt zerrelerinin tutuşabilmesi için önce oksijenle karışması ve tutuşma sıcaklığına erişmesi gerekir. Bu nedenle belirli bir zamana gerek vardır. Bu zaman tutuşma gecikmesi denir. Tutuşma gecikmesini; enjektörün silindire yakıtı püskürtmeye başladığı andan, ilk alev çekirdeğinin oluştuğu ana kadar geçen zaman olarak ifade etmek mümkündür. Şekil 1.22’ deki diyagramda bir numaralı bölge tutuşma gecikmesini göstermektedir.

Tutuşma gecikmesi motorun vuruntulu ve sesli çalışmasına neden olur. Tutuşma gecikmesini ortadan kaldırmak olanaksızdır. Ancak azaltmak olanaklıdır. Aşağıda açıklayacağımız etkenler bu sürenin uzamasına veya kılmasına neden olur.

Sıkıştırma sonu sıcaklığı: Sıkıştırma sonu sıcaklığının değeri, emme havası soğutma suyu sıcaklığı ile değışir. Havanın ve soğutma suyunun sıcaklığı artarsa tutuşma gecikmesi azalır.

Sıkıştırma sonu basıncı: Sıkıştırma oranı artırılırsa ve silindire basınçlı hava gönderilirse, sıkıştırma sonu basıncı ve buna bağılı olarak sıcaklığı artar ve tutuşma gecikmesi azalır.



Şekil 1.22: Dizel motorlarda yanma diyagramı

Yakıtın kimyasal yapısı: Dizel yakıtının kimyasal yapısının tutuşma gecikmesine etki eden en önemli faktörü, yakıtın setan sayısı veya dizel indeksidir. Yakıtın setan sayısı veya dizel indeksi yükseldikçe tutuşma gecikmesi azalır.

Setan sayısı: Dizel motorunun en önemli hassası olan gecikme süresinin belli bir seviyede olmasını, yani yakıtın kendi kendine tutuşabilme kabiliyetini gösteren ölçüye "setan sayısı" denir.

Dizel indeks: Dizel yakıtının setan sayısının ölçülmesi pratik bir iş olmadığı için, bunun yerine aynı kavramı ifade eden ve "Dizel indeks" adı verilen bir sayı kullanılmaktadır.

Yakıtın atomize edilmesi: Yanma odasına püskürtülen yakıt zerrelere ne kadar küçük olursa, hava ile karışarak ısınması ve tutuşması o kadar kolay olur. Bu zerrelere büyüklüğüne de yakıtın viskozitesi, püskürtme basıncı ve enjektör deliklerinin çapı etki eder.

Sıkıştırılan hava oluşan türbülans (çevrinti): Türbülans(çevrinti) adı verilen sıkıştırılan hava içindeki akımlar, yakıt zerrecelerini yanma odasına dağıtır ve dağılan yakıt zerreceleri de daha kolay ısınarak daha çabuk tutuşur. Böylece tutuşma gecikmesi azalır. Türbülans, silindire giren havayı yönlendirerek, pistonu ve yanma odasına özel şekiller vererek sağlar. Türbülans, aynı zamanda motor devrinin artması ile de artar. Aşağıda motor devir sayısının tutuşma gecikmesine etkisi tablo olarak gösterilmiştir.

Motor Devir Sayısı (dev/dakika)	500	750	1000	1250	1500	1750	2000
Tutuşma Gecikmesi (saniye)	0,0037	0,0032	0,0024	0,0015	0,0015	0,0011	0,0009

KontROLSÜZ (HIZLI) YANMA: Tutuşma gecikmesi süresi içinde silindire püskürtülen ve burada biriken yakıt ısınır, havayla karışır ve bir dereceye kadar buharlaşır. İlk alev çekirdeği oluştuğu anda bu yakıtın tamamı yanmaya başlar ve hızla yanar.

Bunun sonucunda silindir içinde ani basınç yükselmesi görülür. Bu durum şekil 1.22’de 2.bölgede görülmektedir. Ani basınç yükselmesi ise motor parçaları arasındaki boşlukların birden alınmasını doğuracağından motor vuruntulu, sert ve sarsıntılı çalışır. Bu vuruntuya dizel vuruntusu denir. Dizel vuruntusunun azaltılabilmesi için, tutuşma gecikmesi süresinin kısaltılması ve yakıtın başlangıçta püskürtme miktarının düşürülmesi gerekir.

Kontrollü yanma: KontROLSÜZ yanma sona erdiğinde silindir içindeki basınç ve sıcaklık, enjektörden püskürtülen yakıtı doğrudan doğruya yakabilecek değere ulaşır ve püskürtülmeye devam edilen yakıt, hiçbir gecikme olmadan silindire girdikçe yanar. Basınç en yüksek noktaya bu evrenin sonunda ulaşır. Geri kalan püskürtme ve yanma esnasında basınç sabit kalır.

(Şekil 1.22’de 3 numaralı bölge) Yanmanın bu evresi püskürtme sisteminin kontrolü altındadır.

Gecikmiş Yanma: Yakıtın silindire püskürtülmesi bitmiş ve genişleme (iş) zamanı başlamıştır. Daha önce püskürtülen ve yanma olanağı bulamayan yakıt, genişleme zamanında oksijen buldukça yanar.

1.9. Dizel Motorlarda Yanma Odaları

İçten yanmalı motorlarda piston sıkıştırma zamanı sonunda Ü.Ö.N’ dayken üzerinde kalan hacme yanma odası hacmi demiştik. Yanma bir anda oluşmadığı için yanma odası tabiri daha geniş bir hacmi belirtir. Yanma odasını yanmanın oluştuğu yer olarak tanımlayabiliriz. Bir başka deyişle; yanma süresince piston, silindir ve kaver (silindir kapağı) arasında kalan hacim yanma odasıdır.

Yanmanın iyi olabilmesi için silindir içine püskürtülen yakıtın çok küçük zerrele ayrılması ve yanma odasında sıkıştırılan hava ile çok iyi karışabilmesi gerekir. Yakıtın hava ile karışmasında yanma odasının şekli çok belirleyicidir. Yanma odaları, yakıt ile havayı çok iyi karıştırabilmek için havaya bir türbülans (çevrinti) sağlar.

Üretici firmalar yanma odalarını değişik şekillerde denemiş ve motorlara uygulamışlardır.

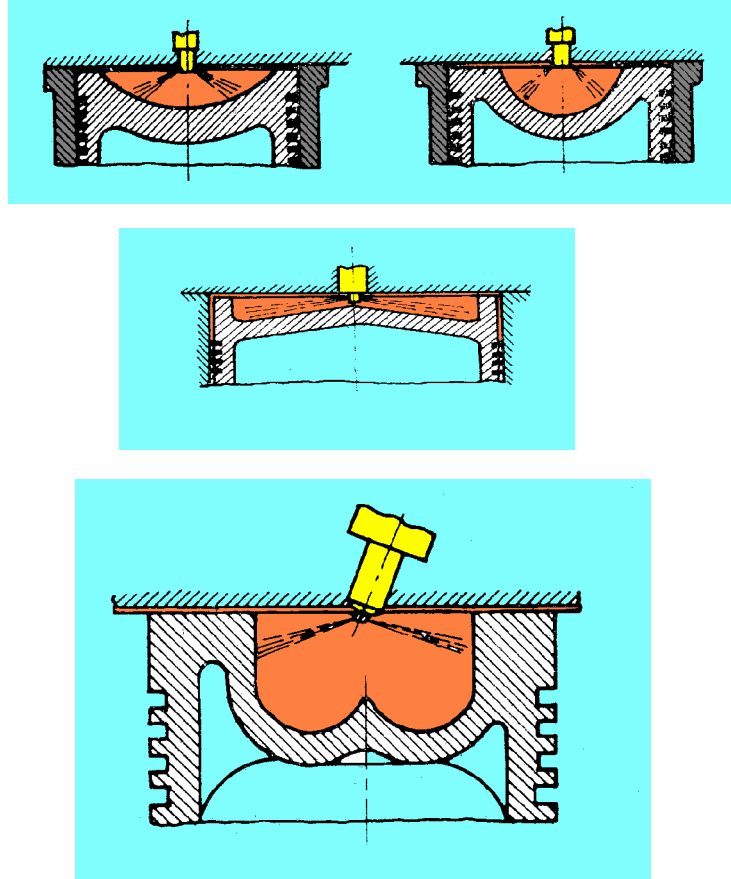
Bunlar:

- Direkt püskürtmeli yanma odaları
- Bölünmüş yanma odaları
- Ön yanma odalı yanma odaları
- Türbülans odalı yanma odaları
- Enerji hazneli yanma odaları
- Hava hazneli yanma odaları

Direkt püskürtmeli yanma odaları: Yanma odalarının en basit şeklidir. Yanma odası, düz kaver (silindir kapağı) ile üstü kavisli olan bir piston arasındadır. Enjektör yakıtı doğrudan doğruya piston üzerine püskürtür.

Şekil 1.23'te direkt püskürtmeli yanma odası görülmektedir. Direkt püskürtmeli yanma odalarında yakıtın tutuşabilmesi için 14/1' lik bir sıkıştırma oranı yeterlidir. Ancak hava ile karışması zor olduğundan yakıtın silindire yüksek basınç altında püskürtülmesi gerekir (150-300 bar).

Bu tip yanma odaları ile birlikte memesi çok delikli enjektörler kullanılır. Yakıt tüketimi az olmasına karşın, motor sert ve vuruntulu çalışır. Ağır devirli dizel motorlarının tümünde ve yüksek devirli iki zamanlı motorların hemen hepsinde bu tür yanma odaları kullanılır. Dört zamanlı yüksek devirli motorlarda da sık rastlanan bir yanma odası türüdür.



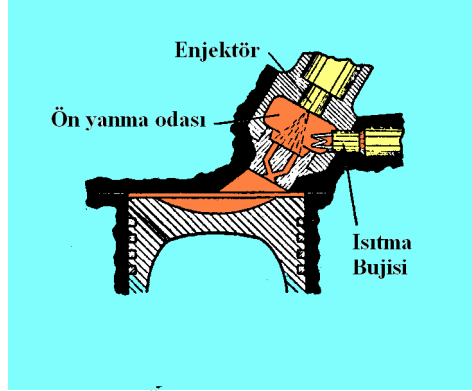
Şekil 1.23: Direkt püskürtmeli yanma odaları

Bölünmüş yanma odaları: Direkt püskürtmeli yanma odalarının en büyük sakıncası yakıtın püskürtme basıncının yüksek olması zorunluluğudur. Bunun önüne geçmek ve yanmanın daha düzgün olmasını sağlamak için yardımcı yanma odaları kullanılmaktadır.

Ön yanma odalı yanma odaları: Bu sistemde esas yanma odasından başka, kaverde (silindir kapağı) küçük bir odacık vardır ve bu odacığa ön yanma odası denir. Ön yanma odası ana yanma odasına bir kanalla birleştirilmiştir. Şekil 1.24' te ön yanma odalı yanma odası görülmektedir.

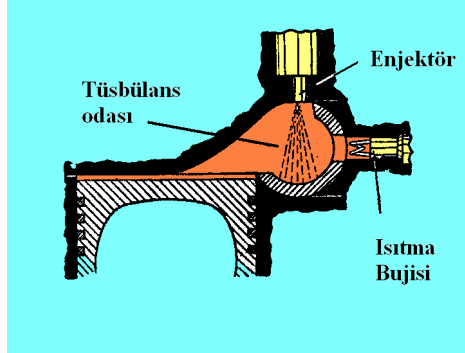
Piston tarafından sıkıştırılan hava bu odacık içerisinde bir akım oluşturur. Yakıt enjektörden 80-125 bar basınçla ön yanma odasına püskürtülür. Yanma, önce ön yanma odasında başlar. Alevin dar kanallardan ana yanma odasına geçmesi ile burada devam eder.

Ön yanma odalı motorlarda sıkıştırma oranının çok yüksek olması gerekir (18/1 – 22/1). Çünkü, silindire sıkıştırılan hava ön yanma odasına girinceye kadar temas ettiği yüzeylerde ısı kaybeder. Bunu karşılamak ve ilk hareketi kolaylaştırmak için aynı zamanda ısıtma bujileri de kullanılır. Ön yanma odalı motorların çalışması yumuşak, ancak yakıt tüketimi fazladır.



Şekil 1.24: Ön yanma odalı yanma odası

Türbülans odalı yanma odaları: Bu tip yanma odaları ilk anda ön yanma odalı yanma odalarına benzetilebilir. Ancak çalışma ilkeleri farklıdır. Türbülans odalı yanma odaları küre şeklinde bir ilave yanma odası taşır. Bu ilave yanma odası piston, kaverde veya motor bloğuna yerleştirilmiştir. Şekil 1.25' te türbülans odalı bir yanma odası görülmektedir.



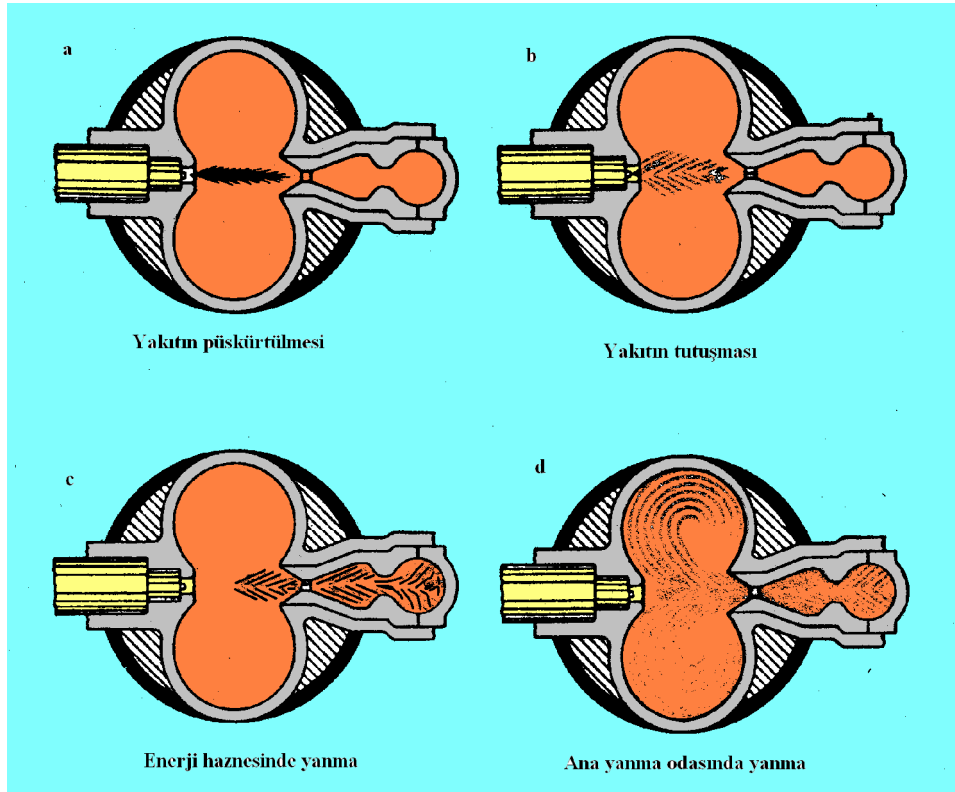
Şekil 1.25: Türbülans odalı yanma odası

Piston sıkıştırma zamanında Ü.Ö.N' ya çıkarken silindirdeki havayı küresel yanma odasına doğru sürer. Bu sırada türbülans odasının şekli nedeniyle hava düzenli olarak ve çok hızlı bir şekilde döner.

Enjektör yakıtı, yanma odasındaki türbülansın en çok olduğu zaman 80-125 bar basınçla türbülans odasına püskürtür. Böylece hava ile yakıt tamamen karışır ve büyük bir kısmı türbülans odasında yanar. Bu tür yanma odaları olan motorların sıkıştırma oranları 18/1 – 22/1 arasındadır. Türbülans odasının hacmi toplam sıkıştırma hacminin % 50 'si ile % 90'ı kadardır.

Enerji hazneli yanma odaları: Enerji haznesi kaver üzerindedir ve tam karşısına enjektör yerleştirilmiştir. Ana yanma odası da yanar karışıma türbülans sağlayacak şekildedir. Şekil 1.26' da enerji hazneli yanma odasında yanmanın oluşumu görülmektedir.

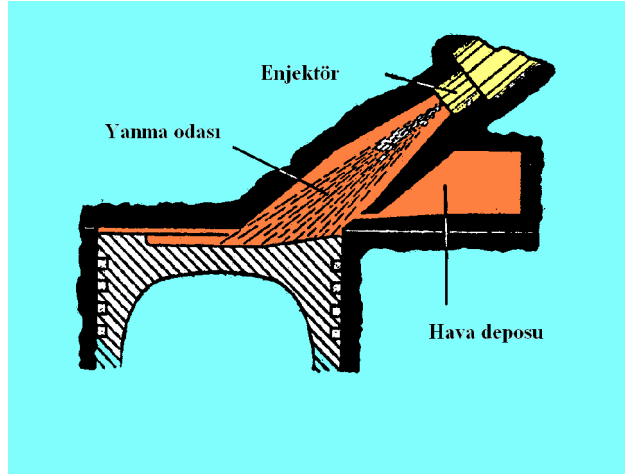
Sıkıştırma zamanında piston havayı ana yanma odasına ve enerji haznesine sıkıştırır. Sıkıştırma sonuna doğru enjektörden püskürtülen yakıt zerrecikleri şekil 1.26 b' de görüldüğü gibi kızgın havanın içinden geçerken tutuşmaya başlar. Enerji haznesine geçen bir kısım tutuşmuş yakıt, buradaki hava hareketleri sayesinde yanar ve basıncı yükseltir ve c' de görüldüğü gibi yanma odasına doğru yayılır. Enerji haznesinden yanma odasına yayılan ve yanmakta olan yüksek basınçlı gazlar büyük bir türbülans oluşturarak iyi bir karışım ve yanma sağlar.



Şekil 1.26: Enerji hazneli motorlarda yanmanın oluşumu

Hava hazneli yanma odaları: Enerji hazneli yanma odalarına benzemelerine rağmen, yakıt direkt olarak yanma odasına püskürtüldüğü için direkt püskürtmeli yanma odalarına daha çok benzer. Şekil 1.27’ de hava hazneli yanma odası görülmektedir.

Sıkıştırma zamanında piston havayı yanma odasıyla birlikte hava deposuna da doldurur. Enjektör yakıtı yanma odasına püskürtür ve yanma başlar. İş zamanında silindir içindeki basınç azalmaya başladığında, hava deposundaki hava silindire geri dönerek ikinci türbülans oluşturur. Böylece püskürtülen yakıtın tamamı yanar.



Şekil 1.27: Hava hazneli yanma odası

1.10. Gemi Dizel Motorlarında Gücün Hesaplanması

Geminin pervanesini, otomobilin tekerleğini, jeneratörün rotorunu vb. çeviren motorların krank şaftından alınan güç yararlı güçtür. Ancak iç (indike) gücün ne olduğunu da bilmemiz gerekir. Çünkü indikatör aleti ile yapılan deneyler motor tasarımlarının gelişmesini sağlamış ve daha iyi motorlar üretmek olanaklı hale gelmiştir.

1.10.1. İndike (İç) Gücün Hesaplanması

Yakıtın yanması ile açığa çıkan ısı enerjisinin mekanik enerjiye dönüşmesinin ilk aşaması silindir içinde gerçekleşir. Bu nedenle silindir içinde oluşan güce İÇ (İNDİKE) GÜÇ denir.

İç gücün hesaplanabilmesi için, indikatör aleti ile çizilen diyagramlardan faydalanarak ortalama indike (iç) basıncın bulunması gerekir. Yapılan deneyler sonucunda dizel motorlarda ortalama indike basıncın 6-8 bar olduğu saptanmıştır.

Uygulanan bir kuvvetin etkisi ile cisimlerin yer değiştirmesine iş denir. İş; kaldırma itme ve çekme şeklinde olabilir. Formülü ise şöyledir:

$$\text{İş} = \text{Kuvvet} \times \text{Yol} \quad \text{veya} \quad W = F * X$$

Burada;

W= İş, birimi , Joule'dür (J) ile gösterilir.

F = Kuvvet, birimi Newton'dur, (N) ile gösterilir.

X= yol, birimi metre'dir, (m) ile gösterilir.

Silindir içinde oluşan yanma sonucunda artan basıncın pistonu A.Ö.N' ya itmesi ile iş oluştuğunu biliyoruz. Öyleyse bu işi formül ile gösterelim:

$$W = F \cdot h$$

W= İş zamanında pistonun Ü.Ö.N ile A.Ö.N arasında hareketi ile yapılan iş (Joule)

F = Pistonu Ü.Ö.N ile A.Ö.N arasında iten kuvvet (Newton)

h = Kurs boyu (metre)

Motorda pistonu iten sabit bir F kuvveti bulmak pek mümkün değildir. Ancak daha önce ortalama indike basın hesaplanabilir demiştik.

İş zamanında pistonu iten kuvvet ortalama indike basıncın pistonu etki etmesiyle oluşur.

Basıncı, birim yüzeye etki eden kuvvet olarak tanımlayabiliriz. Formülü;

$$P = \frac{F}{A} \text{ 'dır.}$$

P= Basıncı, birimi $\frac{N}{m^2}$ (Pascal, Pa)

F = Kuvvet, birimi Newton, (N)

A = Yüzey alan, birimi m²

Basıncı formülünde F' yi çekersek;

$$F = P * A \text{ olur.}$$

İş formülünde F yerine eşiti olan (P * A) 'ı koyarsak;

$$W = P * A * h \text{ olur.}$$

P yerine pistonu etki eden ortalama indike basıncı koyarsak,

$$W = P_{mi} * A * h \text{ olur.}$$

Bu formül iş zamanında pistonun Ü.Ö.N' dan A.Ö.N' ya itilmesiyle yapılan işin formülüdür.

Motor n devir ile dönerken yapılan iş;

$$W = P_{mi} * A * h * n \text{ olur.}$$

Motorun Z kadar silindiri varsa;

$$W = P_{mi} * A * h * n * Z \text{ olur.}$$

Birim zamanda yapılan işe güç denir. Ni ile gösterilir. Formülü;

$$N_i = \frac{W}{t} \text{ 'dir.}$$

Ni = İndike güç Birimi Watt' tır, W ile gösterilir.

W = İş, birimi Jolule'dür, J ile gösterilir.

t = Zaman, birimi saniyedir, s ile gösterilir.

Motorun indike gücü ise;

n denir sayısı devir/dakika olduğundan iş formülünü 60 ' a bölersek, Güç formülü

$$N_i = \frac{P_{mi} * A * h * n * Z}{60} \text{ olur. Bu formül, her devirde iş yapan iki zamanlı motorlar için kullanılır.}$$

Dört zamanlı motorlarda iki devirde bir iş oluştuğu için ,

$$N_i = \frac{P_{mi} * A * h * n * Z}{2 * 60} \text{ olur.}$$

Güç birimi Watt'tır. Genellikle bin katı olan kilowatt kullanılır. Fomülde gücü Watt cinsinden bulabilmek için;

- P_{mi} : (Ortalama İndike Basınç) Pascal (Pa),
A : (Pistonun Yüzey Alanı) metrekaare (m²)
H : (Piston kursu) metre (m)
n : Motor devri) devir/dakika (dev/ dak)
Z : (Motorun silindir sayısı)
olarak kullanmak gerekir.

ÖRNEK: Dakikada 2000 devirle çalışan, 100 mm çaplı, 120 mm kurslu, 4 zamanlı, 4 silindirli bir dizel motorunun ortalama iç basıncı 10 bar olduğuna göre iç gücü ne kadardır?

Verilenler	İstenen	Formül
P _{mi} = 10 bar = 1000000 Pa	A=?	$A = \frac{\pi * D^2}{4}$
n = 2000 dev/dak	N _i =?	$N_i = \frac{P_{mi} * A * h * n * Z}{2 * 60}$
D=100 mm = 0,1 m		
h = 120 mm = 0,12 m		
Z= 4		
$\pi = 3$ alınacak		

ÇÖZÜM

$$A = \frac{\pi * D^2}{4} = \frac{3 * 0,1^2}{4} = 0,0075 \text{ m}^2$$

$$N_i = \frac{P_{mi} * A * h * n * Z}{2 * 60} = \frac{1000000 * 0,0075 * 0,12 * 2000 * 4}{2 * 60} = \frac{7200000}{120} = 60000$$

Watt = 60 kW

1.10.2. Yararlı (Efektif) Gücün Tanımı ve Hesaplanması

Motorun krank şaftı ucundaki bir kasnak veya volandan bir fren düzeni ile ölçülen güce yararlı güç denir. Bu güç iç güçten yaklaşık % 25 daha küçüktür. İkisi arasındaki bu fark sürtünmelere ve yakıt pompası, yağ pompası vb. elemanların çalıştırılmasına harcanır.

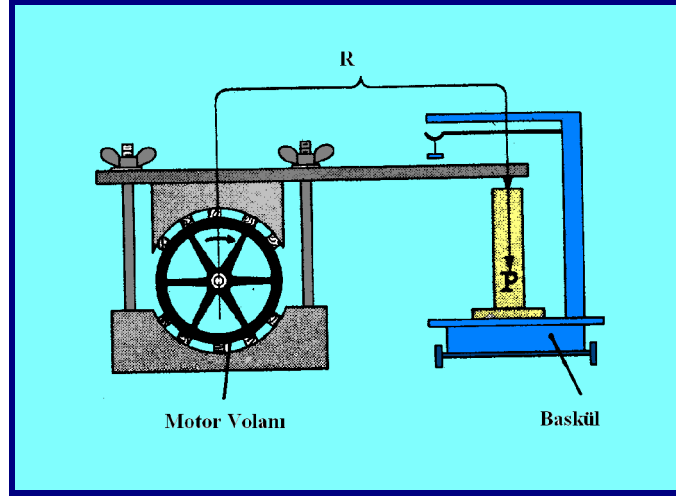
Güç ölçmede kullanılan cihazlara genel olarak dinamometre denir. Ancak dinamometreler direkt olarak gücü değil, güç hesabında kullanılan kuvveti veya momenti (tork) ölçer.

Yaralı gücün ölçülmesinde kullanılan dinamometreler:

- Proni (Prony) freni
- Hidrolik dinamometre
- Elektrikli dinamometre.

1.10.3. Proni Freni ile Yararlı Gücün Ölçülmesi ve Hesaplanması

En eski ve en basit ölçme cihazıdır. Gücü 75 kW ve devri 1000 dev/dak' ya kadar motorlarda kullanılabilir. Şekil 1.28' de görüldüğü gibi motor volanını saran frenleme şeridinin içinde sürtünme kat sayısı yüksek frenleme pabuçları ve frenleme miktarını saptayan baskül ve bağlantı kolları vardır.



Şekil 1.28: Proni freni

Motor tam gazda ve yüksüz olarak en yüksek devre çıkarılır. Sıkma vidaları yavaş yavaş sıkılarak motor yüklenir. Motor devri düşmeden çekebileceği en fazla yük baskülde bulunur. Saptanan değerler aşağıdaki formüle uygulanarak motorun yararlı gücü hesaplanır.

$$N_e = \frac{2 * \pi * P * R * n}{60} \dots \text{Watt}$$

N_e = Yararlı güç Watt (W)
 P = Baskülde okunan yük Newton (N)
 R = Volan eksenini ile baskül eksenini arasındaki uzaklık metre (m)
 n = Motor devri devir/dakika

(dev/dak)

2π = Volandaki moment ile baskül bağlantısındaki momentlerin sadeleştirilmesinden kalan değer birimsiz
 60 = Devir/dakika' yı devir/saniye' ye çevirmek için birimsiz

ÖRNEK: Dakikada 900 devirle çalışan bir motor proni freninde denenmektedir. Proni freninin kol uzunluğu 1,2 m, baskülde okunan yük 300 N olduğuna göre motorun yararlı gücü ne kadardır?

Verilenler	İstenen	Formül
$P=300 \text{ N}$	$N_e=?$	N_e
$= \frac{2 * \pi * P * R * n}{60}$		
$n=900 \text{ dev/dak}$		
$R=1,2 \text{ m}$		
$\pi = 3$ alınacak		

ÇÖZÜM

$$N_e = \frac{2 * 3 * 300 * 1,2 * 900}{60} = \frac{1944000}{60} = 32400 \text{ Watt} = 32,4 \text{ kW}$$

Hidrolik dinamometreler: Bunlara su freni de denir. Çünkü, bu dinamometrelerde devreden sıvı daima sudur. Hidrolik dinamometrelerde frenleme, motor volanına bağlanan bir rotor üzerindeki kanatçıkların, cihazın içine gönderilen suya çarpması sonucunda oluşur. Frenleme sonucunda oluşan moment miktarı saptanarak motorun gücü ölçülür. 2200 kW güce kadar olan motorların gücünü ölçebilir.

Elektrikli dinamometre ile yararlı gücün ölçülmesi ve hesaplanması: Birçok laboratuvarında motor gücünün ölçülmesinde elektrikli dinamometreler kullanılır. Bu cihaz güç ölçümü sırasında motor tarafından döndürülen bir elektrik dinamosu veya jeneratörüdür. Denemede dinamonun ürettiği akım miktarı, dinamoyu döndüren motorun gücünün ölçülmesini sağlar. Şöyle ki: motor tam yükteyken dinamonun ürettiği akımın volt ve amper değerini ölçerek aşağıdaki formüle uyguladığımızda sonucu Watt cinsinden hesaplayabiliriz.

$$N_e = E * I \quad \text{Watt (W)}$$

$$N_e = \text{Yararlı güç} \quad \text{Watt (W)}$$

$$E = \text{Gerilim} \quad \text{Volt (V)}$$

$$I = \text{Akım şiddeti} \quad \text{Amper(A)}$$

ÖRNEK: Gücü ölçülecek bir motor, elektrik dinamosuna bağlanarak tam yükte çalıştırılmaktadır? Bu çalışma sonucunda dinamo 5000 volt ve 10 Amper akım üretmektedir. Motorun yararlı gücü ne kadardır?

Verilenler

$$E = 5000 \text{ volt}$$

$$I = 10 \text{ amper}$$

İstenen

$$N_e = ?$$

Formül

$$N_e = E * I$$

ÇÖZÜM:

$$N_e = E * I = 5000 * 10 = 50000 \text{ Watt} = 50 \text{ kW}$$

1.11. Gemi Dizel Motorlarında Verimin Hesaplanması

Verim elde edilen sonuç ile bu sonucu elde etmek için harcanan çaba arasındaki oranı belirtir. Başka bir deyimle, motordan alınan gücün verilen güce oranının yüzde olarak belirtilmesidir. Verim daima % 100'den azdır. Çünkü, silindir içinde yakılan yakıtın ısı enerjisinin çoğu yanmadan sonra yitilir.

Başlıca motor verimleri şunlardır:

- Mekanik verim
- Termik verim
- Hacimsel verim

Mekanik verim: Yararlı gücün, iç güce oranıdır. Formülü:

$$\eta_m = \frac{N_e}{N_i} \text{ , dir.}$$

Mekanik verim, piston üzerinden elde edilen gücün krank şaft ucundan alınmaya kadar kaybını gösterir. Bu kayba neden, motorun hareketli ve hareketsiz parçaları arasındaki sürtünme ile valf hareket sistemi, su, yağ, yakıt ve hava pompaları ve/veya aşırı doldurma sistemlerine harcanan güç kayıplarıdır.

Mekanik verim motorun kullanımı ile yandan ilgilidir. Örneğin, motorun bakımı, yağlama durumu, yükü ve soğutma suyunun sıcaklığı mekanik verime etki eder.

ÖRNEK: Belirli bir devirde 70 kW güç üreten bir motor, yakıtsız olarak aynı devirde döndürülmek istendiğinde 30 kW güce gerek duyulmaktadır. Bu motorun mekanik verimi ne kadardır?

Verilenler	İstenen	Formül
$N_e = 70 \text{ kW}$	$N_i = ?$	$N_i = N_e + N_s$
$N_s = 30 \text{ kW}$ (Sürtünme kaybı)	$\eta_m = ?$	$\eta_m = \frac{N_e}{N_i}$

ÇÖZÜM

$$N_i = 70 + 30 = 100 \text{ kW} \quad \eta_m = \frac{70}{100} = 0,70 = \% 70 \text{ olur.}$$

Isı (termik) verimi: Yakıtın yanması ile oluşan ısı enerjisine karşılık motorun bu enerjiyi yararlı işe dönüştürme oranıdır. Yanma sonunda oluşan ısı enerjisinin büyük bir kısmı soğutma ve yağlama sistemi ile, eksoz gazları tarafından motordan uzaklaştırılır. Bu nedenle ancak geriye kalan ısı motorda güce dönüşebilir.

Silindirde yanan yakıtın oluşturduğu ısı enerjisini 100 kabul edersek bir dizel motorunun ısı dağılımı şöyledir:

➤ Yararlı güç	37
➤ Soğutma suyu kaybı	27
➤ Eksoz gazları kaybı	28
➤ Sürtünmelerle kaybolan	8

Termik verimin formülü:

$$\eta_t = \frac{N_e * 3600}{B * H_u}$$

dur.

Ne	= Yararlı güç	kW
3600	= 1 kWh' in ısı eş değeri	kJ
B	= Motorun bir saatte harcadığı yakıt miktarı	kg
Hu	= Yakıtın yanma ısısı	kJ/kg

ÖRNEK: Bir motor bir saat süre ile 30 kW güç verecek şekilde çalıştığı zaman 7 kg motorin harcamaktadır. Motorinin yanma ısısı 41800 kJ/kg olduğuna göre bu motorun termik verimi ne kadardır?

Verilenler	İstenen	Formül
Ne= 30 kW B= 7 kg Hu= 41800 kJ/kg	$\eta_t = ?$	$\eta_t = \frac{N_e * 3600}{B * H_u}$

ÇÖZÜM:

$$\eta_t = \frac{30 * 3600}{7 * 41800} = \frac{108000}{292600} = 0,369 = \% 36,9$$

Hacimsel verim: Aşırı doldurması olmayan bir motorda, emme zamanında silindire alınan havanın gerçek hacminin, pistonun silindirde boşalttığı hacme oranı hacimsel verimi verir.

Doğal emişli, dört zamanlı ve ortalama devirle çalışan motorların hacimsel verimi % 80 civarındadır. Motor devri yükseldikçe valfların açık kalma zamanı kısılacağından bu verim % 50' ye düşer.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları cevaplayarak öğrenme faaliyetinde kazanmış olduğunuz bilgileri ölçünüz.

ÖLÇME SORULARI

- Aşağıdakilerden hangisi dizel motorların kullanıldığı alanlardan değildir?
 - Kara yolu taşımacılığında kamyon, otobüs, traktör ve yol makinelerinde
 - Demiryolu taşımacılığında lokomotiflerde
 - Havayolu taşımacılığında uçaklarda
 - Sabit tesislerde jeneratör, su pompaları, maden işleri vb.
- Aşağıdakilerden hangisi dizel motorların benzinli motorlara göre üstün olan yönlerindedir?
 - Ağır olmaları ve çok yer kaplamaları
 - İlk alış fiyatlarının yüksek olması
 - Gürültülü ve sesli çalışmaları
 - Yakıt tüketimlerinin az olması
- Dizel motorlarla ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?
 - Dizel motorların ısı verimi, benzinli motorların ısı veriminden daha düşüktür
 - Motorin kullanımında yangın tehlikesi, benzin kullanımındaki yangın tehlikesinden daha düşüktür
 - Dizel motorlarının yakıt sistemi çok hassastır ve dikkatli bakım ister.
 - Dizel motorlarının eksoz gazları, benzinli motorların eksoz gazlarına göre daha temizdir.
- Ana makine ile pervanenin bağlantısı yönünden, aşağıdakilerden hangisinde ana makine devri ile pervane devri aynıdır?
 - Doğrudan bağlama
 - Devir düşürücülü bağlama
 - Dikey şaftlı, devir düşürücülü bağlama
 - Dizel-jeneratör sistemi
- Ana makine ile pervanenin bağlantısı yönünden, aşağıdakilerden hangisinde ana makine gücü pervaneyi döndürmek için kullanılmaz?
 - Doğrudan bağlama
 - Devir düşürücülü bağlama
 - Dikey şaftlı, devir düşürücülü bağlama
 - Dizel-jeneratör sistemi

6. İki zamanlı dizel motor çevrimi krank şaftın kaç derecelik dönüşünde tamamlanır?
A) 360
B) 540
C) 720
D) 900
7. İki zamanlı dizel motorlarda piston üst ölü noktadan alt ölü noktaya inerken hangi zamanlar oluşur?
A) Emme ve sıkıştırma
B) Sıkıştırma ve iş (genişleme)
C) İş (genişleme) ve eksoz
D) Eksoz ve emme
8. Dizel motorlarda yanma nasıl oluşur?
A) Sıkıştırılan yakıt ve hava karışımının buji ile ateşlenmesiyle
B) Sıkıştırılan hava üzerine yakıt püskürtülmesiyle kendiliğinden
C) Sıkıştırılan yakıt üzerine hava püskürtülmesiyle
D) Sıkıştırılan havanın buji ile ateşlenmesiyle
9. İki zamanlı dizel motorlarda süpürmenin tanımı aşağıdakilerden hangisidir?
A) Emme işlemi sırasında hava pompasının atmosferden hava emmesi
B) Sıkıştırma işlemi sırasında pistonun silindir içindeki havayı sıkıştırması
C) İş (genişleme) işlemi sırasında basınçlı gazların pistonu itmesi
D) Eksoz işlemi sırasında açılan hava portlarından silindir içine giren havanın, eksoz gazlarını sıkıştırarak egsoz portundan dışarıya atması
10. İki zamanlı dizel motorlarda, aşağıdaki süpürme yöntemlerinde hangisinde mutlaka eksoz valfi bulunur?
A) Dönüş akımlı süpürme
B) Deflektörlü dönüş akımlı süpürme
C) Karşıt pistonlu doğru akımlı süpürme
D) Tek pistonlu doğru akımlı süpürme
11. Dört zamanlı dizel motorlarda bir çevrim, krank şaftın kaç devrinde oluşur?
A) 1/2
B) 1
C) $1 \frac{1}{2}$
D) 2

12. Dört zamanlı dizel motorlarda emme zamanında silindir içine hangi dolgu maddesi alınır?
- A) Hava
 - B) Benzin hava karışımı
 - C) Motorin hava karışımı
 - D) Motorin
13. Dört zamanlı dizel motorlarda sıkıştırma sonu sıcaklığı yaklaşık kaç °C' dir?
- A) 90-100 °C
 - B) 250-300 °C
 - C) 450-650 °C
 - D) 1500-2000 °C
14. Dört zamanlı dizel motorlarda yanma sonu basıncı yaklaşık kaç bar olur?
- A) 3-5 bar
 - B) 10-12 bar
 - C) 20-30 bar
 - D) 40-80 bar
15. Dört zamanlı dizel motorlarda emme zamanında;
- A) Emme valfi açık , eksoz valfi kapalıdır
 - B) Emme ve eksoz valfi ikisi birden açıktır.
 - C) Emme ve eksoz valfi ikisi birden kapalıdır.
 - D) Emme valfi kapalı, eksoz valfi açıktır
16. İndikatör diyagramı aşağıdakilerden hangisi gösterir?
- A) Silindir içindeki sıcaklık değişimini
 - B) Silindir içindeki hacim değişimini
 - C) Silindir içindeki hacim ve basınç değişimini
 - D) Silindir içine giren havanın miktarını
17. İndikatör aletinden yararlanarak aşağıdakilerden hangisi belirlenemez?
- A) Valfların açılıp kapandı durumları
 - B) Püskürtmenin zamanında yapılıp yapılmadığı
 - C) Sıkıştırma ve yanma sonu basınç değerleri
 - D) Eksoz gazlarının sıcaklığı
18. Tam yanma olayında aşağıdakilerden hangisi oluşmaz?
- A) H₂O
 - B) CO₂
 - C) CO
 - D) Işık

19. Aşağıdaki yanma evrelerinden hangisinde silindir içi basıncı en yüksek değerindedir?
A) Tutuşma gecikmesi
B) Kontrolsüz (hızlı) yanma
C) Kontrollü yanma
D) Gecikmiş yanma
20. Aşağıdaki yanma evrelerinden hangisinin süresinin uzaması motorun vuruntulu çalışmasına neden olur?
A) Tutuşma gecikmesi
B) Kontrolsüz (hızlı) yanma
C) Kontrollü yanma
D) Gecikmiş yanma
21. Aşağıdakilerden hangisi bölünmüş yanma odası şekli değildir?
A) Türbülans odalı yanma odası
B) Enerji hazneli yanma odası
C) Hava hazneli yanma odası
D) Direkt püskürtmeli yanma odası
22. Aşağıdaki yanma odası çeşitlerinden hangisinde “hava ile yakıtın karışması zor olduğundan” yakıtın silindire çok yüksek basınçta püskürtülmesi şarttır?
A) Türbülans odalı yanma odası
B) Enerji hazneli yanma odası
C) Hava hazneli yanma odası
D) Direkt püskürtmeli yanma odası
23. Motorlarda iç (indike) gücün tanımı aşağıdakilerden hangisidir?
A) Ortalama indike basıncı kullanarak hesaplanan ve silindir içinde oluşan güç
B) Krank şafttan alınan güç
C) Proni freni ile ölçülen güç
D) Efektif(Yaralı) güç
24. Aşağıdakilerden hangisi ısı veriminin tanımıdır?
A) Yakıtın yanması sonucunda açığa çıkan ısı enerjisinin yararlı işe dönüşme oranıdır
B) Egsoz gazları ile dışarı atılan ısı enerjisinin yararlı işe oranıdır
C) Soğutma suyunun ısıtılmasına harcanan ısı enerjisinin yararlı işe oranıdır.
D) Yağlama yağının ısıtılmasına harcanan ısı enerjisinin yararlı işe oranıdır.

25. “Aşırı doldurması olmayan bir motorda, emme zamanında silindire alınan havanın, pistonun silindir içinde boşalttığı hacme oranıdır.” Bu ifade aşağıdakilerden hangisinin tanımıdır?

- A) Isı verimi
- B) Mekanik verim
- C) Efektif (yararlı) güç
- D) Hacimsel verim

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Cevaplayamadığınız veya yanlış cevapladığınız soru var ise ilgili konuyu tekrar ediniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

İşyerinde hukuk kuralları çerçevesinde özlük haklarınızın neler olabileceğini öğreneceksiniz.

Bu öğrenme faaliyeti sonunda gemi dizel motorları ve yakıt sisteminde kullanılan, yakıt filtrelerinin onarımını makine kataloguna uygun olarak yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Çevrenizde bulunan bir dizel motorunu inceleyerek;

- Yakıt filtrelerinin yakıt sistemindeki yerini,
- Yakıt filtrelerinin görevini ve çeşitlerini araştırınız.

Araştırmanızı doküman haline getirerek arkadaşlarınızla paylaşınız.

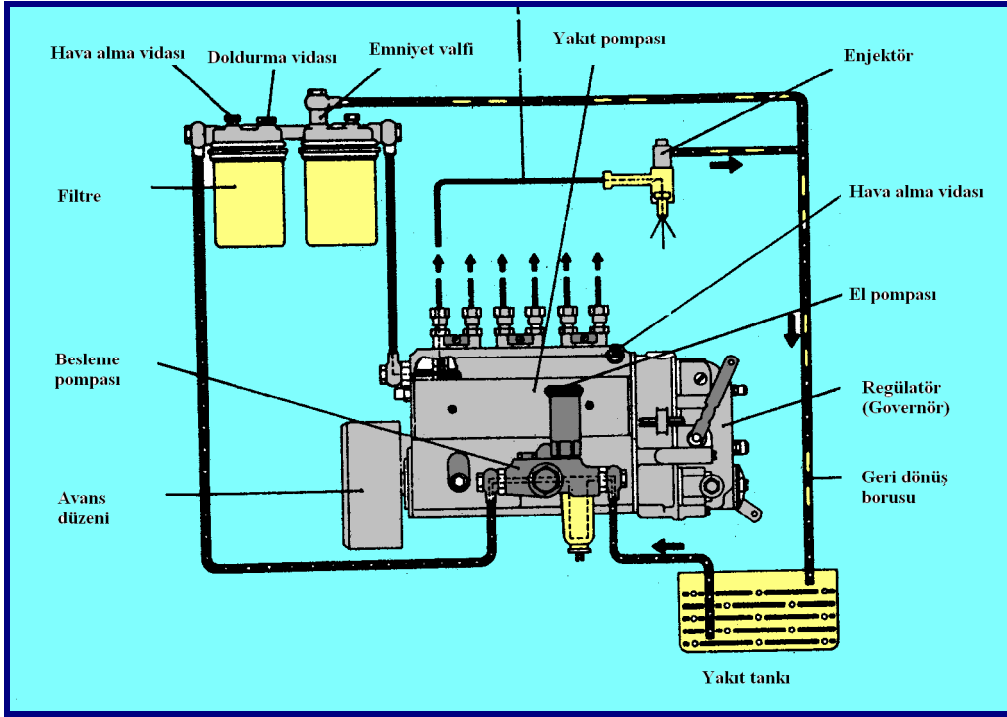
2. DİZEL MOTORLARIN YAKIT SİSTEMİ

Dizel motorlarında yanma, sıkıştırma sonunda sıkışan, sıcaklığı ve basıncı artan hava içinde yakıtı yüksek basınçla püskürterek sağlanır. Bunu sağlamak için sağlam ve çok hassas çalışan birçok parçanın toplandığı bir sisteme gerek duyulur. Bu sisteme dizel yakıt sistemi denir.

Dizel motorları yakıt sistemleri büyük sabit tesislerde, gemilerde ve motorlu taşıtlarda yerleştirme bakımından farklılık gösterirler. Ancak sistemleri oluşturan parçalar görev ve yapılarına göre birbirlerine benzer.

2.1. Dizel Yakıt Sisteminin Görevi ve Şeması

Dizel yakıt sisteminin görevi, dizel motora gereken yakıtı depolamak, temizlemek, yeterli miktarda ve yüksek basınç altında silindirlere zamanında püskürtmektir.



Şekil 2.1: Dizel yakıt sistemi ve parçaları

2.2. Yakıt Püskürtme Yöntemleri

Dizel motorlarda sıkıştırılan hava üzerine yakıtı püskürtmek iki şekilde olur. Bunlar:

- Basıncı hava ile püskürtme
- Mekanik püskürtme

Basıncı hava ile püskürtme: Genellikle düşük devirli ve büyük güçlü motorlarda yakıt, sıkıştırılmış hava ile silindir içine püskürtülür.

Motordan hareket alan bir hava kompresörü, yaklaşık olarak rölanti devrinde 50 bar, yüksek devirlerde 70 bar basınçta hava sağlar. Bu sistem yakıtın daha iyi yanmasını sağlar, ancak hava kompresörü motor gücünün %5-10'unu tüketir. Bu sistem yüksek devirli motorlara uygun olmadığı için günümüzde çok fazla kullanılmamaktadır.

Mekanik püskürtme: Yüksek devirli motorlarda mekanik püskürtme sistemi kullanılmaktadır.

Bu sistemde yakıt silindir içine yakıtı yapılan basınç ile püskürtülmektedir. Yakıtın silindire toz halde püskürtülmesi ve yakıt ile havanın çok iyi karışması gerekir. Bunu gerçekleştirebilmek için günümüzde, pompalar, enjektörler ve yanma odaları çok iyi tasarlanmaktadır. Bu nedenle günümüz motorlarının başarımı (performansı) yüksektir.

2.3. Dizel Motorları Yakıt Sisteminin Genel Yapısı

Dizel yakıt sisteminin görevi; motora gereken yakıtı güvenli bir şekilde depolamak, motor çalışırken motorun ihtiyaç duyduğu yakıtı depodan çekerek temizlenmesini sağlamak, silindire püskürtülecek yakıtı yük ve devir durumuna göre miktarını ayarlayıp basıncını yükselterek sırası gelen silindire göndermektir.

Dizel yakıt sistemi yukarıda saydığımız bu görevleri, sistemi oluşturan elemanları ile gerçekleştirir. Dizel yakıt sistemini oluşturan elemanlar şunlardır:

- Yakıt tankları
- Düşük basınç boruları
- Filtreler
- Besleme pompası
- Yakıt pompası
- Yüksek basınç boruları
- Enjektörler
- Geri dönüş ve sızıntı borularıdır.

2.4. Yakıt Tankları

Gemilerde yakıt tankı olarak, yakıtın gemiye ilk olarak alındığı çift dip (dabilbotum) tankları, dinlendirme tankları ve servis tankları bulunur. Yakıt tankları yakıtı temiz ve güvenli bir şekilde depolayacak kapasitede çelik saclardan yapılır. Paslanmasını önlemek için kurşun kalay karışımı ile kaplanır. Yakıt tankları içinde yakıt seviyesini göstermek üzere şamandıra düzenekleri bulunur.

2.5. Filtreler

Filtreler, dizel yakıt sisteminin iyi süzölmüş yakıtla uzun zaman arızasız çalışmasını sağlayan elemanlardır.

2.5.1. Dizel Motorlarında Yakıtın Temiz Olmasının Önemi

Dizel yakıtı olan motorun viskozitesi benzine göre yüksektir ve sakızlaşmaya uygun, damıtma sırasında ayıklanamayan küçük parçaları bünyesinde taşır. Ayrıca yakıt rafineriden, yakıt tankına gelinceye kadar birçok yer ve depo değiştirir. Gerek bu yer değiştirmelerde, gerekse depolardaki havalandırma deliklerinden pislik, su ve toz zerrecikleri de yakıtın içine girerek yakıtı kirletir.

Yakıt süzölüp temizlenmeden kirli haliyle kullanılacak olursa, motorun kalbi sayılan pompa ve enjektörler kısa zamanda hasara uğrar. Çünkü pompa elemanları, basma valfleri ve enjektör memeleri çok hassas çalışan elemanlardır. Bu elemanların birbiri içinde çalışan parçaları arasındaki boşluk 0,001 mm'dir. En küçük bir toz zerreciği bile bu parçaların çizilmesine, aşınmasına ve arıza yapmasına yol açar.

2.5.2. Yakıt Filtrelerinin Görevleri

Yakıt filtrelerinin görevi; yakıt içerisinde bulunan toz, pislik ve yabancı katı maddeleri süzmektir. Böylece yakıt filtreleri motorun uzun süre düzgün olarak arıza yapmadan çalışmasını sağlar.

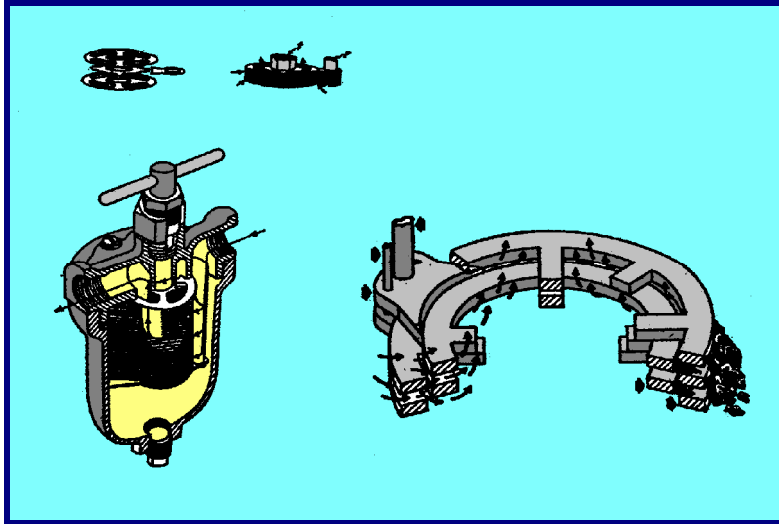
2.5.3. Yakıt Filtrelerinin Çeşitleri ve Yapısal Özellikleri

Yakıt filtreleri içlerinde kullanılan elemanlara göre sınıflandırılır. Bunlar:

- Metal elemanlı filtreler
- Metal elemanlı olmayan filtreler
- Keçe elemanlı filtreler
- Katlanmış kâğıt elemanlı filtreler
- Kâğıt disk elemanlı filtreler
- Sık örgülü bezden torba elemanlı filtreler
- Pamuk elyafı elemanlı filtreler
- Kil elemanlı filtreler

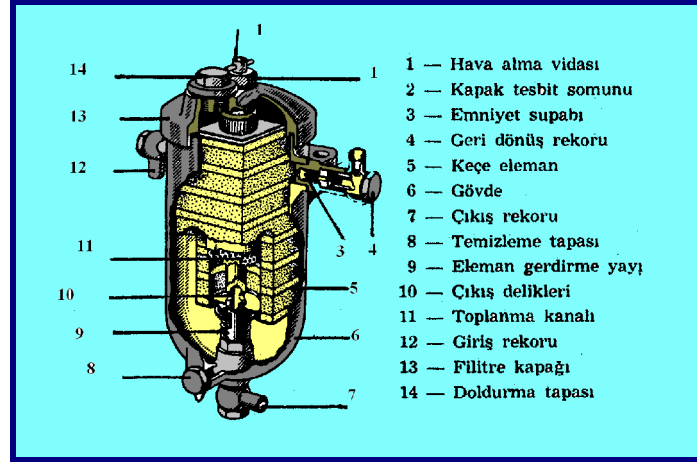
Metal elemanlı filtreler: Aralarında çok az boşluk bırakılan madensel disklerin üst üste sıralanmasıyla yapılır. Diskler iki kademeli olup, büyük zerreler dışta, küçük zerreler ise içte tutulur. Ayrıca her iki disk arasına pislik sıyrıcı bıçaklar yerleştirilmiştir. Zaman zaman ortadaki mil döndürülerek diskler arasındaki pislikler sıyrılır ve dipte toplanır. Sonra temizleme tapası açılarak bu pislikler boşaltılır.

Bu filtrelerin süzme yetenekleri çok hassas değildir. Ancak 37 mikrona (0,037 mm) kadar olan parçacıkları süzebilir. Bu nedenle yakıt sistemlerinde tek başlarına kullanılmaz. İkili ve üçlü filtreleme sistemlerinde birinci filtre olarak görev yapar. Şekil 2.2' de metal elemanlı filtrenin iç yapısı görülmektedir.



Şekil 2.2: Metal elemanlı filtrenin iç yapısı

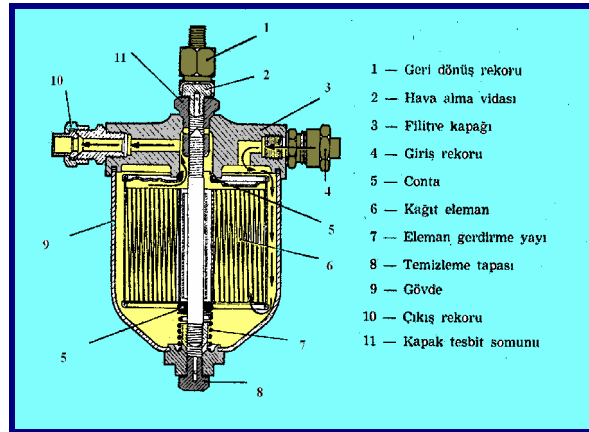
Keçe elemanlı filtreler: Blok şeklinde kesilmiş ve üst üste konmuş keçelerden yapılırlar. 10-25 mikrona (0.010-0,025 mm) kadar olan parçacıkları süzebilirler. Keçe elemanların avantajlı bir tarafı sökölüp temizlenebilmesidir. Ortalama 50 saatlik bir çalışmanın sonunda eleman, motorin, gazyağı veya Karbontetraklorürle (CCl₄) yıkanarak temizlenir. Elemanlar üç dört kez yıkandıktan sonra yenisi ile değiştirilmesi gerekir. Şekil 2.3’ de keçe elemanlı filtre görölmektedir.



Şekil 2.3: Keçe elemanlı filtre

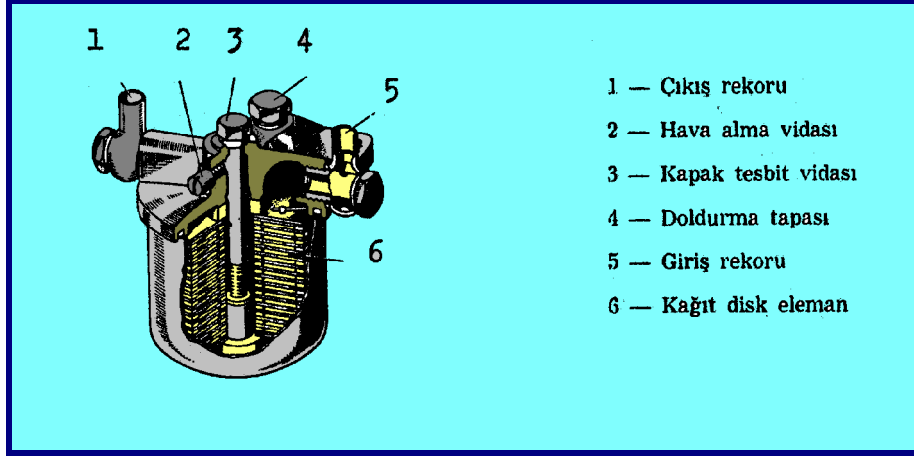
Katlanmış kâğıt elemanlı filtreler: Süzme yeteneği çok iyi olduğundan günümüzde en çok kullanılan eleman tipidir. Ortalama olarak 3-5 mikrona (0,003-0,005 mm) kadar olan parçacıkları süzebilir.

Kağıdın dayanıklılığını artırmak ve sudan zarar görmesini önlemek için plastik veya reçine emdirilir. Sınırlı hacimde daha büyük süzme yüzeyi elde etmek için köruk şeklinde katlanırlar. Şekil 2.4’ te katlanmış kâğıt elemanlı filtre kesiti görölmektedir.



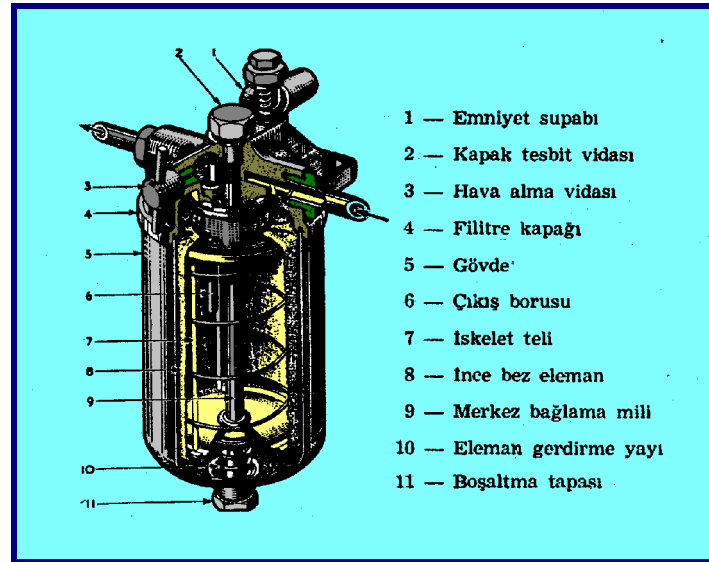
Şekil 2.4: Katlanmış kâğıt elemanlı filtre

Kağıt disk elemanlı filtre: Filtre elemanı plastik veya reçine emdirilmiş kağıttan yapılmıştır. Diğer kâğıt elemanlı filtrelerden farklı olarak kâğıtlar disk şeklindedir ve üst üste konarak yapılmıştır. Süzme yeteneği aynı olmasına rağmen kapasitesi düşüktür. Şekil 2.5’ te kâğıt disk elemanlı filtre görülmektedir.



Şekil 2.5: Kağıt disk elemanlı filtre

Bez elemanlı filtre: Filtre elemanı şekilde görüldüğü gibi sık örgülü bezden torba şeklinde yapılmıştır. Süzme yeteneği, kullanılan bezin özelliğine göre değişir. Genellikle 10 mikrona (0,010 mm) kadar olan parçacıkları süzebilir.



Şekil 2.6: Bez elemanlı filtre

Pamuk elyafı elemanlı filtre: Günümüzde yakıt sistemlerinde çok az görülen bir fitredir. Daha çok yağlama sistemlerinde kullanılır. Pamuk elyafı, üzerinde delikler bulunan madeni bir kap içine preslenerek yapılır.

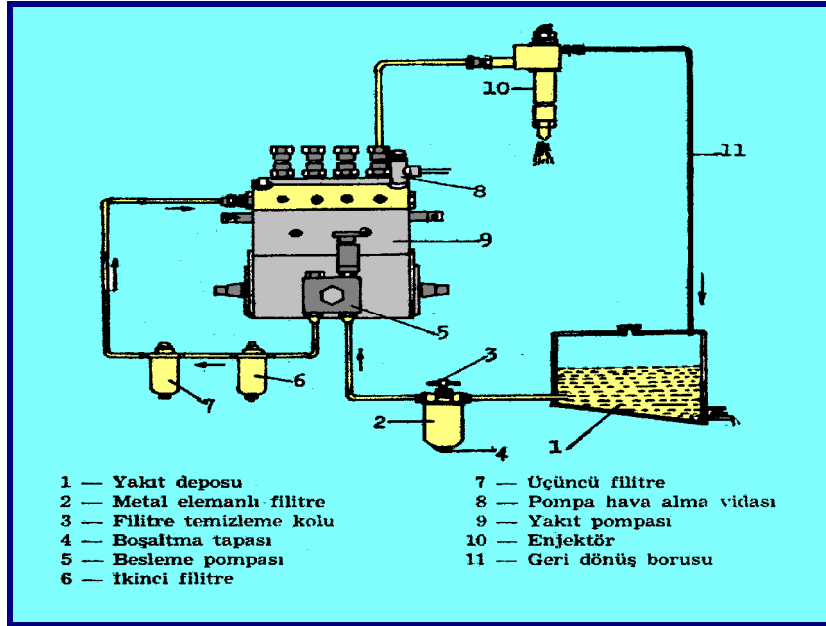
Kil elemanlı filtre: Günümüzde süzme yeteneği en iyi olan filtre elemanı tipidir. Yakıt içindeki pislikleri, su asit ve oksitlenme ürünlerini ayırabilir. Küçük motorlarda kullanılmayan bu elemanlar, daha çok büyük ve sabit motorların yakıt sistemlerinde kullanılır.

Yakıt filtresinin çalışması: Besleme pompasından gelen basınçlı yakıt, giriş rekorundan girerek gövde ile eleman arasındaki boşluğa dolar. Dolan yakıtın üzerine devamlı yakıt geldiği için sıkışır ve elemana nüfuz ederek merkeze doğru geçer.

Bu geçiş sırasında içindeki pislikler eleman üzerinde tutulur. Yakıt içindeki büyük zerreler ve su, yoğunluk farkından dolayı dibе çöker. Süzölmüş ve temizlenmiş olarak merkezde toplanan yakıt, çıkış borusundan çıkış rekoruna, oradan da yakıt pompasına gider.

2.5.4. Yakıt Filtrelerinin Bağlama Şekilleri

Yakıt sisteminde kullanılan filtre adedi, motorun çalışma şartlarına bağılı olarak bir ile üç arasında değişir. Sistemde bir filtre kullanıldığı zaman bu filtre besleme pompası ile yakıt pompası arasına konur. İki filtre kullanılıyorsa bir tanesi besleme pompasından önce, diğeri besleme pompası ile yakıt pompası arasına konur.

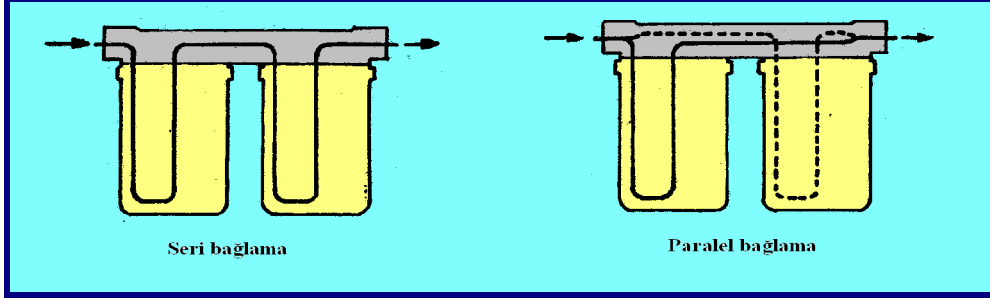


Şekil 2.7: Üçlü filtreleme sistemi

En iyi filtreleme şekli üçlü olandır. Bu sistemde yakıt tankı ile besleme pompası arasına metal elemanlı, besleme pompası ile yakıt pompası arasına ise bir adet 10-25 mikron süzme yeteneğinde, bir tane de 3-5 mikron süzme yeteneğinde iki filtre konur. Şekil 2.7' de üçlü filtreleme görölmektedir.

Besleme pompası ile yakıt pompası arasına iki filtre konulduğu zaman filtreler;

- Yakıtın çok iyi süzülmesi isteniyorsa devreye seri olarak,
- Süzme kapasitesi artırılmak isteniyorsa devreye paralel olarak bağlanır.



Şekil 2.8: Filtre bağlantı şekilleri

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak dizel motor yakıt akıt filtresinin bakımını yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Yakıt sistemlerinin parçalarını tespit ediniz.➤ Alçak basınç borularını sökünüz.➤ Yakıt filtrelerini sökünüz➤ Yakıt filtre elemanını sökünüz.➤ Yakıt filtresi ve elemanını temizleyiniz.➤ Yakıt filtresi elemanını değiştiriniz ve filtreyi monte ediniz.➤ Yakıt filtresini takınız.➤ Alçak basınç borularını takınız.➤ Yakıt sisteminin havasını alınız.➤ Motoru çalıştırınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Yakıt sistemini inceleyerek elemanlarını öğreniniz.➤ Alçak basınç borularının yakıt filtresine giriş ve çıkış rekorlarını uygun bir anahtarla sökünüz. Rekor ölçüsüne uygun anahtar kullanınız.➤ Filtreyi bağlantı yerine tespit eden cıvata ve somunları sökerek filtreyi motordan ayırınız.➤ Üst kapak kısmındaki merkez tespit cıvatasını sökerek alt kapağı ayırınız. Hafifçe bükerek filtre elemanını ve contasını üst kapaktan çıkarınız.➤ Bütün parçaları temizleyin ve basınçlı hava ile kurutunuz.➤ Yakıt filtresini yenisi ile değiştiriniz.➤ Yeni elemanı filtre üzerine takın, elemanı takarken contaların yuvalarına tam oturup oturmadığına dikkat ediniz.➤ Filtreyi motor üzerindeki bağlantı yerine uygun şekilde yerleştirin, cıvata ve somunlarını sıkın.➤ Filtre giriş ve çıkış borularının rekorlarını filtre kapağına elle tutturunuz, sonra sıkınız.➤ Sistemin havasını almak için; besleme pompası üzerindeki el pompasını çalıştırırken, filtre üzerindeki hava alma vidasını gevşetiniz hava kabarcıkları ile yakıt çıkışını gözleyin. Kabarcıksız duru yakıt gelince hava alma vidasını sıkın. Aynı işlemi yakıt pompası üzerinden de yapın..➤ Motoru öğretmen gözetiminde çalıştırın.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları cevaplayarak öğrenme faaliyetinde kazanmış olduğunuz bilgileri ölçünüz.

ÖLÇME SORULARI

1. Dizel yakıt sistemini elemanlarının sırası aşağıdakilerden hangisidir?
 - A) Yakıt tankı, besleme pompası, yakıt pompası, filtre, yüksek basınç borusu, enjektör
 - B) Yakıt tankı, besleme pompası, filtre, yakıt pompası, yüksek basınç borusu, enjektör
 - C) Yakıt tankı, filtre, besleme pompası, enjektör, yakıt pompası, yüksek basınç borusu
 - D) Yakıt tankı, filtre, yakıt pompası, yüksek basınç borusu, besleme pompası, enjektör
2. Dizel yakıt sisteminde motorini süzerek motorun temiz yakıtla çalışmasını sağlayan eleman aşağıdakilerden hangisidir?
 - A) Seperatör
 - B) Enjektör
 - C) Filtre
 - D) Deflektör
3. İkili ve üçlü filtreleme sisteminde aşağıdaki filtrelerden hangisi ilk filtre olarak kullanılır?
 - A) Metal elemanlı filtre
 - B) Keçe elemanlı filtre
 - C) Kağıt disk elemanlı filtre
 - D) Pamuk elyafı elemanlı filtre
4. Aşağıdaki filtre çeşitlerinden hangisinin süzme yeteneği en iyidir?
 - A) Metal elemanlı filtre
 - B) Keçe elemanlı filtre
 - C) Bez torba elemanlı filtre
 - D) Kağıt elemanlı filtre
5. Aşağıdaki filtre çeşitlerinden hangisinin elemanı temizlenmez?
 - A) Metal elemanlı filtre
 - B) Keçe elemanlı filtre
 - C) Bez torba elemanlı filtre
 - D) Kağıt elemanlı filtre

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Cevaplayamadığınız veya yanlış cevapladığınız soru var ise ilgili konuyu tekrar ediniz.

UYGULAMALI TEST

Çalışabilen bir dizel motoruna ait yakıt filtresini sökerek bakımını yapınız. Yaptığınız uygulamayı aşağıdaki değerlendirme ölçeğine göre değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Yakıt sistemlerinin parçalarını tespit ettiniz mi?		
2. Alçak basınç borularını söktünüz mü?		
3. Yakıt filtrelerini söktünüz mü?		
4. Yakıt filtre elemanını söktünüz mü?		
5. Yakıt filtresi ve elemanını temizlediniz mi?		
6. Yakıt filtresi elemanını değiştirip filtreyi monte ettiniz mi?		
7. Yakıt filtresini taktınız mı?		
8. Alçak basınç borularını taktınız mı?		
9. Yakıt sisteminin havasını aldınız mı?		
10. Motoru çalıştırabildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Tüm cevaplarınızın evet olması halinde bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz. Hayır, olarak işaretlediğiniz işlem basamakları varsa bu işlem basamaklarını tekrar gözden geçiriniz, hatalı yaptığımız uygulama faaliyetini düzeltiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

İşyerinde hukuk kuralları çerçevesinde özlük haklarınızın neler olabileceğini öğreneceksiniz.

Bu öğrenme faaliyeti sonunda gemi dizel motorları ve yakıt sisteminde kullanılan besleme pompalarının bakım ve onarımını makine kataloguna uygun olarak yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Çevrenizde bulunan bir dizel motorunu inceleyerek; besleme pompalarının, yakıt sistemindeki yerini,

- Besleme pompalarının görevini ve çeşitlerini araştırınız.

Araştırmanızı doküman haline getirerek arkadaşlarınızla paylaşınız.

3. BESLEME POMPALARININ BAKIM VE ONARIMI

3.1. Besleme Pompalarının Görevi

Yakıt pompalarının emme yeteneği olmadığından bunlara yakıtı, basınçlı olarak göndermek gerekir. Bu nedenle hemen hemen her yakıt sisteminde besleme pompası bulunur. Besleme pompaları yakıtı, yakıt tankından emer ve basınçlı olarak filtre üzerinden yakıt pompasına gönderir. Günümüzde kullanılan besleme pompaları yakıtın basıncını, 1,5-3 bar basınca yükseltir. Kapasiteleri, motorun harcayacağı en fazla yakıt miktarını karşılayabilecek kadardır.

3.2. Besleme Pompalarının Çeşitleri

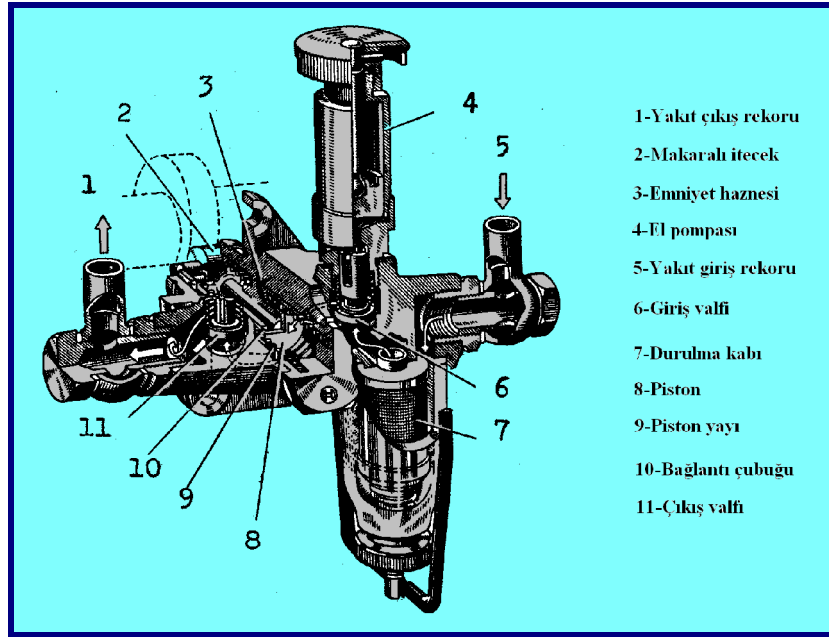
Besleme pompalarının çeşitleri şunlardır:

- Pistonlu tip
- Diyaframlı tip
- Dişli tip
- Paletli tip

3.2.1. Pistonlu Tip Besleme Pompaları

Pistonlu tip besleme pompalarına Bosch tipi yakıt sistemi kullanan motorlarda çok rastlanır. Genellikle bunlar yakıt pompası üzerine bağlanır. Şekil 3.1’ de pistonlu tip besleme pompasının komple kesiti, şekil 3.3’te ise parçaları görülmektedir.

Besleme pompalarında hangi tarafın giriş hangi tarafın çıkış olduğunu anlama için bazı işaretler vardır. İn (giriş), out (çıkış) yazıları, gövde üzerinde ok işareti, bunlar giriş ve çıkış tarafı belirlemek için konur. Ayrıca el pompası giriş tarafına bağlanır.



Şekil 3.1: Pistonlu tip besleme pompası kesiti

Şekil 3.2’de görüldüğü gibi makaralı itecek altında bulunan kamın çıkıntısı çekilip, kam ökçesi geldiği zaman, piston yayı pistonu aşağı iter.

Bu durumda oluşan basınç düşüklüğü ile depodan yakıt emilir, giriş kanalından giriş valfini açar ve yayın bulunduğu piston ön hücre sine dolar. Pistonun önünde bu durum oluşurken, piston arka hücre sinedeki yakıt basılarak bağlantı kanalından pompa çıkışına, oradan da filtre yoluyla yakıt pompasına gider.

Motor çalışırken kam dönmeye devam edeceğinden kam çıkıntısı iteğin altına gelince, pistonu yukarı doğru iter ve yay kuvvetini yenerek önündeki yakıtı sıkıştırır. Bu esnada yakıt basıncı etkisiyle ve konum özelliğinden dolayı giriş valfi kapanır, çıkış valfi açılır.

Yakıt açılan valftan çıkarak bağlantı kanalına ve oradan da pistonun arka hücre sine dolar.

Piston tekrar yay etkisi ile aşağı doğru gelirken buradaki yakıtı sıkıştırıp sisteme gönderir ve böylece besleme pompası devamlı olarak sistemi besler.

Motorun devri arttığı zaman pompanın bastığı yakıt miktarı artar ve basıncı yükselir.

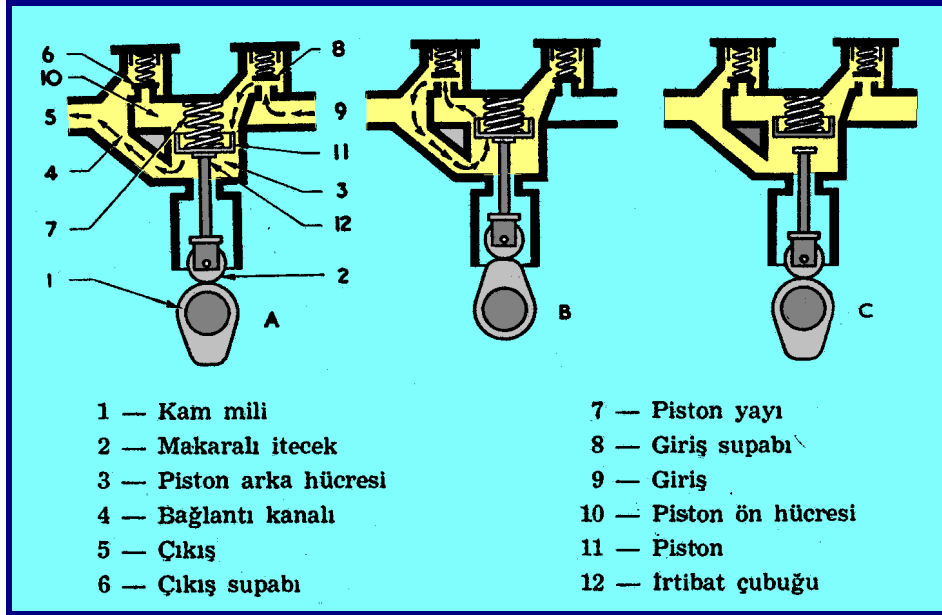
Fazla basınç nedeniyle herhangi bir arıza olmaması için filtre veya yakıt pompasına yerleştirilen basınç ayar valfi yakıtın basıncını ayarlar.

Basınç valfinin arızalanması durumunda veya kullanılmadığı sistemlerde besleme pompasını emniyet devresi korur.

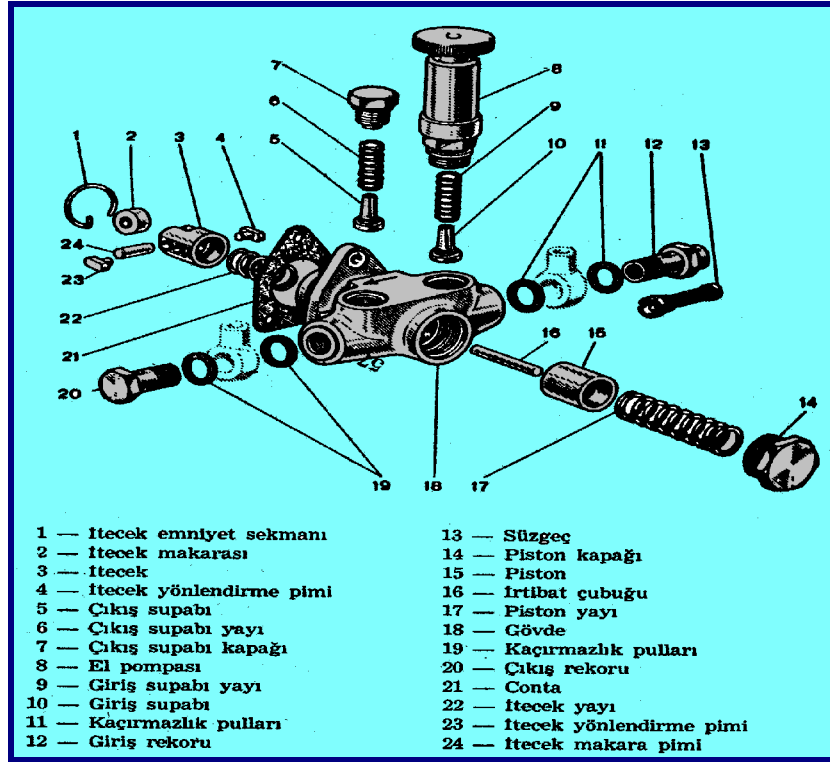
Herhangi bir nedenle sistemde basınç yükselmesi olursa, pistonun arka hücresinde de aynı basınç yükselmesi oluşur.

Bu basınç piston yay kuvvetini yenerek pistonu sıkıştırır ve pistonu askıya alır.

Kamın ve iteçeğin hareketi pistonu iletilmediğinden piston hareket etmez ve sistemdeki basınç piston yay basıncının altına düşünceye kadar besleme pompası yakıt basamaz.



Şekil 3.2: Pistonlu tip besleme pompasının çalışması



Şekil 3.3: Pistonlu tip besleme pompasının parçaları

Yakıt sisteminin onarım veya başka bir nedenle boşaltılması durumunda sisteme hava dolar. Bu hava sistemden dışarı atılmazsa motor çalışmaz.

Motor çalışmasa bile sistemi yakıtla doldurmak ve havasını almak için el pompası çalıştırılarak sisteme yakıt basılır. Yakıt basılırken filtre veya yakıt pompası üzerinde bulunan hava alma vidası gevşetilerek havanın sistemden atılması sağlanır.

3.2.2. Diyaframlı Tip Besleme Pompaları

Benzin motorlarında kullanılan benzin otomatığının aynısıdır. Ancak dizel motorlarda kullanılan diyaframlı pompalarda elle çalıştırma kolu vardır. Bu elle çalıştırma kolu, dizel yakıt sisteminden hava almak için kullanılır.

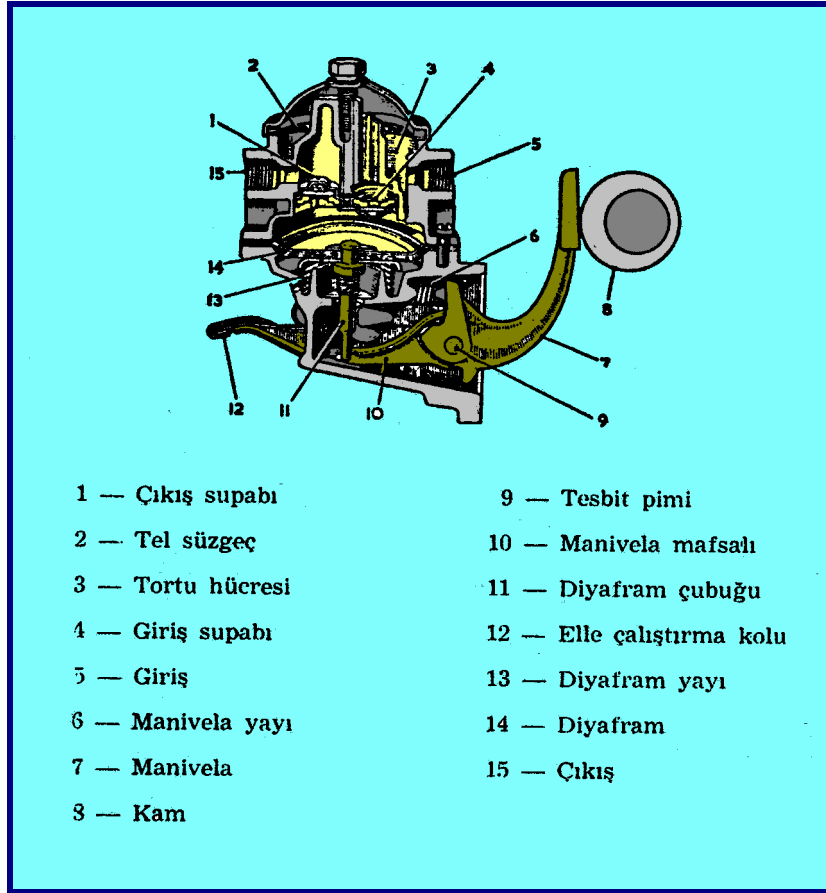
Bu tip pompaların diyaframları, yakıt içinde çalışmaya dayanıklı kauçuk emdirilmiş naylon bezlerden yapılır.

Pompanın çalışmasını şekil 2.4' ü inceleyerek görelim: Kam çıkıntısı ve manivelanın etkisi ile diyafram aşağıya doğru inince diyaframın önünde ve tanka giden borularda bir alçak basınç oluşur.

Tanktaki yakıtın üzerinde 1 atmosferlik basınç bulunur. Bu basınç farkından dolayı tanktaki yakıt emiş hattı borularından geçerek pompa üzerinde ise giriş valfindan geçerek diyaframın önüne dolar.

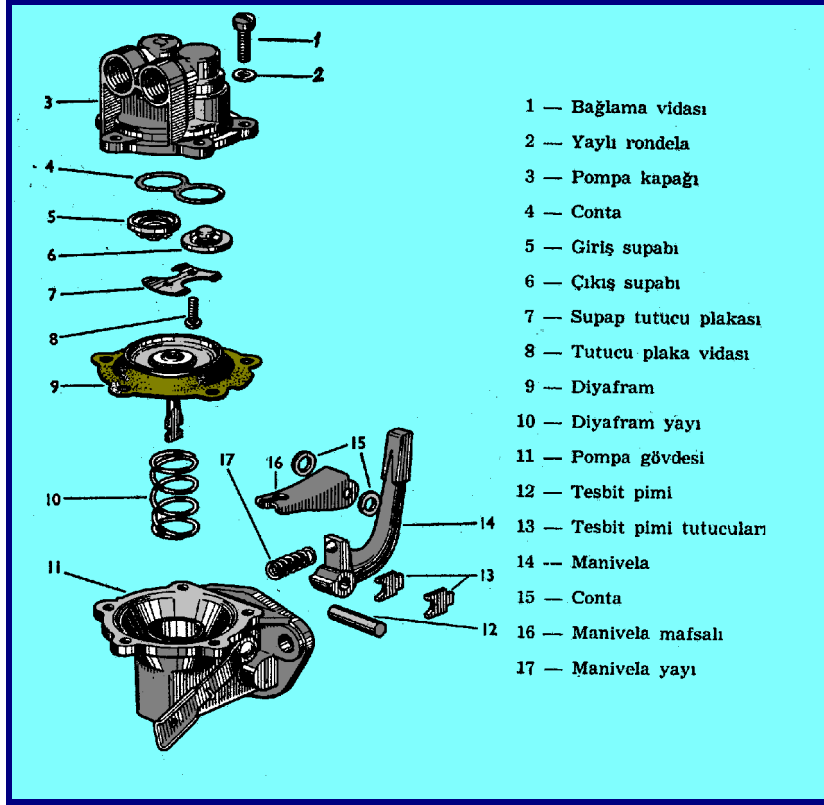
Kam çıkıntısı çekilip kam ökçesi manivelaya gelince, diyafram yay etkisi ile yukarı doğru itilir. Diyafram önündeki hacmi küçülterek yakıtı sıkıştırır.

Basıncı yükselen yakıt giriş valfini kapatır, çıkış valfini açar ve çıkış rekorundan sisteme basılır.



Şekil 3.4: Diyaframli tip besleme pompası kesiti

Şekil 3.5'te diyaframli tip besleme pompasının parçaları görülmektedir.



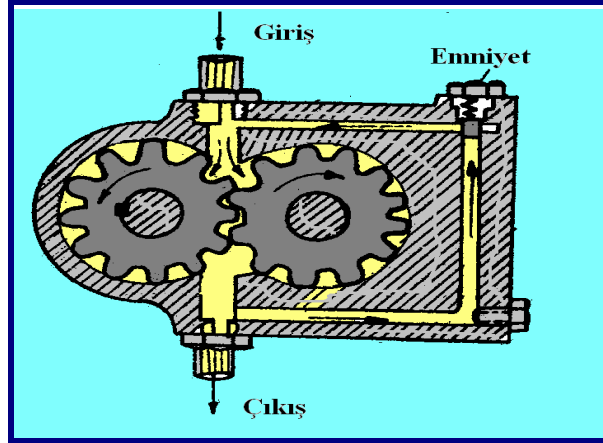
Şekil 3.5:Diyaframlı tip besleme pompasının parçaları

Besleme pompası devamlı olarak sisteme yakıt basar. Motor, gücüne göre az yakıt harcadığı zaman sistemdeki yakıtın miktarı ve dolayısıyla basıncı artar. Bu basınçlı yakıt aynı zamanda diyaframın önünde olduğundan diyafram aşağıda basılı olarak kalır. Bu durumda diyafram hareket edemeyeceğinden pompa sisteme yakıt basamaz. Sistemdeki fazla yakıt tüketilip basıncı tekrar düşünce pompa tekrar çalışmaya başlar.

3.2.3. Dişli Tip Besleme Pompaları

Dişli tip besleme pompalarına daha çok Amerikan yapısı dizel motorlarda rastlanır. Dişli tip besleme pompasında bulunan iki dişliden biri döndüren, diğeri ise döndürülen dişlidir. Döndüren dişli pompayı çalıştıran şafta bağlanmıştır. Döndürülen dişli ise pompanın içinde bulunan sabit bir mile takılmıştır. Çalışma anında bu iki dişli birbirini kavramış durumdadır ve ters yönde döner.

Şekil 3.6 da dişli tip pompa kesiti görülmektedir. Soldaki döndüren dişli sola döndüğünde diğeri dişli sağa döner. Pompanın giriş tarafındaki yakıt boşlukları ile gövde arasından çıkış tarafına taşınır. Giriş tarafında yakıt eksildiğinden emiş oluşur ve yakıt tankından yakıt giriş tarafına dolar. Çıkış tarafında sıkışan yakıt ise basınçlı olarak filtre üzerinde yakıt pompasına gönderilir.



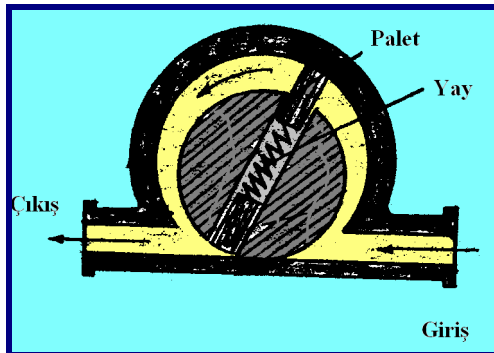
Şekil 3.6: Dişli tip besleme pompası kesiti

Motorun devri arttığı zaman besleme pompasının bastığı yakıt miktarı da artar. Fazla basınçlı yakıt emniyet devresi üzerinde bulunan emniyet valfini etkileyerek valfi açar ve çıkış tarafındaki basınçlı yakıt giriş tarafına döner. Sistemde biriken fazla yakıtın kullanılıp basıncı emniyet valfi yay tansiyonunun altına düşünce pompa sisteme tekrar yakıt basmaya başlar.

3.2.4. Paletli Tip Besleme Pompaları

Paletli tip yağ pompalarına benzer. Distribütör tip DPA ve Roosa-Master yakıt pompalarında çok kullanılır. Şekil 2.7' de görüldüğü gibi yakıt merkezden kaçık bir palet taşıyıcısı içinde hareket eden paletler aracılığı ile giriş tarafından çıkış tarafına taşınır.

Yakıt giriş tarafta sürekli eksildiği için giriş tarafta emiş etkisi oluşur ve yakıt tankından yakıt emilerek pompa girişine dolar. Çıkış tarafta da yakıt biriktiği için basıncı artar ve sisteme basınçlı olarak gönderilir. Üzerlerinde dişli tip besleme pompasında olduğu gibi bir emniyet devresi bulunur.



Şekil 3.7: Paletli tip besleme pompası kesiti

UYGULAMA FAALİYETİ

Dizel yakıt sistemlerinde çok yaygın kullanıldıklarından pistonlu tip beleme pompalarını sökünüz, kontrolü ve bakımını yaparak takınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Alçak basınç borularını sökünüz➤ Besleme pompasını motor üzerinden sökünüz➤ Besleme pompasını sökünüz➤ Besleme pompalarının parçalarının kontrollerini yapınız➤ Besleme pompasını takınız➤ Besleme pompalarını motor üzerine takınız➤ Alçak basınç borularını takınız➤ Yakıt sisteminin havasını alınız➤ Motoru çalıştırınız	<ul style="list-style-type: none">➤ Besleme pompası altına bir kap koyunuz ve besleme pompasının giriş ve çıkışına bağlanan alçak basınç borusu rekorlarını uygun bir anahtarla sökünüz. Dökülen yakıtın kap içene toplanmasına dikkat ediniz.➤ Besleme pompası bağlantı cıvatalarını sökerek pompayı ve contasını dikkatlice çıkarınız. Pompanın dış kısmını motorinle temizleyiniz.,➤ Besleme pompasını mengeneyle bağlayınız. El pompasını sökün ve giriş valfini çıkarınız. Çıkış valfi yay tapasını sökünüz ve valfi ve yayını çıkarınız. Piston yay tapasını sökün, yayı pistonu ve itme çubuğunu çıkarın. Makaralı itici segmanı çıkararak makaralı itici ve yayını çıkarınız.➤ Söktüğünüz parçaların adlarını ve birbirleriyle ilişkilerini tam olarak anlayınız.➤ Giriş ve çıkış valflerini, yaylarını, yuvalarını aşınma ve şekil değişikliği bakımından kontrol ediniz. Piston ve itme çubuğunu, yuvalarında serbest hareket edip etmediğini, derin çizik ve anormal aşınma olup olmadığını kontrol ediniz. Makaralı iticinin makarasının pim üzerinde serbest dönüp dönmediğini ve aşınıp aşınmadığını kontrol ediniz. El pompası pistonunun çalışıp çalışmadığını kontrol edin. Aşınmış parçaları değiştiriniz.

	<ul style="list-style-type: none">➤ Besleme pompası parçalarını motorin ile yıkadıktan sonra sökme sırasının tersi sıra izleyerek monte edin.➤ Besleme pompasının contasını yenisi ile değiştirerek yakıt pompası üzerindeki yerine kasıntı yapmayacak şekilde takın ve cıvatalarını dikkatlice sıkın.➤ Besleme pompası girişi ve çıkışına takılan alçak basınç borularının rekorlarını el ile yerlerine takın, rekor vidasının boşluğunu el ile alın daha sonra uygun bir anahtarla dikkatlice sıkın.➤ İş önceki işlemde yaptığınız gibi hava alma işlemi yapın.➤ Motoru öğretmen gözetiminde çalıştırın.
--	--

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları cevaplayarak öğrenme faaliyetinde kazanmış olduğunuz bilgileri ölçünüz.

ÖLÇME SORULARI

1. Besleme pompalarının görevi aşağıdakilerden hangisidir?
 - A) Yakıt tankından emerek çektiği yakıtı 1,5-3 bar basınçla yakıt filtresi üzerinden yakıt pompasına göndermek
 - B) Yakıt tankından emerek çektiği yakıtı 1,5-3 bar basınçla yakıt filtresi üzerinden enjektöre göndermek
 - C) Yakıt tankından emerek çektiği yakıtı 80-400 bar basınçla yakıt filtresi üzerinden enjektöre göndermek
 - D) Yakıt tankından emerek çektiği yakıtı 80-400 bar basınçla yakıt filtresi üzerinden yakıt pompasına göndermek
2. Pistonlu tip besleme pompalarında pompa emme işlemi yaparken pistonun hareketini aşağıdakilerden hangisi sağlar?
 - A) Pompa içine dolan yakıtın basıncı
 - B) İrtibat çubuğu
 - C) Kam çıkıntısı
 - D) Piston yayı
3. Pistonlu tip besleme pompasında emniyet devresi nasıl çalışır?
 - A) Devredeki yakıtın basıncı artınca pistonun önündeki yakıt, pistonu makaralı iticiye doğru iter ve yakıt basılmasına engel olur.
 - B) Devredeki yakıtın basıncı artınca pistonun arka hücrelerinde bulunan yakıtın basıncı da artar ve yay basıncını yenerek pistonu askıda tutar. Böylece yakıt bir süre basılmaz.
 - C) Devredeki yakıtın basıncı artınca el pompası çalıştırılarak fazla yakıt tanka basılır.
 - D) Devredeki yakıtın basıncı artınca el pompası emme valfini açık tutar ve yakıt basılmaz.
4. Diyaframli tip besleme pompasında yakıtın basılması nasıl gerçekleşir?
 - A) Kam çıkıntısı manivelayı iter manivela diyaframı sıkıştırarak önündeki yakıtı basar.
 - B) Kam çıkıntısı manivelayı iter manivela diyaframı çekerek diyaframın arka hücrendeki yakıtı basar.
 - C) Kam çıkıntısı çekilip kam ökçesi manivelaya gelince diyafram yayı diyaframı iter. Diyafram önündeki yakıtı sıkıştırarak açılan basma valfinden devreye basar.
 - D) Kam çıkıntısı çekilip kam ökçesi manivelaya gelince manivela diyaframı çeker ve arka hücredeki yakıtı basar.

5. Dişli tip besleme pompasının emniyet devresi nasıl çalışır?
- A) Devredeki yakıtın basıncı artınca serbest dişli ters yönde dönerek basınçlı yakıt pompa girişine geri döner.
 - B) Devredeki yakıtın basıncı artınca emniyet valfi açılarak çıkış tarafındaki basınçlı yakıt pompa girişine geri döner.
 - C) Devredeki yakıtın basıncı artınca dişlileri dönüşü durarak bir süre yakıt basılmaz.
 - D) Devredeki yakıtın basıncı artınca basınçlı yakıt dişli boşluklarından pompa girişine geri döner.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Cevaplayamadığınız veya yanlış cevapladığınız soru var ise ilgili konuyu tekrar ediniz.

UYGULAMALI TEST

Yaptığımız uygulamayı aşağıdaki değerlendirme ölçeğine göre değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Alçak basınç borularını söktünüz mü?		
2. Besleme pompasını motor üzerinden söktünüz mü?		
3. Besleme pompasını söktünüz mü?		
4. Besleme pompalarının parçalarını kontrol ettiniz mi?		
5. Besleme pompasını taktınız mı?		
6. Besleme pompalarını motor üzerine taktınız mı?		
7. Alçak basınç borularını taktınız mı?		
8. Yakıt sisteminin havasını aldınız mı?		
9. Motoru çalıştırdınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Tüm cevaplarınızın evet olması halinde bir sonraki uygulama faaliyetine geçiniz. Hayır, olarak işaretlediğiniz işlem basamakları varsa bu işlem basamaklarını tekrar gözden geçiriniz, hatalı yaptığımız uygulama faaliyetini düzeltiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-4

AMAÇ

İş yerinde hukuk kuralları çerçevesinde özlük haklarınızın neler olabileceğini öğreneceksiniz.

Bu öğrenme faaliyeti sonunda gemi dizel motorları ve yakıt sisteminde kullanılan, enjektörlerin bakım ve onarımını makine kataloguna uygun olarak yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Çevrenizde bulunan bir dizel motorunu inceleyerek enjektörlerin motor üzerinde yakıt sistemindeki yerini ve görevini araştırınız. Araştırmanızı bir doküman haline getirerek arkadaşlarınızla paylaşınız.

4. ENJEKTÖRLERİN BAKIM VE ONARIMI

4.1. Enjektörlerin Görevleri

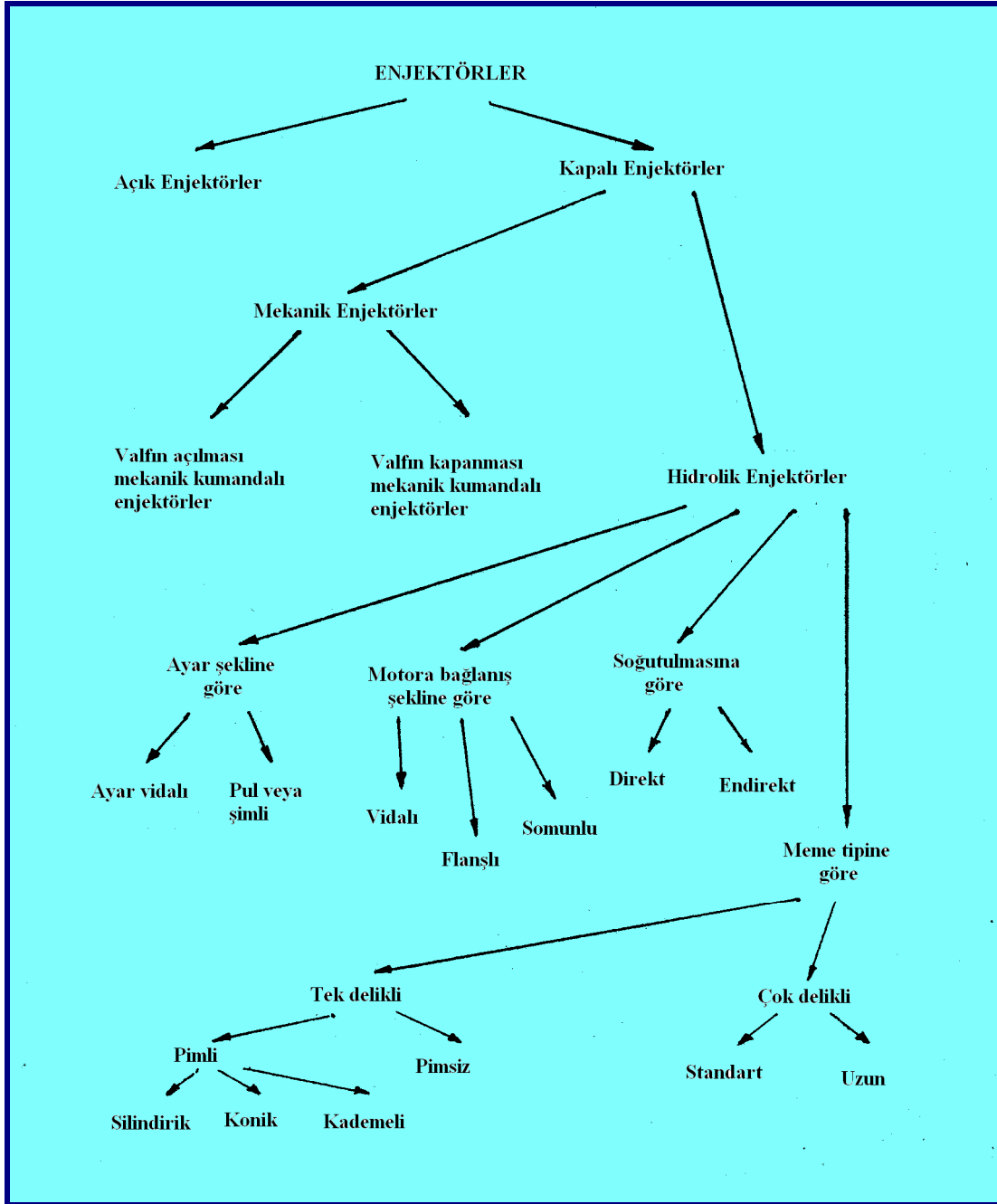
Yakıt pompasının gönderdiği basınçlı yakıtı yanma odasına püskürtten elemanlara enjektör denir. Enjektörün yakıtı püskürtürken şu görevleri yapması istenir:

- Püskürtme için gerekli basınç oluşuncaya kadar yakıtı yanma odasından uzak tutmak. Gerekli basınç oluşunca açılarak ani olarak püskürtmek. Püskürtme sonunda damlatmadan yakıtı hemen kesmek.
- Yakıtı atomize etmek. Yakıtı istenilen zerre büyüklüğünde püskürtmek.
- Yakıtı silindir içinde istenilen derinliğe püskürtmek.
- Yakıtı yanma odasının şekline uygun açıda püskürtmek.
- Yüksek basınçlara dayanmak.

Yakıtın silindir içinde istenilen derinliğe püskürtülmesine, sıkıştırılmış havanın basıncı ve enjektör memesinin delik boyu etki eder. Enjektör açıkta denendiği zaman elde edilen huzme uzunluğu silindir içinde yüksek basınç ortamında elde edilemez. Çünkü, sıkıştırılmış havanın direnci açıkta elde edilen huzme boyunun kısılmasına neden olur. Meme delik boyu ne kadar uzun olursa huzmenin etki alanı o kadar uzun olur.

4.2. Enjektörlerin Çeşitleri ve Yapısal Özellikleri

Enjektörlerin yapılarına ve çalışmalarına göre çeşitleri aşağıdaki şemada gösterilmiştir.

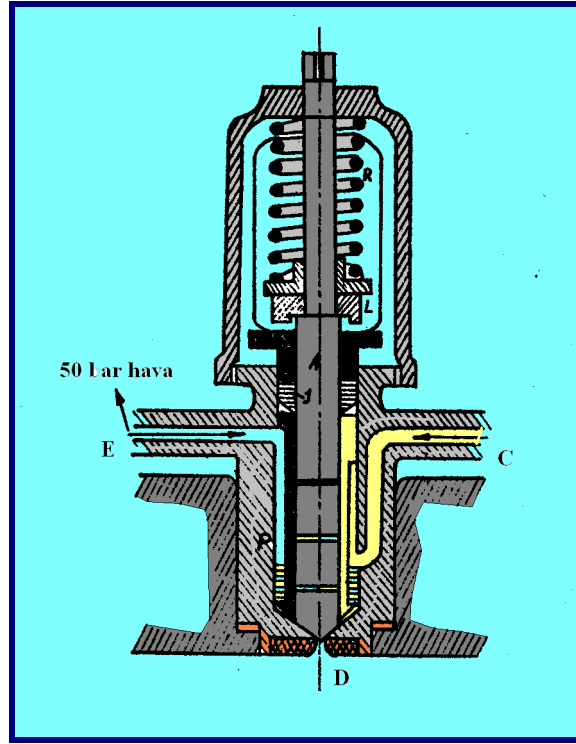


4.2.1. Açık Enjektörler

İlk dizel motorlarındaki hava ile püskürtmeli yakıt sistemlerinde kullanılmışlardır. Şekil 4.1’de görüldüğü gibi açık enjektörlerde, yakıtı getiren boru ve enjektör gövdesindeki kanal, meme deliği aracılığı ile doğrudan doğruya yanma odasına açılmaktadır.

Motorun sıkıştırma zamanında yakıt pompası tarafından gönderilen yakıt, (C) kanalından girer. Püskürtme başlangıcında (E) kanalından da 50 bar basıncında hava gelir. Hava ile yakıt burada karışarak açılan (D) kanalından silindire birlikte püskürtülür.

Açık enjektörlerin yapıları sade ve basittir. Delikleri çabuk tıkanmaz. Ancak püskürtme basıncı çabuk yükselemez ve püskürtme sonunda damlatır. Bu nedenle günümüz motorlarında kullanılmaz.



Şekil 4.1: Açık enjektör kesiti

4.2.2. Kapalı Enjektörler

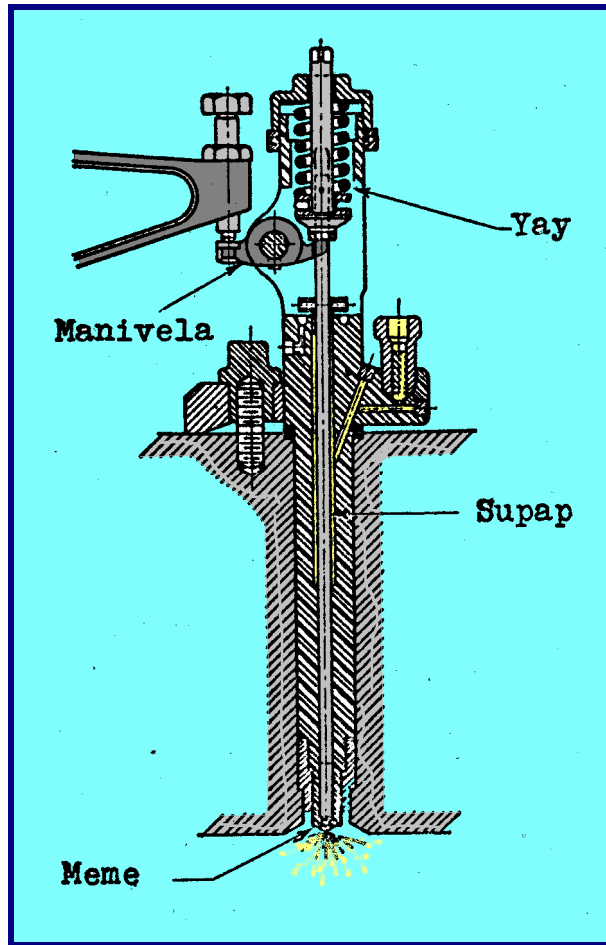
- Mekanik enjektörler
- Hidrolik enjektörler

4.2.2.1. Mekanik Enjektörler

İğnesi veya valfi bir kam ve itecek yardımıyla açılarak veya kapanarak yakıt püskürten enjektörlere mekanik enjektör denir. Mekanik enjektörler iki çeşittir:

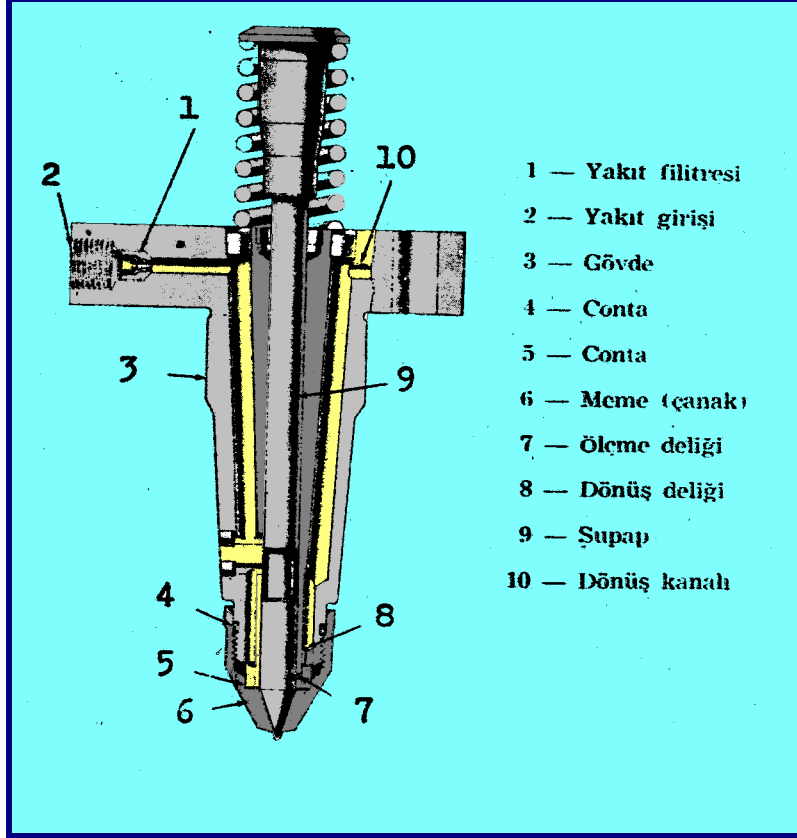
Valfin açılması mekanik kumandalı enjektörler: Genellikle müşterek manifold sistemi pompalarda kullanılan bu enjektörler, şekil 4.2' de görüldüğü gibi valf, yay basıncı ile aşağı doğru bastırılarak meme deliğini kapatır.

Pompadan gelen 200-350 bar basıncında yakıt, giriş kanalından girerek meme ucuna kadar gelir. Püskürtme zamanında kamdan hareket alan itme çubuğu manivelaları harekete geçirir ve valf yukarı kalkar, delik açılır ve yakıt silindire püskürtülür.



Şekil 4.2: Valfin açılması mekanik kumandalı enjektör kesiti (vickers)

Valfin kapanması mekanik kumandalı enjektörler: Günümüzde kullanılan gerçek açık enjektörler olarak sayılabilirler. Cummins PT yakıt sistemlerinde kullanılan bu tip enjektör kesiti Şekil 4.3' de görülmektedir.



Şekil 4.3: Valfin kapanması mekanik kumandalı enjektör kesiti (cummins pt)

Bu tip enjektörlere yakıt pompadan tek boru aracılığı ile gelir. Pompadan devamlı basınç altında gelen yakıt sol taraftaki kanaldan enjektöre girer. Valf yay etkisi ile yukarıya çekili olduğu zaman yakıt dönüş kanalı açıktır ve yakıt geri döner. Emme zamanı sonuna doğru valf bir miktar daha kalkarak ölçme deliğini açar ve yakıt meme ucuna dolar. Püskürtme anında valf mekanik olarak aşağıya itilir. Ölçme deliği kapandıktan sonra meme içindeki yakıt sıkıştırılır ve 1000 bar basınçla silindire püskürtülür. Valf püskürtme sonunda meme içine iyice oturarak yakıtı keser.

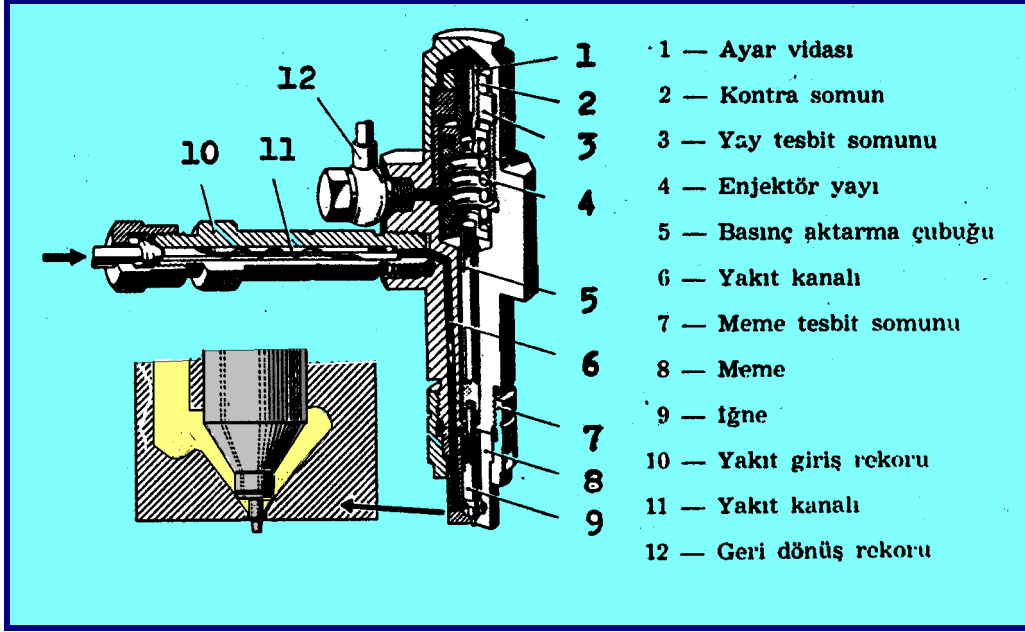
4.2.2.2. Hidrolik Enjektörler

Enjektör meme deliğini kapatan iğne veya valf, yakıtın basıncıyla açılıyor ve püskürtme oluyorsa, bu enjektörlere hidrolik enjektör denir. Günümüz dizel motorlarında yay basıncı ve hidrolik olarak açılan enjektörler yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bir hidrolik enjektör üç ana kısımdan oluşur. Bunlar:

- Yakıt giriş rekoru
- Gövde
- Meme

Enjektörün diğer parçaları şekil 4.4' te görülmektedir.



Şekil 4.4: Hidrolik Enjektörün Kesiti

4.3. Enjektörün Çalışması

Yakıt pompasından basıncı yükseltilmiş ve miktarı ölçülmüş olarak gelen yakıt, giriş rekorundan girer. Gövde üzerindeki dikey kanaldan meme üst dairesel kanalına ve oranda da meme dikey kanalı yolu ile meme basınç odasına gelir. Bu anda yay, basınç aktarma çubuğu ile iğneyi aşağı doğru bastırmıştır ve meme çıkış deliği kapalıdır. Meme basınç odasına devamlı yakıt geldiğinden basıncı yükselir. Bütün yüzeylerle beraber iğnenin konik yüzeyine de basınç yapar ve iğneyi yukarı kaldırmak ister. Yakıt basıncı enjektör yayının basıncını yenecek değere ulaştığında iğne yukarı kalkar. İğnenin kalkmasıyla açılan meme deliklerinden yakıt atomize durumda silindire püskürtülür.

Yakıt pompası yakıt göndermeyi kestiğinde basınç odasındaki basınç azalır ve yay, basınç aktarma çubuğu aracılığı ile iğneyi yerine oturtur. Püskürtme sona erer. İğne ile meme arasında 0,001 mm boşluk vardır. İğnenin çalışması anında bir kısım yakıt buradan yukarıya sızar. Sızan bu yakıt iğneyi, basınç aktarma çubuğunu, yayı ve ayar vidasını yağladıktan sonra geri dönüş borusundan tanka geri döner.

Görüldüğü gibi yay basıncı püskürtme basıncını doğrudan etkiler. Yay basıncı yüksek olursa yakıt basıncı da yüksek olmalıdır.

Yay basıncı düşük olursa da yakıt düşük basınçta püskürtülür. Dolayısıyla püskürtme şekli bozulur ve yanma verimsiz olur. Sonuç olarak, yay basıncını değiştirerek püskürtme basıncını ayarlayabiliriz.

Hidrolik enjektörlerin püskürtme basınçları iki şekilde ayarlanır. Bunlar:

- Ayar vidası ile
- Ayar pulları ile

Ayar vidası ile: Enjektörün püskürtme basıncını değiştirebilmek için yay üzerine bir ayar vidası ve bu vidanın gevşemesini önlemek için de bir kontra somun konulmuştur. Kontra somun gevşetilip ayar vidası sıkılırsa yay basıncı artar. Ayar vidası gevşetilirse yayın basıncı azalır.

Ayar pulları ile: Enjektörün yayı altına veya üstüne konacak belli kalınlıktaki ayar pulu, yayın basıncını artırır. Yayın altından veya üstünden pul alınır ise de yayın basıncı azalır.

Enjektörlerin motora bağlanması: Enjektörler için çok değişik gövdeler yapılmaktadır. Bu gövdeler enjektörün bütün parçalarının bir araya toplanmasını, çalışmasını ve motora bağlanmasını sağlarlar.

Enjektörlerin motordaki yerlerine bağlanması üç şekilde olur. Bunlar:

- Flanşlı bağlantı: Enjektör gövde üzerinde bulunan ayrı flanş ve iki civata yardımıyla motora bağlanır.
- Vidalı bağlantı: Enjektör gövdesi üzerine vida dişi açılmıştır. Gövde, üzerindeki vida ile motora vira edilerek bağlanır.
- Somunlu bağlantı: Enjektör gövdesi üzerinde ayrı bir bağlantı somunu vardır. Bu somun motordaki yerine vira edilerek enjektörün bağlantısı yapılır.

4.4. Enjektörlerde Yapılan Kontrol ve Ayarlar

Günümüzde yaygın olarak hidrolik enjektörler kullanıldığı için hidrolik enjektörleri kontrol ve ayarları anlatılacaktır.

Enjektörler çalışma şartlarına göre belirli süreler sonunda kontrol edilmelidir. Enjektörün çalışmasında memenin önemi büyük olduğundan kontroller daha çok meme üzerinde toplanır.

Bakıma alınan enjektörde herhangi bir temizleme ve ayar yapmadan önce son durumu anlamak için bazı kontroller yapılır. Bunlar:

- Püskürtme basıncı kontrolü (Cihazda denenerek saptanır)
- Püskürtme şekli kontrolü
- Meme deliklerinin tıkanıklığı
- Meme ve gövde arasında sızıntı kontrolü
- Meme iğnesi ile meme arsından sızıntı kontrolü

Bu kontroller sonucunda bulunan arızaya göre gerekli ayar, alıştırma, taşlama ve parça değişimi saptanır. Bu saptanan işlemin yapılabilmesi için enjektörün dış kısmı motorinle iyice yıkanır ve temizlenir. Meme, enjektör gövdesinden sökülür ve iğne çıkarılır. Eğer iğne aşırı ısı nedeniyle mavileşmiş ise iğne ve yuvası çizilmiş, hasara uğramışsa bu meme tekrar kullanılmamalıdır. İğne ve memede fazla hasar ve çizik yoksa iğne oturma yüzeyi taşlanıp özel macunla alıştırılır. Ancak taşlama ve alıştırma yapılacak memede geri kaçak ve sızıntısı ve iğnenin kalkma yüksekliği normal sınırlar içinde olmalıdır.

Memesi değiştirilen, taşlanan veya normal çalışmada tekrar kullanılacak enjektörün şu kontrol ve ayarları mutlaka yapılmalıdır:

- Püskürtme basıncı kontrol ve ayarı
- Geri kaçak ve sızıntı kontrolü
- Püskürtme şekli kontrolü
- Damlama kontrolü

Bu kontrol ve ayarlar el kontrol aleti ve otomatik kontrol aleti ile yapılabilir. Burada el kontrol aleti ile yapılan kontrol ve ayarlar anlatılacaktır. Şekil 4.5' te enjektör el kontrol cihazı görülmektedir.

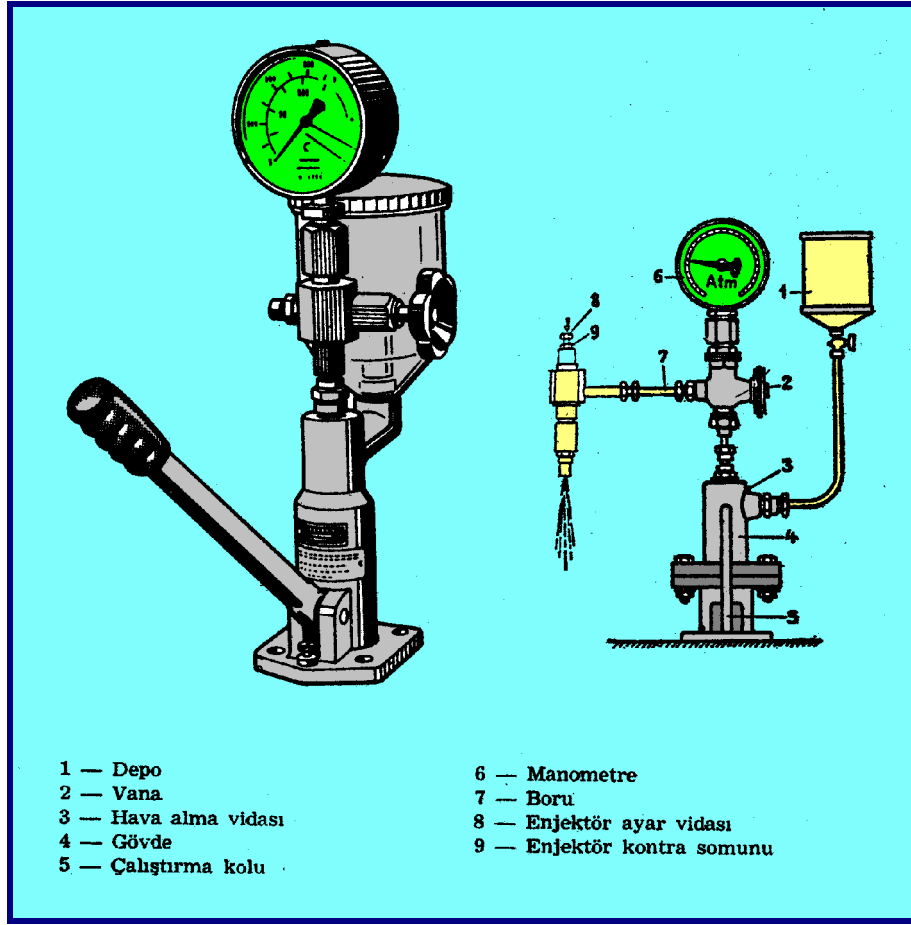
4.4.1. Püskürtme Basıncı Kontrol ve Ayarı

Enjektör, muhafaza kapağı söküldükten sonra uygun bir boru ile kontrol aletine bağlanır. Kontra somun gevşetilerek ayar vidası geriye alınır. Alet kolu çalıştırılır ve enjektörün içinin yıkanması sağlanır.

Daha sonra ayar vidası yavaş yavaş sıkılırken aletin kolu çalıştırılır ve yakıtın püskürtme değeri manometreden saptanır. Manometredeki püskürtme değeri, katalog değerine erişince kontra somun sıkılarak ayar vidası tespit edilir.

Ayarı pul ile yapılan enjektörlerde püskürtme basıncı katalog değerinden az ise yayın altına veya üstüne pul konur. Ayar değeri katalog değerinden fazla ise pul alınır.

Enjektör yayı değiştirilmişse ayar değerleri katalog değerinden % 10 daha fazla değere ayarlanır. Çünkü yeni yay bir süre sonra esnekliğinden bir miktar kaybeder.



Şekil 4.5: Enjektör el kontrol aleti

4.4.2. Geri Kaçak ve Sızıntı Kontrolü

Bu kontrolün amacı, iğne ile yuvası arasındaki boşluğun artıp artmadığını saptamaktır. Kontrol aletine bağlı enjektörün kontrolünü yapabilmek için aletin koluna yavaşça basılarak kontrol basıncı 150 bara yükseltilir. Aletin kolu basılı tutulurken manometredeki 50 barlık basınç düşmesi süresi saniye olarak saptanır.

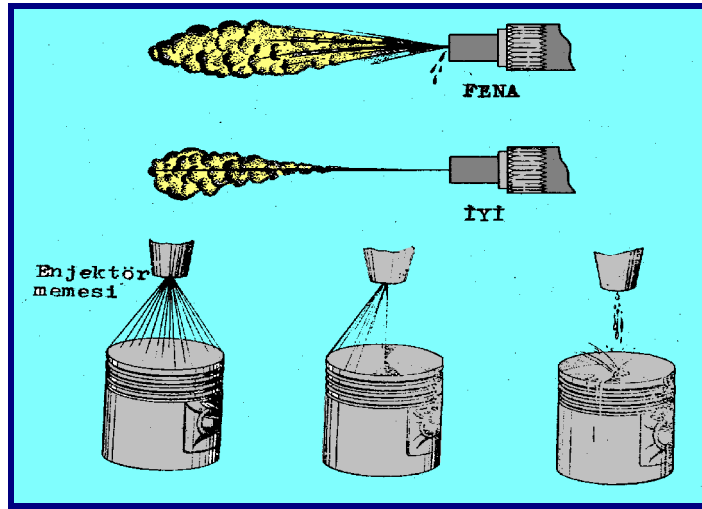
Saptanan bu değer, eski memelerde 6-45 saniye, yeni memelerde 15-45 saniye arasında olmalıdır. Eğer bulunan değer, altı saniyeden az ise memenin değiştirilmesi gerekir. Bulunan değer 45 saniyeden fazla ise meme delikleri tıkanmış veya iğne sıkışıktır. İğnenin temizlenmesi gerekir.

Bu işlemin yapılabilmesi için enjektör püskürtme basıncının 150 bar veya daha fazla olması gerekir. Püskürtme basıncı 150 bardan düşük enjektörlerde bu işlem ile bir önceki işlem yer değiştirmelidir.

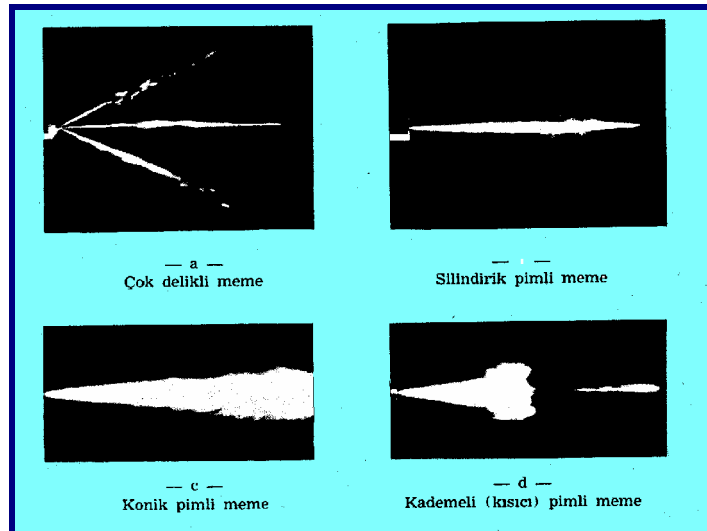
4.4.3. Püskürtme Şekli Kontrolü

Püskürtme şekli kontrolü, yakıtın istenilen şekilde ve ince zerreler halinde püskürtülüp püskürtülmediğini saptamak için yapılır. Kontrol aletinin irtibat vanası kapatılarak manometre ani darbelerden korunur. Aletin kolu ortalama dakikada 60 -70 basma yapacak şekilde hareket ettirilir ve enjektörden yakıt püskürtülür.

Bu anda enjektör “gırt gırt” diye bir ses çıkarmalı ve yakıt iyi bir şekilde tozlaşabilmelidir. Çıkan yakıt demetinden bir sapma veya damlama olmamalıdır. Enjektörün püskürtme şeklini özel kataloglardan bularak ikisi arasında karşılaştırma yapmak en iyi yoldur. Enjektörde püskürme şekilleri şekil 4.6’da gösterilmiştir. Şekil 4.7’ de de bazı enjektörlerin püskürtme anında alınmış stroboskop görüntüleri görülmektedir.



Şekil 4.6: Enjektörde püskürtme şekilleri



Şekil 4.7: Çeşitli memelerin püskürtme şekli stroboskop resimleri

4.4.4. Damlama Kontrolü

Bu kontrol, iğne oturma yüzeyinin yuvasına tam oturup oturmadığını saptamak için yapılır.

Enjektör kontrol aletine bağlanır. Meme ucu temiz bir bezle kurulanır. Aletin koluna basılır ve kontrol basıncı püskürtme basıncının 10 bar eksiğine kadar yükseltilir. Meme ucuna bir kurutma kâğıdı ile değdirilir. Kurutma kâğıdında oluşacak motorin lekesinin çapı, bir dakikada 10-12 mm' yi geçmemelidir. Eğer geçiyorsa meme damlatıyor demektir. Bu durumda iğne oturma yüzeyi taşlanır, alıştırılır veya meme değıştırilir.

UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Enjektörlerin yüksek basınç borusu bağlantısını sökün.➤ Enjektörleri motor üzerinden sökün➤ Enjektörlerin cihazda ilk kontrollerini yapın➤ Enjektörü temizleyin➤ Enjektörleri sökün➤ Enjektörlerin meme ve iğnesini kontrol edin➤ Enjektörleri takın➤ Enjektörlerin cihazda kontrol ve ayarlarını yapın➤ Enjektörleri motor üzerine takın➤ Motoru çalıştırın	<ul style="list-style-type: none">➤ Yüksek basınç burusunu rekor anahtarı ile sökün. Açık ağızlı anahtarı ile sökerseniz rekor somununun köşelerinin sıyrılmasına neden olabilirsiniz.➤ Enjektörü motora bağlayan flanş veya vidayı veya somunu uygun bir anahtarla sökün.➤ Enjektörü cihaza bağlayarak; Püskürtme basıncını, püskürtme şeklini, Meme deliklerinin tıkalı olup olmadığını, meme ve gövde arasından yakıt sızması olup olmadığını, meme ve iğne arasında yakıt sızıntısı olup olmadığını kontrol edin.➤ Enjektörü motorin ile güzelce yıkayın.➤ Enjektör gövdesini mengeneye bağlayarak, memeyi gövdeye bağlayan somunu uygun bir anahtarla sökerek memeyi gövdeden ayırın, enjektör parçalarını motorin ile yıkayın basınçlı hava ile kurulayın.➤ Enjektör iğnesini memeden çıkararak meme deliklerini ve iğneyi kontrol edin. İğne mavileşmişse, iğne ve yuvası çizilmişse memeyi değiştirin. İğne ve meme hasarlı değilse özel macun ile iğne ve memeyi alıştırın.➤ Enjektör parçalarını temiz motorin ile tekrar yıkayarak takın.➤ Enjektör muhafaza kapağını sökün, Kontra somun ve ayar vidasını gevşetin.➤ Enjektörü kontrol ve ayar cihazına bağlayın. Püskürtme basıncı kontrol ve ayarını, geri kaçak ve sızıntı kontrolünü, püskürtme şekli kontrolünü ve damlama kontrolünü Sayfa 77-80' de anlatıldığı gibi yapın.➤ Ayarlanmış ve kullanılmasına karar verilen enjektörü dikkatlice motordaki yuvasına yerleştirin, flanşını veya vidasını veya somununu dikkatline sıkın➤ Motoru denemek için öğretmen gözetiminde çalıştırınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları cevaplayarak öğrenme faaliyetinde kazanmış olduğunuz bilgileri ölçünüz.

ÖLÇME SORULARI

1. Aşağıdakilerden hangisi hidrolik enjektörlerin görevlerinden değildir?
 - A) Yakıtın basıncını yükseltmek
 - B) Yakıtı istenilen zerre büyüklüğünde silindir içine püskürtmek
 - C) Yakıtı silindir içinde istenilen derinliğe püskürtmek
 - D) Püskürtme sonunda damlatmadan yakıtı hemen kesmek
2. Aşağıdakilerden hangisi hidrolik enjektörün parçalarından değildir?
 - A) Meme
 - B) Gövde
 - C) Makaralı itici
 - D) Yakıt giriş rekoru
3. Açık enjektörler yakıtı silindir içine nasıl püskürtür?
 - A) Yakıt pompasından gelen yakıtın basıncı iğneyi basılı tutan yay basıncını yendiğinde iğne meme deliklerini açar ve yakıt silindir içine basınçla püskürtülür.
 - B) Sıkıştırma zamanı sonunda yakıt pompasından enjektöre gelen yakıt, kompresörden gelen hava ile silindir içine püskürtülür.
 - C) Püskürtme zamanında kamdan hareket alan itme çubuğu manivelaları harekete geçirir ve valf yukarı kalkar, delik açılır ve yakıt silindire püskürtülür.
 - D) Püskürtme zamanında kam iğneyi iter yakıtı sıkıştırarak silindire püskürtür.
4. Hidrolik enjektörler yakıtı silindir içine nasıl püskürtür?
 - A) Yakıt pompasından gelen yakıtın basıncı iğneyi basılı tutan yay basıncını yendiğinde iğne meme deliklerini açar ve yakıt silindir içine basınçla püskürtülür.
 - B) Sıkıştırma zamanı sonunda yakıt pompasından enjektöre gelen yakıt, kompresörden gelen hava ile silindir içine püskürtülür.
 - C) Püskürtme zamanında kamdan hareket alan itme çubuğu manivelaları harekete geçirir ve valf yukarı kalkar, delik açılır ve yakıt silindire püskürtülür.
 - D) Püskürtme zamanında kam iğneyi iter yakıtı sıkıştırarak silindire püskürtür.

5. Hidrolik enjektörlerde iğne ile meme arasındaki boşluk ne kadardır?
A) 0,1 mm
B) 0,01 mm
C) 0,001 mm
D) 0,0001 mm
6. Hidrolik enjektörlerde iğne ile meme arası nasıl yağlanır?
A) Motor yağlama devresinden gelen yağ ile yağlanır.
B) Enjektör üzerinde bulunan yağlama düzeneği ile yağlanır.
C) Külbütörün yağlama devresinde gelen yağ ile yağlanır.
D) İğne ve meme arasına sızan motorin ile yağlanır.
7. Aşağıdakilerden hangisi enjektörü motora bağlama yöntemi değildir?
A) Flanşlı bağlantı
B) Perçinli bağlantı
C) Vidalı bağlantı
D) Somunlu bağlantı
8. “Enjektör, muhafaza kapağı söküldükten sonra uygun bir boru ile kontrol aletine bağlanır. Kontra somun gevşetilerek ayar vidası geriye alınır. Alet kolu çalıştırılır ve enjektörün içinin yıkanması sağlanır. Daha sonra ayar vidası yavaş yavaş sıkılırken aletin kolu çalıştırılır ve yakıtın püskürtme değeri manometreden saptanır. Manometredeki püskürtme değeri, katalog değerine erişince kontra somun sıkılarak ayar vidası tespit edilir.”
Yukarıdaki anlatım enjektörlerde yapılan kontrol ve/veya ayarlardan hangisine aittir?
A) Püskürtme basıncı kontrol ve ayarı
B) Geri kaçak ve sızıntı kontrolü
C) Püskürtme şekli kontrolü
D) Damlama kontrolü
9. “Kontrol aletine bağlı enjektörün kontrolünü yapabilmek için aletin koluna yavaşça basılarak kontrol basıncı 150 bara yükseltilir. Aletin kolu basılı tutulurken manometredeki 50 barlık basınç düşmesi süresi saniye olarak saptanır.”
Yukarıdaki anlatım enjektörlerde yapılan kontrol ve/veya ayarlardan hangisine aittir?
A) Püskürtme basıncı kontrol ve ayarı
B) Geri kaçak ve sızıntı kontrolü
C) Püskürtme şekli kontrolü
D) Damlama kontrolü

10. “Enjektör kontrol aletine bağlanır. Meme ucu temiz bir bezle kurulanır. Aletin koluna basılır ve kontrol basıncı püskürtme basıncının 10 bar eksiğine kadar yükseltilir. Meme ucuna bir kurutma kâğıdı ile değiştirilir. Kurutma kâğıdında oluşacak motorin lekesinin çapı, bir dakikada 10-12 mm’yi geçmemelidir.”

Yukarıdaki anlatım enjektörlerde yapılan kontrol ve/veya ayarlardan hangisine aittir?

- A) Püskürtme basıncı kontrol ve ayarı
- B) Geri kaçak ve sızıntı kontrolü
- C) Püskürtme şekli kontrolü
- D) Damlama kontrolü

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Cevaplayamadığınız veya yanlış cevapladığınız soru var ise ilgili konuyu tekrar ediniz.

UYGULAMALI TEST

Yaptığımız uygulamayı aşağıdaki değerlendirme ölçeğine göre değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Enjektörlerin yüksek basınç borusu bağlantısını söktünüz mü?		
2. Enjektörleri motor üzerinden söktünüz mü?		
3. Enjektörlerin cihazda ilk kontrollerini yaptınız mı?		
4. Enjektörleri temizlediniz mi?		
5. Enjektörleri söktünüz mü?		
6. Enjektörlerin meme ve iğnesini kontrol ettiniz mi?		
7. Enjektörlerin meme ve iğnesini alıştırdınız mı? Gerekliyse değiştirdiniz mi?		
8. Enjektörleri taktınız mı?		
9. Enjektörlerin cihazda kontrol ve ayarlarını yaptınız mı?		
10. Enjektörleri motor üzerine taktınız mı?		
11. Yüksek basınç borularını enjektör giriş rekorlarına taktınız mı?		
12. Motoru çalıştırdınız mı?		

DEĞERLENDİRME

“Hayır” olarak işaretlenen işlem basamaklarını tekrar gözden geçirin. Hatanın nereden kaynaklandığını bulunuz ve düzeltiniz. Tüm cevaplarınızın “Evet” olması halinde modül değerlendirmeye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki ifadelerin doğru veya yanlış olduğunu belirterek, modül öğrenme faaliyetlerinde kazanmış olduğunuz bilgileri ölçünüz.

	ÖLÇME SORULARI	Doğru	Yanlış
1.	Dizel motorlarda eksoz gazlarındaki karbon monoksit (CO) oranı , benzinli motorlardan daha çoktur.		
2.	Pervane ve ana makineyi dikey şaft ile bağlayan sistemde devir düşürücü kullanılamaz		
3.	Dizel-jeneratör sisteminde; dizel makinelerin şaftlarına bağlı jeneratörlerin ürettikleri doğru akım, geminin kıç tarafına yerleştirilmiş ağır devirli elektrik motorlarının çalıştırılmasında kullanılır. Elektrik motorlarının kısa şaftlarına ise pervaneler bağlanmıştır.		
4.	Dönüş akımlı süpürme yönteminde süpürme portlarından silindire verilen hava silindir kapağına doğru yükselir ve ona çarparak geri döner, önüne kattığı eksoz gazlarını eksoz portundan silindir dışına atar.		
5.	Dört zamanlı motorlarda piston, eksoz zamanı sonu emme zamanı başlangıcında Ü.Ö.N' da iken emme ve eksoz valflerinin kısmen açık olması durumuna SENTE denir.		
6.	Dört zamanlı dizel motorların sıkıştırma oranları 14/1 ile 22/1 arasındadır.		
7.	Motorlarda dört zaman oluşurken silindir içi basınçların atmosferik basınca göre farklarını göstermek amacıyla çizilen diyagramlara indikatör diyagramı, bu diyagramın çiziminde kullanılan alete ise indikatör denir.		
8.	Dizel motorlarda yakıt ve havanın yanması bujide çakan kıvılcım ile başlar.		
9.	Hızlı yanmada yakıt, yüksek sıcaklık ve basınç etkisi ile bileşenleri olan hidrojen ve karbona ayrışır ve her ikisi de ayrı ayrı oksijenle birleşerek su buharı (H ₂ O) ve karbondioksit (CO ₂) oluşturur.		
10.	Tutuşma gecikmesi motorun vurutulu ve sesli çalışmasına neden olur.		
11.	Ön yanma odalı motorlarda sıkıştırma oranının çok yüksek olması gerekir.		
12.	SI birim sisteminde güç birimi Joule'dür.		

13.	Mekanik verim, piston üzerinden elde edilen gücün krank şaft ucundan alınmaya kadar kaybını gösterir.		
14.	Dizel yakıtının kendi kendine tutuşmaya karşı gösterdiği direncin ölçüsüne setan sayısı denir.		
15.	Yakıt filtrelerinin görevi; yakıt içerisinde bulunan toz, pislik ve yabancı katı maddeleri süzmektir.		
16.	Metal elemanlı yakıt filtreleri süzme yeteneği en iyi filtredir.		
17.	Besleme pompası ile yakıt pompası arasına iki filtre konulduğu zaman, filtreler; yakıtın çok iyi süzülmesi isteniyorsa devreye paralel olarak bağlanır.		
18.	Günümüzde kullanılan besleme pompaları yakıtın basıncını, 1,5-3 bar basınca yükseltir. Kapasiteleri, motorun harcayacağı en fazla yakıt miktarını karşılayabilecek kadardır.		
19.	Pistonlu tip yakıt besleme pompalarında el pompası çıkış valfi üzerine bağlanır.		
20.	Diyaframlı tip yakıt besleme pompalarında elle çalıştırma kolu, dizel yakıt sisteminden hava almak için kullanılır.		
21.	Enjektörlere gönderilen yüksek basınçlı yakıtı besleme pompası sağlar.		
22.	İğne veya valfi bir kam ve itecek yardımıyla açılarak veya kapanarak yakıt püskürten enjektörlere mekanik enjektör denir.		
23.	Enjektör meme deliğini kapatan iğne veya valf, yakıtın basıncıyla açılıyor ve püskürtme oluyorsa, bu enjektörlere açık enjektör denir.		
24.	Enjektörün yayı altına veya üstüne konacak belli kalınlıktaki ayar pulu, yayın basıncını azaltır ve püskürtme basıncı da azalır.		
25.	Enjektörde püskürtme şekli kontrolü, yakıtın istenilen şekilde ve ince zerreler halinde püskürtülüp püskürtülmediğini saptamak için yapılır.		

DEĞERLENDİRME

Sorulara verdiğiniz cevaplar ile cevap anahtarımızı karşılaştırınız, yanlış cevap verdikleriniz için modülün ilgili faaliyetine dönerek konuyu tekrar ediniz. Cevaplarınız doğru ise performans testine geçiniz.

UYGULAMALI TEST

Çalışan bir dizel motorunun yakıt sistemi elemanlarından, yakıt filtresini, besleme pompasını ve enjektörü söküp, bakımını yaparak tekrar yerine takınız ve motoru çalıştırınız.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Yakıt sisteminin parçalarını belirlediniz mi?		
2. Yakıt filtresinin giriş ve çıkış rekorlarına bağlı olan alçak basınç borularını söktünüz mü?		
3. Yakıt filtresini söktünüz mü?		
4. Besleme pompasının giriş ve çıkış rekorlarına bağlı olan alçak basınç borularını söktünüz mü?		
5. Besleme pompasını motor üzerinden söktünüz mü?		
6. Enjektörlerin giriş rekoruna bağlı olan yüksek basınç borularını söktünüz mü?		
7. Enjektörleri motor üzerinden söktünüz mü?		
8. Yakıt filtre elemanını söktünüz mü?		
9. Yakıt filtre elemanını temizlediniz mi?		
10. Yakıt filtre elemanı değiştirilecekse, elemanı değiştirip filtreyi monte ettiniz mi?		
11. Yakıt filtresini taktınız mı?		
12. Yakıt filtresinin giriş ve çıkış rekorlarına bağlanan alçak basınç borularını taktınız mı?		
13. Besleme pompasını söktünüz mü?		
14. Besleme pompasının parçalarını kontrol ettiniz mi?		
15. Besleme pompasını monte ettiniz mi?		
16. Besleme pompasını motor üzerine taktınız mı?		
17. Besleme pompasının giriş ve çıkış rekorlarına bağlanan alçak basınç borularını taktınız mı?		

18. Enjektörlerin cihazda ilk kontrollerini yaptınız mı?		
19. Enjektörleri temizlediniz mi?		
20. Enjektörleri söktünüz mü?		
21. Enjektörlerin meme ve iğnesini kontrol ettiniz mi?		
22. Enjektörlerin meme ve iğnesini alıştırdınız mı? Gerekliyse değiştirdiniz mi?		
23. Enjektörleri monte ettiniz mi?		
24. Enjektörlerin cihazda kontrol ve ayarlarını yaptınız mı?		
25. Enjektörleri motor üzerine taktınız mı?		
26. Yüksek basınç borularını enjektör giriş rekorlarına taktınız mı?		
27. Yakıt sisteminin havasını aldınız mı?		
28. Motoru çalıştırdınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Yapılan değerlendirme sonunda cevaplarınızı bir kere daha gözden geçiriniz. Hayır, olarak cevap verdiğiniz sorularda modülün ilgili faaliyetine dönerek konuyu tekrar ediniz. Cevaplarınızın tamamı evet ise bir sonraki modüle geçmek için ilgili kişiler ile iletişim kurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1 CEVAP ANAHTARI

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
C	D	A	A	D	A	C	B	D	D	D	A	C	D	A

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
C	D	C	C	A	D	D	A	A	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-2 CEVAP ANAHTARI

1	2	3	4	5
B	C	A	D	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-3 CEVAP ANAHTARI

1	2	3	4	5
A	D	B	C	B

ÖĞRENME FAALİYETİ-4 CEVAP ANAHTARI

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	C	B	A	C	D	B	A	B	D

MODÜL DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Y	Y	D	D	Y	D	D	Y	D	D	D	Y	D	Y	D

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Y	Y	D	Y	D	Y	D	Y	Y	D

KAYNAKÇA

- BİLGİNPERK, Hüseyin, **Dizel Motorları**. M.E.B Devlet Kitapları 1990.
- KÜÇÜKŞAHİN, Fahrettin,. **Dizel Motorları** Cilt I 1985.
- KÜÇÜKŞAHİN, Fahrettin, **Gemi Makineleri** 1997.
- KÜÇÜKŞAHİN, Fahrettin, **Gemi Makineleri Operasyonu 2** 1998.
- KÜÇÜKŞAHİN, Fahrettin, **Gemi Yardımcı Makineleri ve Sistemleri 1** 2001.
- FİLDİŞ A.Muhtar, TÜRKMEN, Hulusi, KARASU Tevfik,. YİĞİT, İsmail. BERİSPEK, Muzaffer, **Motorculuk Dizel İş ve İşlem Yaprakları** M.E.B. Devlet Kitapları 1992.