

9. GEMİ MAKİNE VE SİSTEMLERİ

9.1 GEMİ SEVK ZİNCİRİ VE ANA GÜÇ KAYNAĞI

Gemilerin görevlerini yerine getirebilmesi geminin belli bir hareket yeteneğinin var olmasını gerektirir. Başta ticaret gemileri olmak üzere pek çok deniz aracında sevk sistemi bir veya birkaç pervanenin bir enerji nakil sistemi aracılığıyla bir güç kaynağından güç almasını öngörür.

Daha önceki bölümlerde ana makine (yani ana güç kaynağı) için güç belirlenmesinin nasıl yapılacağı izah edilmişti. İstenen bu güç değişik sistemler kullanılarak elde edilebilir. Genel olarak ana makine seçiminde göz önünde bulundurulacak faktörler:

- Ağırlık
- Gerekli hacim
- İlk yatırım maliyeti
- İşletme masrafları (yakıt ve yağ)
- Bakım masrafları (yedek parça ve overhol)
- Düşük hızda seyir ve manevra talepleri
- Montaj kolaylığı
- Titreşim ve gürültü etkileri
- Güvenirlik ve yedek parça bulma kolaylığı

şeklinde sıralanabilir. Her gemi tipi için bu faktörlerin önemi değişir.

Ağırlık ticaret gemileri için çok önemli bir faktör değildir. Ancak, savaş gemilerinden, yüksek süratli teknelerde ve katamaranlarda büyük önem arz eder. Gerekli hacim için de benzer görüşler ileri sürülebilir. Ancak ağır devirli dizellerde yükseklik bir kısıt olarak ortaya çıkabilir.

İlk yatırım ticaret gemilerinde en önemli unsur olarak ortaya çıkar. Daha doğru bir yaklaşım ömür boyu maliyeti düşünmektir. Ömür boyu maliyet kavramında işletme ve bakım masrafları da göz önüne alınır. Örneğin, ağır yakıt (HFO. Heavy fuel oil) maliyeti deniz tipi dizel yakıtı (MDO. Marine diesel oil veya Gasoil) fiyatının hemen hemen yarısıdır. Dolayısıyla ağır yakıtla çalışan bir dizel motoru işletme yönünden daha ekonomik olacaktır, buna karşılık ağır yakıt kullanımı için bir ön ısıtma sistemi gerekecektir ve bu ilk yatırımı arttırır.

Geminin sıkça düşük hızlarda çalışması ve manevra yapması gereği bazı makine tiplerinin hiç göz önüne alınmamasını ortaya çıkarabilir (örneğin gaz türbinleri).

Gürültü ve titreşim hem makine dairesi içinde ve hem de makinanın yarattığı zorlamalar sonucu yaşam mahallerinde sorun yaratabilecek faktörlerdir. Bugün hem gürültü ve hem de titreşim için uyulması gereken uluslararası standartlar mevcuttur.

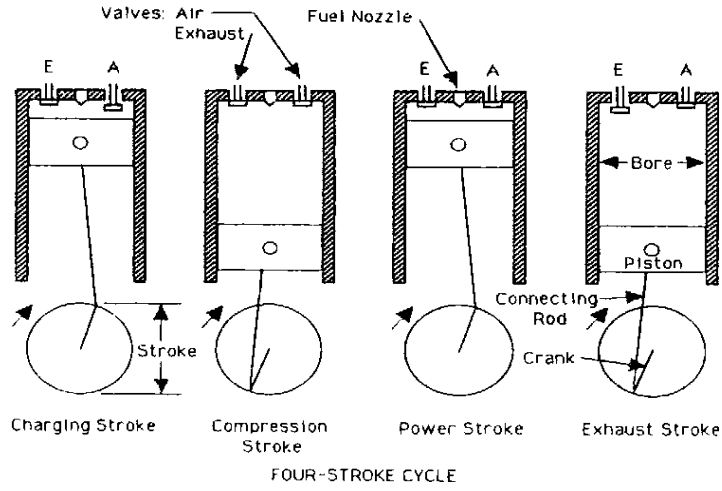
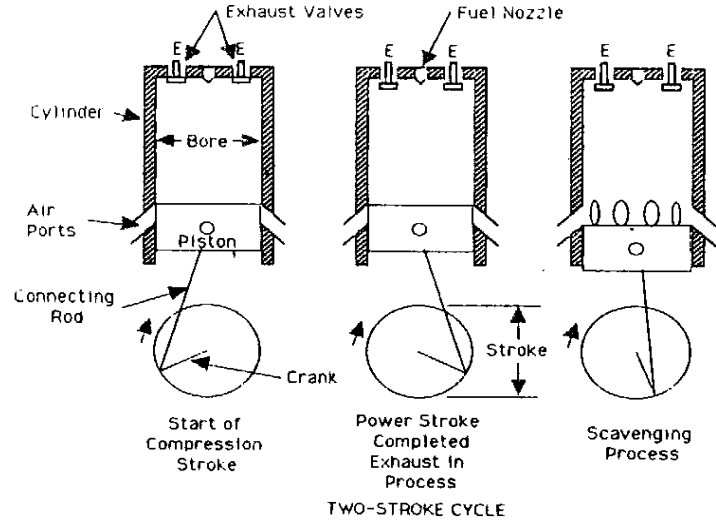
Güvenirlilik seçilen marka ve modelin daha önceki uygulamaları sonucu oluşan kanaattir. Sık arıza yapan sistemler genelde istenmez. Benzer şekilde yedek parça temini sorunlu olan güç kaynakları geminin navlun ve hatta bazen kontrat kaybına (off-hire) sebep olacağından armatör tarafından tercih edilmez.

Gemilerde kullanılan ana güç kaynakları dizel motorları ve gaz türbinleridir. Amerikan donanmasında buhar türbinli gemiler de kullanılmakta ise de bu tip ana makine artık pek kullanılmamaktadır.

9.2 ANA MAKİNA TİPLERİ

Ticaret gemilerinin büyük çoğunluğunda ana makine olarak dizel motorları kullanılır. Dizel motorlarında yakıttaki enerji yanma sonucu mekanik enerjiye çevrilir. Pulverize edilmiş yakıtın hava ile karışımı sıkıştırılarak ateşlenir ve ateşleme sonucu genişleme, piston, piston kolu ve biyel vasıtasıyla krank şaftına iletilir ve böylece mekanik enerji krank şaftının dönmesiyle elde edilir. Şayet ateşleme pistonun her en üst konuma ulaştığında oluyorsa bu tip dizellere iki zamanlı (= two-stroke) ve şayet ateşleme pistonun her iki yükselişinde bir defa yapılıyorsa buna dört zamanlı (= four-stroke) dizel motoru denir. İki zamanlı motorlarda, piston yükselirken hava ve yakıt karışımı silindire alınır ve valfler kapanır. Sıkışma en üst düzeye geldiğinde ateşleme yapılır ve piston aşağı inmeye başlar ve bilahare yanmış gaz silindirden alınır. Dört zamanlı motorlarda ise, piston aşağı inerken hava ve yakıt sağlanır, piston en üst noktada iken ateşleme yapılır. Ateşleme sonucu genişleyen karışım pistonu aşağı iter ve pistonun yukarı çıkışında yanmış gazlar eksoza verilir (bakınız şekil 9.1).

Gemilerde kullanılan dizel motorları dakikada 60 ile 3000 devir arasında devir hızlarına sahiptir. Bu sebeple dizel motorları düşük, orta ve yüksek devirli olarak sınıflandırılır. Genelde, düşük devirli (= slow speed) dizelerde dakikada devir sayısı (rpm) 60 ile 150 arasında, orta devirli (= medium speed) dizelerde 450 ile 800 ve yüksek devirli (= high speed) dizelerde ise 1000 ile 300 aralığındadır. Tablo 9.1'de 7000 kW güç için düşük, orta ve yüksek devirli dizelerin karşılaştırılması (meretebe olarak) verilmiştir.



Şekil 9.1 İki ve dört zamanlı yanma süreci

TABLO 9.1 7000 kW GÜÇTEKİ ÖZELLİKLER KARŞILAŞTIRMASI

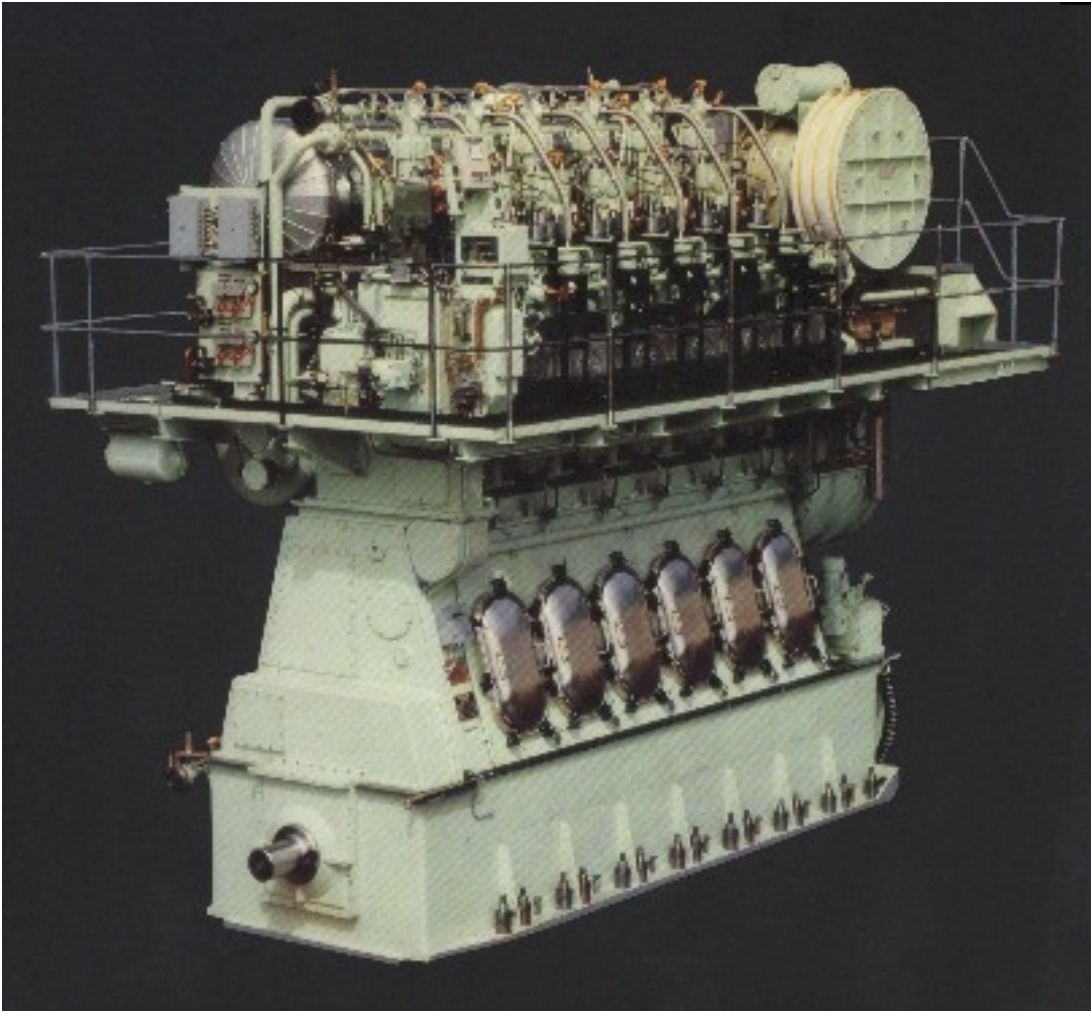
Özellik	Düşük Devir	Orta Devir	Yüksek Devir
Devir sayısı (d/d)	100	520	1300
Ağırlık (ton)	317	153	21
Ağırlık yoğunluğu (m ³ /ton)	0.90	1.25	1.9
Güç yoğunluğu (kW/ton)	23	50	330

Ancak dizel motorlarında güç sınırları mevcuttur. Örneğin istenen güç 20 000 kW'ı aşarsa sadece düşük devirli dizel veya gaz türbini kullanılabilir.

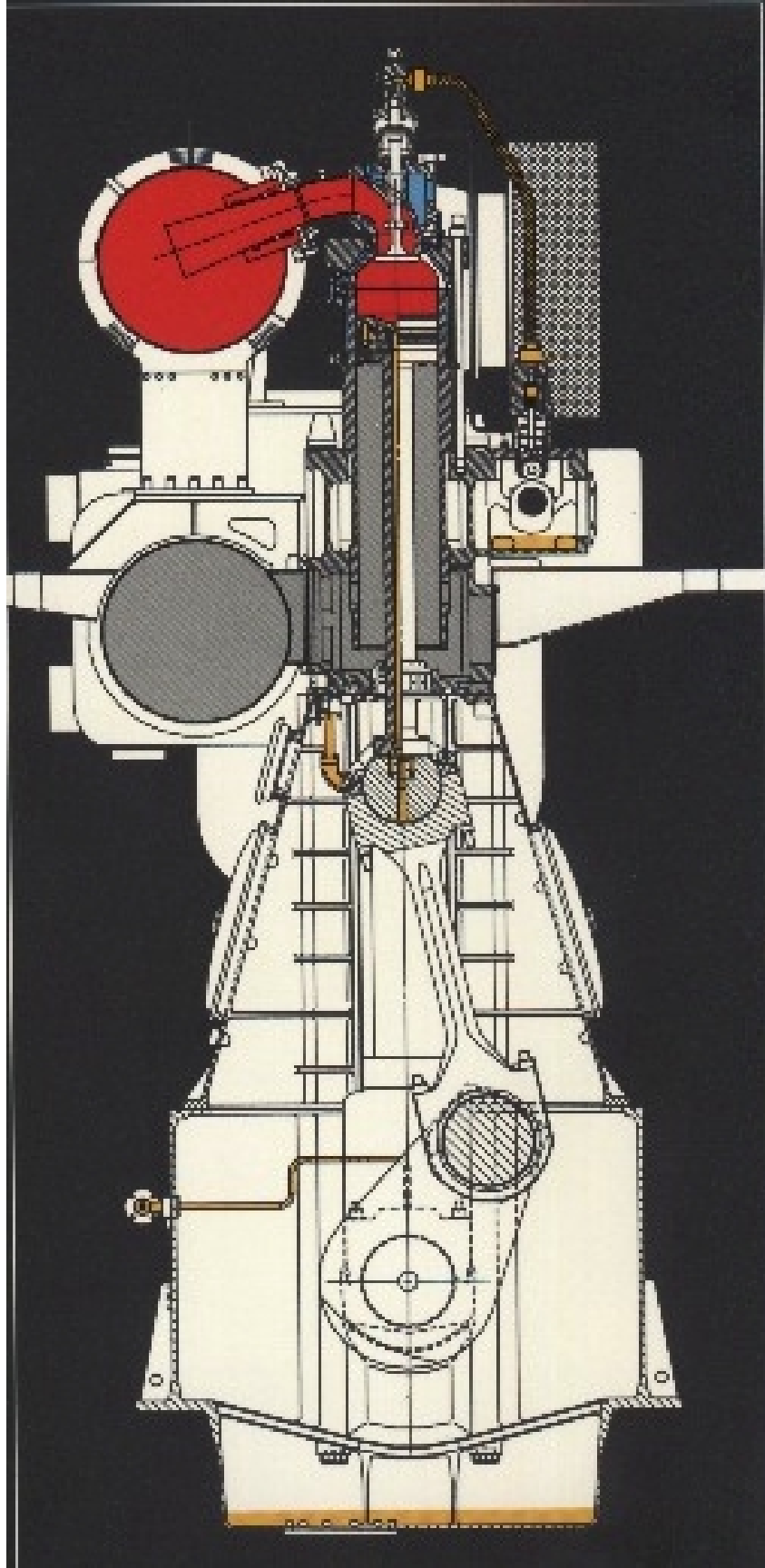
Bugün hem düşük ve hem de orta devirli dizelerde ağır yakıt(HFO) kullanılabilir ve özgül yakıt sarfiyatları 170 gr/kW-saat mertebesinde. Ancak, yüksek devirli motorlar sadece dizel yakıtı (MDO) kullanır ve özgül yakıt sarfiyatları 200 gr/kW-saat

mertesindedir. Şekil 9.2 ve 9.3'de düşük devirli bir dizelin görünümü ve kesiti görülmektedir.

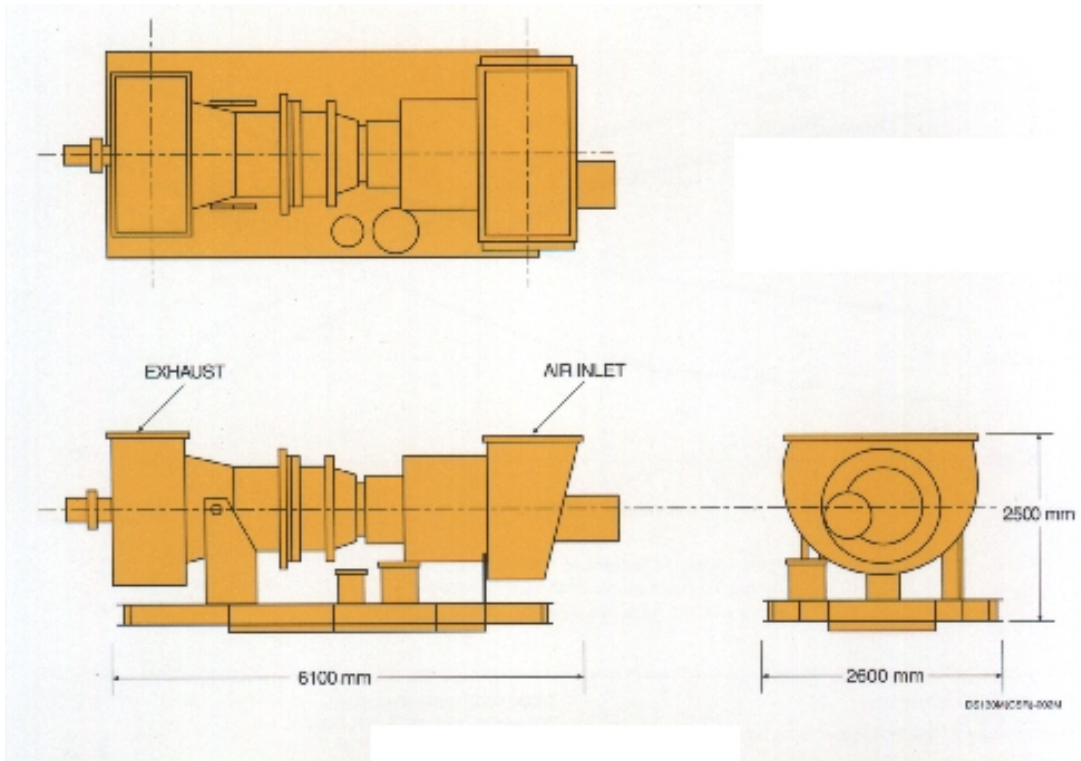
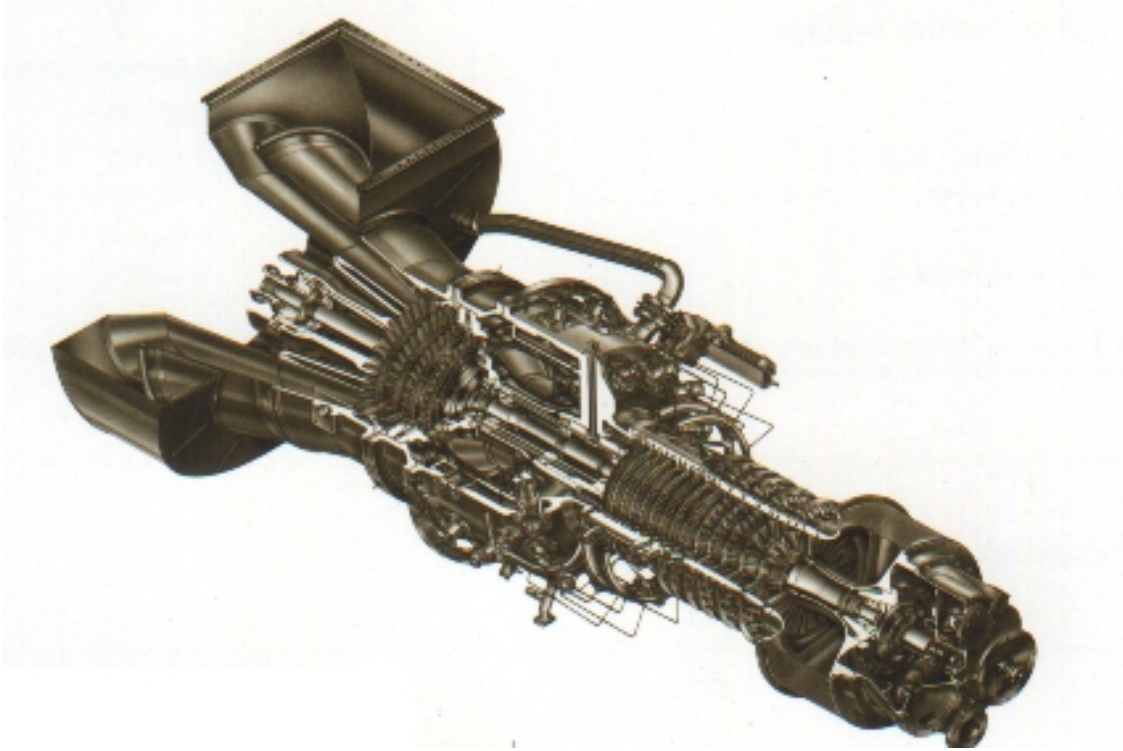
Gaz türbinlerinin en büyük avantajları hacim ve ağırlık tasarrufudur. Örneğin, 22 000 kW'lık düşük devirli bir dizelin ağırlığı 770 ton iken aynı gücü veren bir gaz türbininin ağırlığı sadece 22 tondur. Buna karşılık özgür yakıt sarfiyatı 235 ila 285 gr/kW-saat mertebesinde olup, özel yakıt kullanması gerekir. Dolayısıyla, özellikle savaş gemileri ve yüksek süratli gemilerde kullanılırlar. Gaz türbinleri de yakıt enerjisini mekanik enerjiye çevirir. Yakıt yanması ile oluşan enerji sıkıştırılmış gazın türbin üzerinden geçerek kanatçıklara etkittiği kuvvet sonucu türbin şaftını çevirmesiyle mekanik enerjiye dönüşür. Deniz tipi bir türbinin resmi ve tipik boyutları Şekil 9.4'de verilmiştir.



Şekil 9.2 Düşük devirli dizel motoru



Şekil 9.3 Düşük devirli bir dizelin kesiti



Şekil 9.4 Deniz tipi bir türbinin tipik boyutları

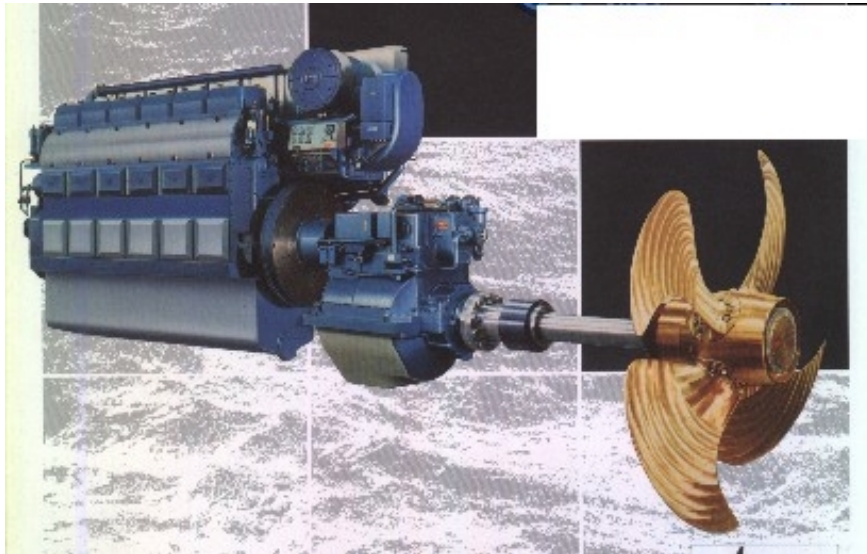
9.3 ANA MAKİNADAN GÜÇ NAKLİ

Ana makinada üretilen gücün pervane veya su jetine iletilmesi gerekir. Güç iletişimi (=transmission) üç yöntemden birisi kullanılarak yapılır.

Doğrudan Tahrik (= Direct drive). Doğrudan tahrikte ana makine bir şaft vasıtasıyla doğrudan pervaneye bağlanır. Genelde düşük devirli dizel motorlarında doğrudan tahrik kullanılır. Şayet gemide pervane yerine su jeti kullanılıyorsa orta devirli dizeller de sistemi doğrudan tahrik edebilir. Şayet sabit piçli pervane kullanılıyorsa bütün manevralar yani hız düşürme ve geri hareket makine hızı ve devir yönü değişimi ile temin edilir.

Dişli ile Tahrik (= Geared drive). Bu tür sistemde pervane devri ile makine devri farklı olduğundan (genelde makine devri çok daha yüksek olduğundan) bir dişli kutusu ile devir dönüşümü sağlanır. Dişli kutusu aynı zamanda makine devir yönü değişmeden pervane dönüş yönünü değiştirebilecek şekilde de dizayn edilebilir. Dolayısıyla sevk zinciri (= propulsive chain) makine, dişli kutusu, şaft ve pervaneden oluşur.

Elektrikli Tahrik (= Electrical Propulsion). Bu sistemde dizel motorları jeneratörleri tahrik ederek elektrik üretir ve pervane ile ana makine arasında doğrudan bir mekanik ilinti yoktur. Pervane bir elektrik motoru yardımıyla çevrilir. Sistemin avantajı gemi sevk gücü, otel yükleri ve diğer enerji taleplerinin hepsi elde edilen elektrik enerjisi ile karşılanır ve yeterince yedekleme olduğundan güç kesintisi söz konusu olmaz. Ayrıca doğrudan mekanik ilinti olmadığından makine dairesi gemi kığı yerine başka bir yerde, mesela başta olabilir.



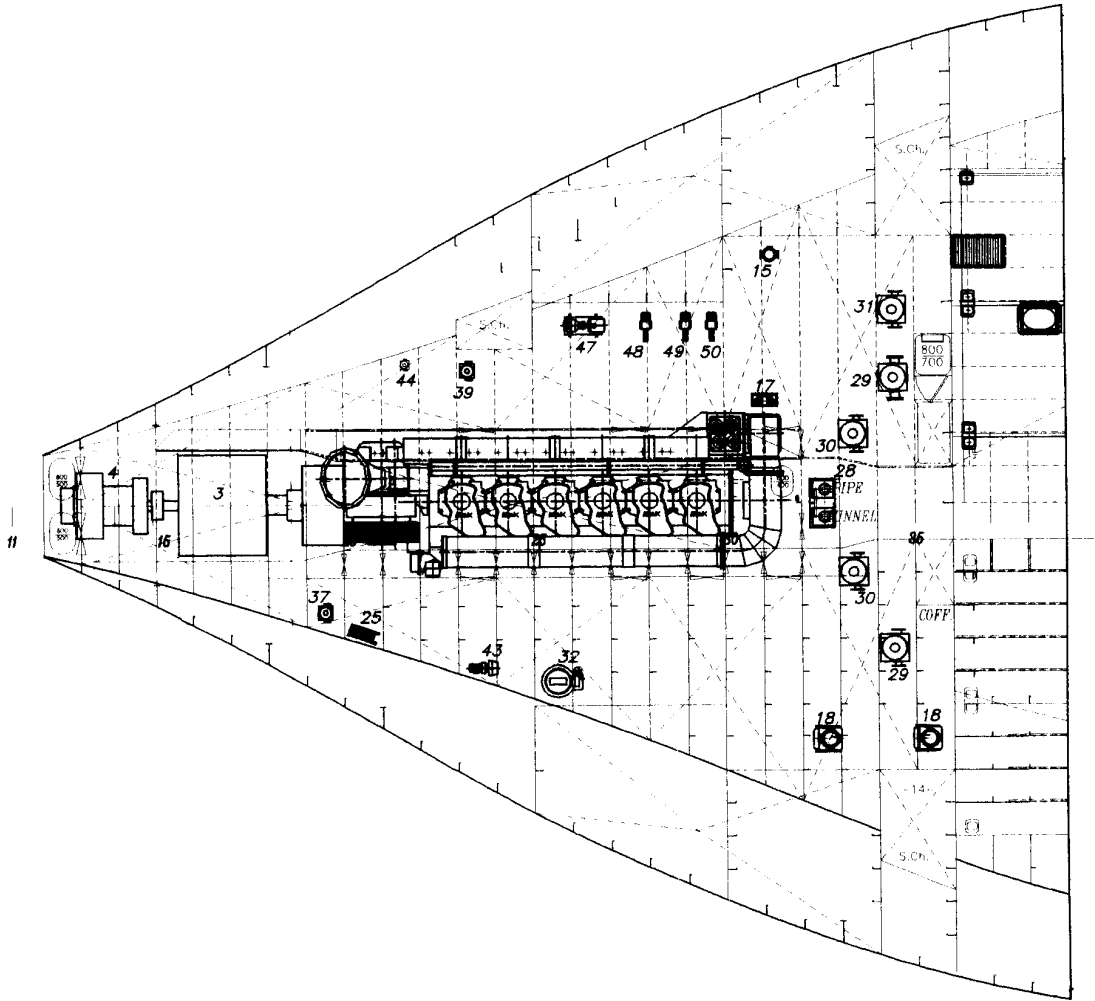
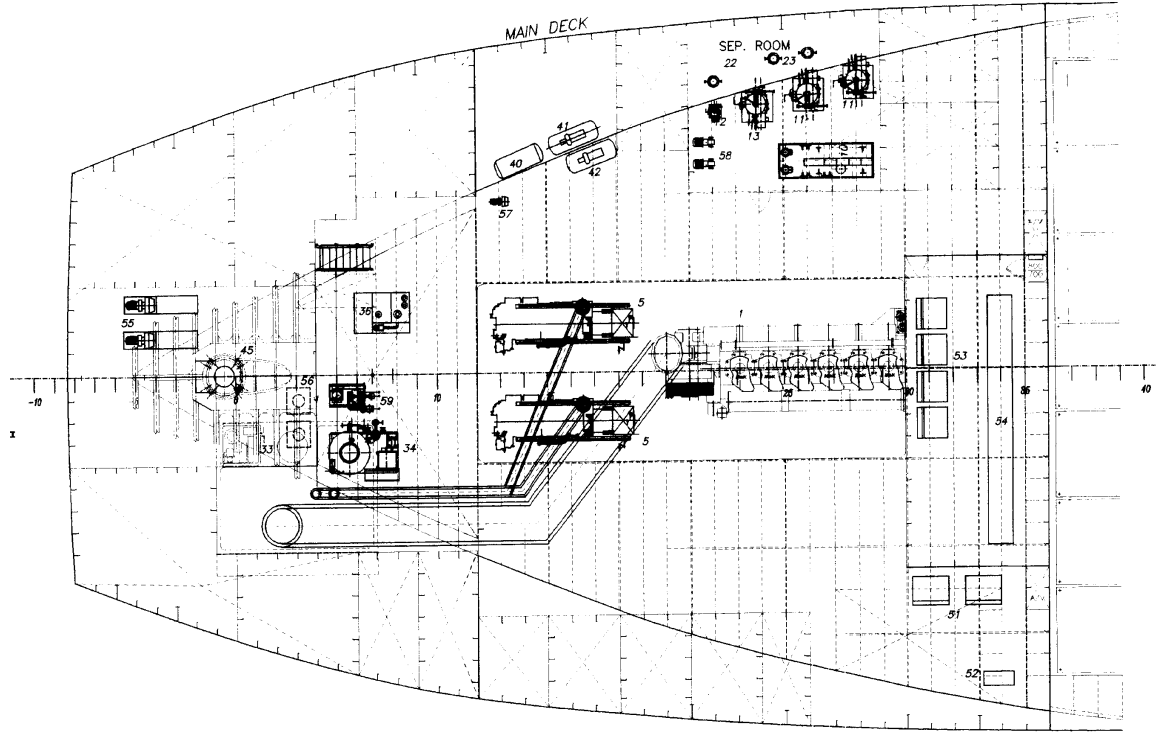
Şekil 9.5 Orta devirli bir dizelde güç nakli

9.4 DİĞER GÜÇ SİSTEMLERİ

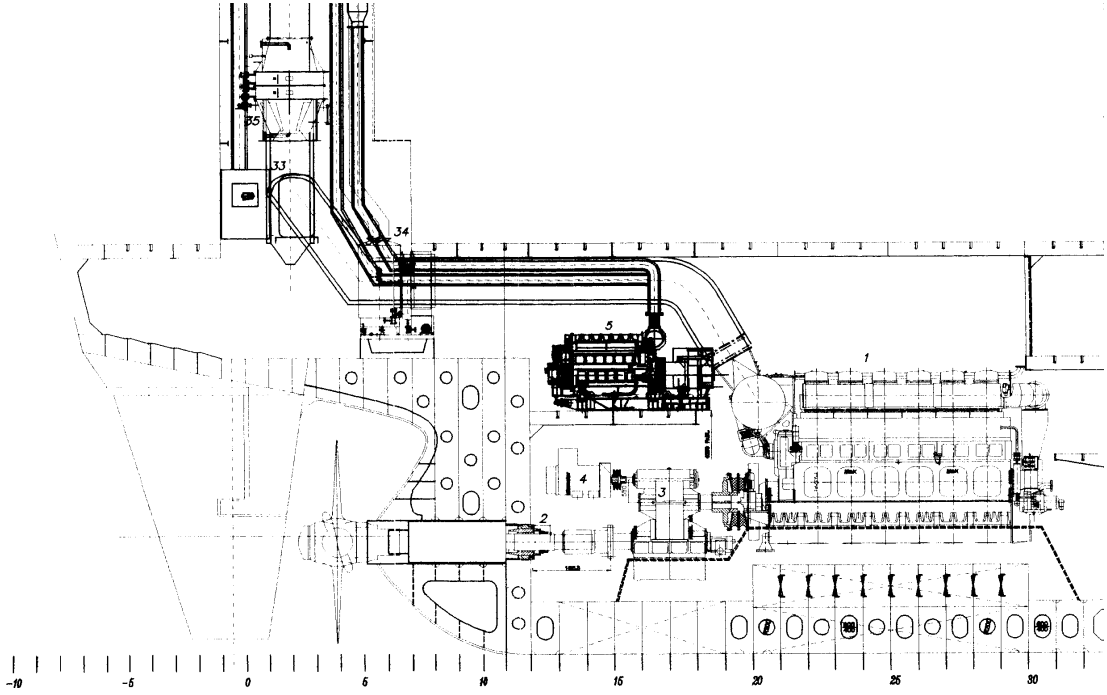
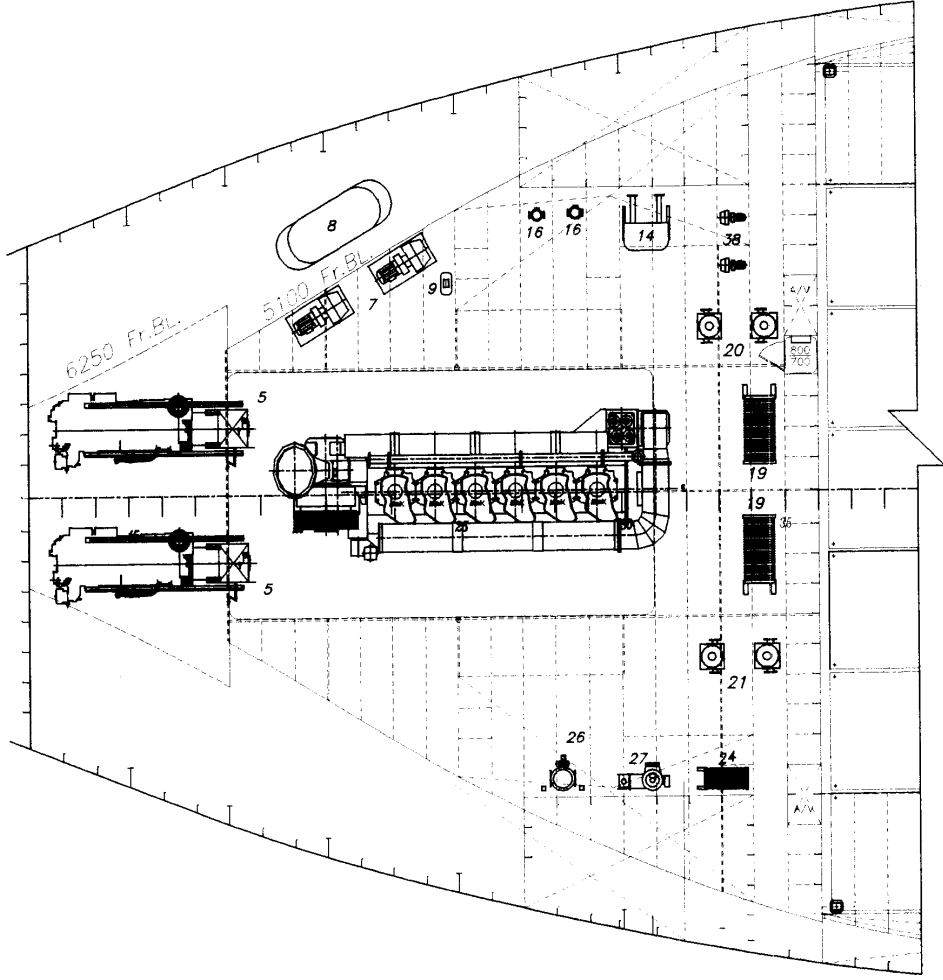
Gemi sevki ve görev ifasında ana makine, dişli, şaft ve pervane dışında işlev veren pek çok unsur mevcuttur. Bunlar sırasıyla:

- a. **Sevk zinciri destek sistemleri.** Bunlar makina yağlama, yakıt, soğutma, ilk hareket, endüstriyel tatlı su yaratma sistemleri gibi sistemler olup bunların bir kısmı makine üstüne monte diğer bir kısmı ise ayrı olarak konuşlandırılır.
- b. **Diğer güç üreticileri.** Bunların başında elektrik güç üretimi gelir. Uluslararası kurallar gereği bir gemide en az ne kapasitede ve kaç adet jeneratör olacağı bellidir. Gerçek kapasiteler gemi güç analizi yapılarak belirlenir ve yüzde yüz yedekleme esas alınır. Ayrıca acil durumlar ve liman hizmetleri için de bir dizel-jeneratör grubunun bulunması zorunludur. Ekonomik nedenlerle bugün pek çok gemide elektrik enerjisi seyir sırasında bir şaft jeneratörü yardımıyla sağlanır. Şaft jeneratörü bir dişli vasıtasıyla şaft devrini jeneratör devrine dönüştürerek sisteme güç sağlar. Gemideki diğer güç kaynakları kazanlardır. Kazanlar doğrudan yakıt yakarak ısı enerjisi yaratabileceği gibi, eksoz gazındaki ısıdan da yararlanabilir (örnek, baca kazanı).
- c. **Hizmet sistemleri.** Bu sistemler geminin işlevini yerine getirmesi için gerekli unsurlarla, gemideki otel hizmetlerinin teminini sağlar. Gemi balast pompa sistemi, temiz su, pis su sistemleri, separatörler (= ayırıcılar), yakıcılar (= incinerator) bu tip sistemlerin tipik örnekleridir.

Şekil 9.6 (a), (b) ve (c)'de tipik bir konteyner gemisinin makine dairesi aranjmanı ve buradaki unsurların listesi verilmektedir.



Şekil 9.6 a Tipik bir konteyner gemisinin makine dairesi aranjmanları



Şekil 9.6 b Tipik bir konteyner gemisinin makine dairesi aranjmanları

60	GENERATOR EXHAUST SILENCER		2		
59	BOILER SKID UNIT		1		
58	H.F.O SEP. FEED PUMP		2		
57	HOT WATER CIR. PUMP		1		
56	STEERING GEAR PUMP		2		
55	COLD PROV. EKO.		2		
54	MAIN SWITCHBOARD		1		
53	ENG. ROOM CONTROL PANEL		1		
52	HYDROLIC VALF UNIT		1		
51	TRANSFORMATORS		2		
50	M.C.R A/C S.W PUMP		1		
49	M.C.R A/C PROVISION COOLING PLANT DRING BY S.W PUMP		1		
48	PROV. COOL. PLANT S.W PUMP		1		
47	DECK INC. SEA WATER COOLING PUMP		1		
46	SILENCER	MAK	1	MAKER	MAKER
45	STEERING GEAR	ULSTEIN	1		
44	A/C UNIT SEA WATER PUMP	HEINEN HOPMAN	1	MAKER	MAKER
43	SLUDGE PUMP	BORNEMAN	1		
42	DRINKING WATER HYD.	BAYMAK	1		
41	FRESH WATER HYD.	BAYMAK	1		
40	HOT WATER BOILER	AQUAMAR	1		
39	FRESH WATER GEN. PUMP	AQUAMAR	1		
38	FRESH WATER PUMP	AQUAMAR	1		
37	GEAR BOX L.O. COOLING PUMP	AQUAMAR	1		
36	SEWAGE TREATMENT UNIT	AQUAMAR	1	MSP	2,82 m ³ /DAY/ 1,125/4/310 1,189/0/h
35	EXHAUST BOILER	CLAYTON	1	2H	679,288 Kcal/h
34	STEAM GENERATOR	CLAYTON	1	EO-80-III	588 KW
33	INCINATOR	Team-tec	1	08200(C)	400000Kcal/n (489 KW)
32	OILY WATER BILGE SEPARATOR	WORLD WATER SYSTEMS	1	100 OCD-2M	1 m ³ /h
31	FIRE&GEN-SERV	DESMI	1		100 m ³ /h 7 BAR
30	BILGE PUMP	DESMI	2		100 m ³ /h 2.5 BAR
29	BALLAST PUMP	DESMI	2		300 m ³ /h 2.5 BAR
28	LUB. OIL INDICATOR FILTER	MAK	1		
27	LUB. OIL AUTOMATIC FILTER	ALFA-LAVAL	1	LM 6M	177/210 m ³ /h
26	ST-BY LUB. OIL PUMP	IMO	1	LPQ 100NI IRYP	119 m ³ /h 30 KW
25	GEAR BOX LUB. OIL COOLER	ABB-BLOKSMA	1	P200-2P-L-1100	100 KW 410 dm ³ /min.
24	LUB. OIL COOLER	ALFA-LAVAL	1	M15 BFM 8	872 mcal/h
23	L.O SEPERATOR HEATER	ALFA-LAVAL	1	CR 4-40	
22	F.O SEPERATOR HEATER	ALFA-LAVAL	2	CB24/14 PHE	
21	LT.FW.CIRCULATION PUMP	DESMI	2	SL 125-330	180 m ³ /h 3 BAR
20	HT.FW.CIRCULATION PUMP	DESMI	2	SL 125-330	180 m ³ /h 3 BAR
19	CENTRAL COOLERS	ALFA-LAVAL	2	M15-FFM8	47 TI
18	SEAWATER PUMPS	DESMI	2	SL ISO-330	330 m ³ /h 2,5 BAR
17	INDICATOR FUEL OIL FILTER	ALFA-LAVAL	1	FSM/140 RL336 H08	
16	HEAVY FUEL OIL PUMP TRANSFER	IMO	2	ACF080 N41 R80	40 m ³ /h 3,5 BAR
15	DIESEL OIL PUMP TRANSFER	IMO	1	AC0045 K5 M80	10 m ³ /h 3,5 BAR
14	FRESHWATER DISTILLER	ALFA-LAVAL	1	JWP-28-C80	15 m ³ /day
13	SEPARATOR LUB. OIL	ALFA-LAVAL	1	LOPX707 SFD-30	8000L/h 12 KW
12	SEPARATOR DIESEL OIL	ALFA-LAVAL	1	MIP 303	790L/h 700 KW
11	SEPARATOR FUEL OIL	ALFA-LAVAL	2	MFPX307 TFO-21	10500L/h 7,5 KW
10	BOOSTER MODULE	ALFA-LAVAL	1	SMB-32-25SS	
9	EMERGENCY COMPRESSON	SPERRE	1	HL/119	
8	STARTING AIR RECEIVERS	SPERRE	2		1,5 m ³ /30 BAR
7	STARTING AIR COMPRESSON	SPERRE	2	HL2/105	43 m ³ /h-9,9KW
6	EMERGENCY GENERATOR	WARTSILA	1	WCM 140/SE	140 KWe 50Hz
5	DIESEL GENERATOR	WARTSILA	2	GL 170	690KW 50Hz 380Volt 1500RPM
4	SHAFT GENERATOR	Levo,Somer	1	LSAM 50 M8/4Poles	800KW 1500RPM
3	GEAR BOX	ABB ZAMECH	1	MAV 100-11	7500 KW 425/1500 -123,2RPM
2	PROPULSION SYSTEM	ABB ZAMECH	1	CPP PH 1250/ 4-RK250	123,2RPM
1	MAIN ENGINE	MAK	1	6M 80/C	7500 KW 425 RPM
NO	EQUIPMENT	MAKER		TYPE	POWER

Şekil 9.6 c Tipik bir konteyner gemisinin makine dairesi aranjmanlarının listesi

9.5 YAKITLAR

Genelde termal değeri olan bütün temel yakıtlar; yani petrol ürünleri, kömür, ağaç, doğalgaz gibi maddeler yakıt olarak kullanılabilir. Ayrıca, bazı ülkelerin belli tip savaş gemilerinde nükleer yakıt da kullanılmaktadır. Ancak bugün en çok kullanılan yakıt tipi petrol türevleridir.

Petrol ürünleri özelliklerine göre sınıflandırılırlar. Bu kapsamda göz önüne alınan özellikler aşağıda sıralanmıştır.

- Isıl değer (= Heating value). Bu değer yakıtın yanma sonrası vereceği enerjiyi belirler ve kJ/kg cinsinden tanımlanır.
- Ateşleme gecikmesi (= Ignition delay). Bu ölçüt bazen “Cetane rating” olarak da tanımlanır ve ateşleme-yanma süresi hakkında izafi fikir verir. Yüksek bir değer gecikmesinin kısa olmasını gösterir ve yüksek devirli dizel yakıtları için önemli bir özelliktir.
- Yoęunluk (= Density). Bu özellik yakıt arındırma yönünden önemlidir (su ile olan karışımın arındırılması). Yoęunluk su yoğunluğuna yaklaştığında, ayrışım için yakıtın ısıtılıp yoğunluğunun azaltılması gerekir. API (American Petroleum Institute) derecesidir.
- Akma noktası veya viskozite (=Pour point, viscosity). Akma noktası yakıtın ısıtılma sonucu hangi sıcaklıkta kendiliğinden akacağını gösterir.
- Parlama noktası (= Flash point). Yakıt buharının hangi sıcaklıkta parlayacağını gösterir. Güvenlik yönünden kabul edilebilir en düşük parlama sıcaklığının 60 °C'nin üstünde olması gerekir.
- Saflık (= Purity). Bu yakıt içinde bulunan istenmeyen su, kül, sedimen gibi maddelerin oranını gösterir.
- Pas yaratma (= Corosiveness). Bu ölçüt yakıttaki istenmeyen korozyona sebep verecek sülfür, potasyum, sodyum ve kalsiyum gibi kimyasal maddelerin oranını belirler.

Petrol ürünleri ayrıca bazı test ve standart kurumlarınca guruplandırılır ve numaralandırılır. Ancak gerçek değerlendirme yukarıda belirtilen özelliklere göre yapılır.